HAL
open science

Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens Cémentochronologie et approche archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran) et Paléolithique supérieur ancien (Isturitz)

William Rendu

To cite this version:

William Rendu. Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens Cémentochronologie et approche archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran) et Paléolithique supérieur ancien (Isturitz). Sciences de l'Homme et Société. Université Bordeaux 1, 2007. Français. NNT : . tel-00444154

HAL Id: tel-00444154

https://theses.hal.science/tel-00444154v1

Submitted on 5 Jan 2010

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.

Numéro d'ordre : 3513

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ BORDEAUX 1

École doctorale Sciences et Environnements

par

William RENDU

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR

Spécialité : Préhistoire et Géologie du Quaternaire

Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens

Cémentochronologie et approche archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (**Pech-de-l'Azé I**, **La Quina**, **Mauran**) et Paléolithique supérieur ancien (**Isturitz**)

Sous la direction de : **Olivier Le Gall** et **Sandrine Costamagno**

Soutenue le 20 décembre 2007

Après avis de :

M.	**Jean-Philip Brugal**, Directeur de Recherche, CNRS	Rapporteur
Mlle.	**Hélène Martin**, Chargée d'opération et de recherche, INRAP	Rapporteur
M.	**John D. Speth**, Professeur à l'Université du Michigan	Rapporteur

Devant la commission d'examen formée de :

M.	**Jean-Philip Brugal**, Directeur de Recherche au CNRS	Rapporteur
Mlle.	**Sandrine Costamagno**, Chargée de Recherche au CNRS	Directeur
M.	**Francesco d'Errico**, Directeur de Recherche au CNRS	Invité
M.	**Jacques Jaubert**, Professeur à l'Université Bordeaux 1	Président
M.	**Olivier Le Gall**, Chargé de Recherche au CNRS	Directeur
Mlle.	**Hélène Martin**, Chargée d'opération et de recherche, INRAP	Rapporteur
M.	**John D. Speth**, Professeur à l'Université du Michigan	Rapporteur

2007

Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens

Cémentochronologie et approche archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (**Pech-de-l'Azé I**, **La Quina**, **Mauran**) et Paléolithique supérieur ancien (**Isturitz**)

À mes parents Hubert et Vivian Rendu
À John, Natacha et Anne-Caroline

À mon aïeul, William Tudor

À mon ami Denis Michel

À So

Remerciements

Je tiens ici à témoigner ma reconnaissance aux personnes qui ont su m'aider et m'accompagner pendant ce travail de thèse.

Il m'est difficile d'exprimer en quelques mots la reconnaissance que j'éprouve vis à vis de mes deux directeurs de thèse. Ils ont, par leur investissement personnel et leur amitié, rendu ce travail possible. Sandrine Costamagno a cru en moi et m'a accompagné depuis mes premiers pas dans la recherche en archéologie dès la fin de ma maîtrise. Son travail a été pour moi une source d'inspiration essentielle. Olivier Le Gall a accepté de diriger cette thèse. Pendant ces années il a su partager avec moi ses connaissances de chasseur et son amour des sciences naturelles. Merci à vous deux.

Je suis honoré de la présence de John D. Speth qui a accepté de rapporter ce travail et de siéger dans le jury. Sa présence m'est d'autant plus importante que les études qu'il a menées sur les premières nations américaines et sur le Moustérien du Proche-Orient m'ont beaucoup inspiré.
Je remercie Jean-Philip Brugal d'être rapporteur de ma thèse. Son jugement m'est précieux tant pour ses connaissances de spécialiste des faunes du Pléistocène européen que pour son expérience des comportements de prédation au Paléolithique moyen.
Je suis extrêmement reconnaissant qu'Hélène Martin ait porté son regard de spécialiste de la cémentochronologie pour rapporter ce travail. Je suis touché de la présence dans le jury de cette chercheuse reconnue puisque c'est à la suite de la lecture de sa thèse que j'ai décidé de la problématique de la mienne.
J'exprime toute ma gratitude à Jacques Jaubert pour sa participation au jury. Son amitié, ces dernières années, m'a apporté autant que les différentes discussions que nous avons eues sur cette thématique qui nous est chère à l'un comme à l'autre.
Enfin je remercie Francesco D'Errico d'être présent dans ce jury. Il n'a cessé d'encourager mes recherches et m'a témoigné, à de nombreuses reprises, son soutien. Sa connaissance des processus de remplacement de ces derniers Moustériens en fait un interlocuteur privilégié pour la discussion de la « modernité » de ces populations passées.

Bien entendu, cette recherche n'aurait pas pu être menée sans le concours des archéologues et des institutions qui m'ont confié le matériel qui en constitue le fond documentaire.
Je remercie vivement Jean-Jacques Cleyet-Merle qui m'a permis d'accéder aux collections du Pech-de-l'Azé et qui m'en a facilité l'accès. Sans son aide cette étude n'aurait pu voir le jour. J'en profite ici pour remercier l'ensemble du personnel du Musée National de Préhistoire et, particulièrement Stéphane Madelaine et Alain Turcq pour leur amitié et leurs conseils.
Toute ma gratitude va à André Debénath qui m'a autorisé à étudier la collection de La Quina et Jacqueline Léopold du Musée d'Archéologie National qui m'en a accordé et facilité l'accès.
Je remercie vivement Francine David et Jacques Jaubert de m'avoir permis d'étudier la collection de Mauran. Ma reconnaissance va à l'ensemble de l'équipe du Musée de Préhistoire d'Île-de-France, où la collection est stockée temporairement, pour la qualité de leur accueil, leur disponibilité et leur bonne humeur.
Enfin, que Christian Normand trouve ici l'expression de mes sincères remerciements pour m'avoir confié l'étude du matériel d'Isturitz et pour avoir accepté de commenter mon travail.

Cette thèse ayant été financée par des contrats et vacations portant sur l'étude de différentes séries archéologiques, je tiens à remercier tous les organismes financeurs. Tout d'abord, Roberto Macchiarelli et le programme « The Neanderthal Tools *» de l'*ESF*, les* SRA *d'Aquitaine et de Poitou-Charentes, la* Région Aquitaine*, l'*IPGQ *(ex UMR 5808), et la société Archéosphère.*

Parce que l'Archéologie est avant tout une science de terrain, je remercie vivement tous les responsables de fouilles qui m'ont confié du matériel et qui m'ont accueilli au sein de leur équipe scientifique. Même si ces études, pour la plupart, ne sont pas présentées ici, elles sont toutefois complémentaires de notre travail. Le temps investit dans ces

travaux a été essentiel pour mieux comprendre et interpréter les données présentées ici. Je pense ainsi à Marie Soressi pour le matériel issu des fouilles du Pech de l'Azé I (Dordogne) et des Cottés (Vienne), à Christian Normand pour Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), Jean-Guillaume Bordes et Foni Le Brun-Ricalens pour le matériel du Piage (Lot), à Jacques Jaubert et Jean-Jacques Hublin pour le site de Jonzac (Charente-Maritime), Cédric Beauval au Rocher de Villeneuve (Vienne) puis maintenant à la Chapelle-aux-Saints (Corrèze), à Bruno Maureille et Alan Mann pour le site des Pradelles, Marillac (Charente), à Francesco D'Errico et Marian Vanhaeren pour les Rois (Charente) et enfin Jacques Jaubert et Fereidoun Biglari pour le gisement de Mar-Tarik (Iran).
Je remercie Jean Lutier de « l'Élevage de Bison Jean Lutier *» qui m'a fourni les mandibules de Bison actuel pour le référentiel de comparaison que j'ai établi sur ce taxon pendant ma thèse. Malheureusement, il n'a pas été possible de l'intégrer à ce manuscrit, mais il sera présenté dans une publication ultérieure. Merci à Gary Matson du «* Matson's Lab *» pour ses conseils dans mon travail.*

L'idée de cette thèse m'est venue à la suite d'une des nombreuses discussions que j'ai partagées avec Pierre-Yves Demars. Je te remercie, Pierre-Yves, pour tes conseils et ton écoute.
*Cette thèse a été réalisée dans les locaux de l'équipe Institut de Préhistoire et de Géologie du Quaternaire de l'*UMR PACEA *(*Université Bordeaux 1*). Je remercie Jean-Philippe Rigaud qui m'a accueilli dans l'Institut, ainsi que Jean-Pierre Texier et Anne Delagnes pour leur aide en tant que directeur de la structure. J'exprime aussi toute mon amitié et ma reconnaissance à Jean-Pierre Texier et Françoise Delpech qui m'ont tant soutenu toutes ces années dans mes démarches et mes projets. Un grand merci à Geneviève Peyres, Michelle Charuel et Sylvie Djian pour leur disponibilité et leur soutien, elles ont été d'une aide incroyable. Toute ma gratitude va à Dominique Armand pour l'apport scientifique, l'aide matérielle dans l'accès aux différentes collections dont celle de La Quina, l'aide personnelle et pour tous ces bons moments que l'on a passés ensemble.*
*Ce travail doit énormément à Éric Pubert. Il m'a appris à réaliser les moulages et les lames minces dont je me suis tant servi au cours de ces années. Il s'est prêté volontiers au « jeu » des tests inter-observateurs. Il a consacré un temps important à mes recherches et m'a, de plus, permis de reprendre l'ensemble de ses séries. Merci de tout cœur Éric !! Merci à Véronique Laroulandie pour son engagement dans mes travaux, ses conseils, et son amitié. Je suis reconnaissant de l'aide que m'ont apporté les différents faunistes avec lesquels j'ai travaillé au sein de la structure : Patrick Michel, Jean-Luc Guadelli, Jean-Christophe Castel ont grandement participé à l'approfondissement de mes connaissances sur la faune en général et l'anatomie comparée en particulier. Merci enfin à Catherine Ferrié, Jean-Paul Raynal, William Banks, Michel Lenoir, Julia Roussot-Laroque, André Morala, Patrice Courtaud, Pascal Murail et à l'ensemble des membres de l'*UMR PACEA.
Je remercie sincèrement Jean-Jacques Hublin et Michael Richards pour m'avoir invité et accueilli au sein du Max Planck Institüt. *Je remercie tous les membres de cet institut qui ont contribué à rendre mon séjour si agréable et productif et plus particulièrement à Shannon McPherron, Teresa Steele et Laura Niven avec qui j'ai eu plaisir à fouiller chaque été depuis 4 ans maintenant.*
Je remercie également toutes les personnes qui ont accepté de lire et de commenter tout ou partie de ce travail avant sa version définitive : Cédric Beauval, Jean-Guillaume Bordes, Myriam Boudadi-Maligne, David Cochard, Lionel Gourichon, Émilie Goval, Jacques Jaubert, Arnaud Lenoble, Jean-Baptiste Mallye, Laura Niven, Christian Normand, Eugène Morin, Seong-Jin Park, Éric Pubert, Morgan Roussel, Solange Rigaud et Marie Soressi.
J'exprime ma gratitude à tous les chercheurs que j'ai croisés avec lesquels j'ai pris plaisir à converser, échanger, écrire et débattre. Leurs conseils et leurs remarques ont été importants dans la construction de mes connaissances. Je pense tout particulièrement à Anne Delagnes, Bruno Maureille, Alan Mann, Ariane Burke, Cara Wall-Scheffler, A. J. Stutz, José Braga, Mike Richards, Olivier Bignon, Laurence Bourguignon, Illuminada Ortega, Nikolaï Sirakov, Francis Houet et Pascal Murail.
Merci à tout les amis de fouilles que j'ai côtoyés très régulièrement ces dernières années et notamment : Pim, Mani, Elisa, Adeline, Hugo, Anna, Delphine, Jessica, Seong-Jin, Laurianne, Blandine, Mathieu Langlais, Tamara, Mélannie, Radu Iovita, Hugo, Vali, Stephen, Steve Schwortz, Alain Fournier, Céline Thiébaut et Vincent Mourre, Marie-Pierre Coumont.

J'exprime toute ma reconnaissance à Cédric Beauval et Eugène Morin qui m'ont tous deux initié à la détermination anatomique et ont suivi mes travaux. Ils ont, de plus, été des interlocuteurs de qualité pendant le déroulement de cette thèse.
Je remercie vivement Jean-Guillaume Bordes pour son aide et le plaisir que j'ai eu à discuter, échanger autour d'une bonne table ou d'une bonne bouteille. J'ai bien sûr une pensée particulière pour JB mon « binôme » de thèse avec qui je travaille et plaisante depuis plus de 7ans. Il en est de même pour Anna-Laure avec qui j'ai partagé toutes les joies et les angoisses de ces derniers mois.
J'ai plaisir à témoigner ici ma gratitude à Marie Soressi. Durant cette thèse, Marie Soressi a été d'une aide constante. Les nombreuses discussions que nous avons eues m'ont permis de mieux structurer mon raisonnement. Je te remercie de tout le temps que tu m'as consacré et l'amitié sans faille que tu m'as toujours témoignée. La concrétisation de ce travail doit beaucoup à ton investissement Marie, Merci pour tout !!
Merci à tous les occupants et les anciens occupants du « bureau du fond du couloir » pour ces moments de bonheur précieux que je n'oublierai pas : Mr Val, JB et Mymy, Mr Noble, Zou, Tsenka et Koko, Dorothée, Côtelette, Framy et Christine, Coch, Morgan, Émilie Campmass et Hugo, Sylvain Renou (ou Poussin), Georgy, David et Coralie, Gégène et Lori, Guillaume, Mr Plassard, Marian, Marie, Jean Guy, Émilie, Chouchou, Silvio et Jean-Philippe, Isa, Mr Tupu et merci à tous les autres doctorants.
Ma gratitude va tout particulièrement à ceux qui m'ont soutenu dans les derniers mois de cette rédaction : l'équipe des Cottés d'une part avec Émilie Goval, Marie Soressi, Morgan Roussel ainsi que l'équipe « Talençoise » : Jean-Baptiste Mallye et Myriam Boudadi-Maligne, Koko et Marie, Fanny, Alexandre Michel, Julie Silvestro et Achille Michel--Silvestro, Anne-Laure Daniau. Merci à tous pour votre amitié.

Je remercie Richard et Monique Rigaud pour leur aide, leur soutien, et leurs éclades.

Merci à vous mes amis : Stéphane Mazière, Sylvain Barbian, Odile Rigaud, Nathalie Grenet, Anthony Baudon, David Cambou, Maxime Malfilâtre et Christophe, Camille Scaon, Magali Frayssines, Aurélie et Bertrand Laforgue. Merci d'avoir été là dans les meilleurs et les pires moments. Votre amitié est pour moi source de joie et de fierté.

Merci à toi Denis, mon ami. Tu as été pour moi pendant près de dix ans un exemple et tu le resteras. Notre amitié est un élément essentiel de ma vie. Mon plus grand regret aujourd'hui est que tu ne puisses pas lire ces lignes. Peut-être te croiserai-je un jour à Dakar en train de boire un verre d'un de nos mauvais rosé...

Enfin comment conclure sans remercier ma famille ? Vous mes frères et sœurs : John, Natacha, Anne-Caroline, Cédric et François, et vous mes nièces et mes neveux: Marie-Amandine, Pauline, Charlotte, Pierre et Augustin ? Je vous remercie d'avoir été et d'être à chaque instant à mes côtés.

Papa, Maman, je ne pourrais jamais vous remercier assez pour ce que vous avez fait pour moi. Merci d'avoir cru en moi : cette thèse est autant la mienne que la vôtre.

So : Merci...

« *Suivant les saisons, la manière dont les hommes se groupent, l'étendue, la forme de leurs maisons, la nature de leurs établissements Changent du tout au tout. Ces variations, dont on verra plus loin l'amplitude exceptionnellement considérable, permettent d'étudier, dans des conditions particulièrement favorables, la manière dont la forme matérielle des groupements humains, c'est à dire la nature et la composition du substrat, affectent les différents modes de l'activité collective.* »

Marcel Mauss - *Essai sur les variations saisonnières des sociétés eskimos. Étude de morphologie sociale - 1906.*

« The crafty hunter moves slowly, never hurries. If he make but one bungling movement he may betray himself, startle the animals, cause them to flight, spoil the hunt, expose himself to ridicule, and lose his reputation as skilled and practiced huntsman to whom only this most difficult undertaking might be instructed »

Journal of Rudolph Friedrich Kurz (1846-1852)

Sommaire

Introduction 5

La cémentochronologie 13

Chapitre I : Méthode 15

Les études 73

Chapitre II : Pech-de-l'Azé I 75

Chapitre III : Le niveau 6c de La Quina, Station Amont 165

Chapitre IV : Mauran 199

Chapitre V : Isturitz 245

Synthèse générale et conclusion 281

Bibliographie 317

Tables 339

Table des Illustrations 339

Table des Tableaux 346

Table des Matières 349

Introduction

Estimation of the seasons at which past cultural activities occurred is a matter of considerable importance to archaeologists. Environments commonly exhibit spatial and temporal variations, which in turn influence the quantity and the quality of potential subsistence resources. In other words, (...) subsistence system is directly affected by the seasonal availability and/or desirability of specific food resource species. (...) Settlement pattern are therefore directly affected by seasonal and local availability of subsistence resource"[1]. (Monks, 1981, p 178-179).

Pendant plus de 300 000 ans, les Néandertaliens vont se disperser et exploiter toute l'Europe et une partie de l'Asie, traversant ainsi plusieurs périodes glaciaires et optimums climatiques. Il y a entre 30 à 40 000 ans, lors de la transition du Paléolithique moyen-Paléolithique supérieur, on assiste en Europe au remplacement de la population néandertalienne par celle, allochtone, des Hommes anatomiquement modernes. Parallèlement, d'importantes mutations au sein de la culture matérielle s'opèrent. Concernant l'industrie lithique, les complexes moustériens sont remplacés par les ensembles Aurignaciens, généralement attribués aux Arrivants. Ces ensembles lithiques sont caractérisés, en outre, par une production d'une grande variété d'outils et une différenciation des chaînes opératoires domestiques et de chasse. Cette période marque aussi l'explosion de l'utilisation de la matière dure animale qui permet la réalisation d'une grande gamme d'outils (Tartare *et al*, 2006). C'est enfin, et surtout, l'introduction de la pensée symbolique (art pariétal, mobilier, parure) sur le territoire européen qui constitue le bouleversement le plus important.

Si les modalités du remplacement biologique semblent désormais faire l'objet d'un consensus, celles concernant les évolutions d'ordre culturel et social sont encore sujettes à débats (Stringer et Gamble, 1993 ; White ; 1993 ; Mellars, 1996 ; d'Errico *et al.,* 1998 ; Zilhao et d'Errico, 1999, 2003a, 2003b ; Klein, 2000 ; d'Errico, 2003). Différentes hypothèses sont proposées pour expliquer l'apparition à ce moment précis de cette modernité culturelle. Le modèle de la « *human revolution* » propose que les changements qui accompagnent le Paléolithique supérieur sont les conséquences d'une évolution globale du comportement au sein de la population de l'Homme anatomiquement moderne d'Europe survenue autour de 40 000 (Stringer et Gamble, 1993 ; White ; 1993 ; Mellars, 1996 ; Klein, 2000). Les populations néandertaliennes autochtones auraient alors été acculturées par les arrivants. Pour les partisans de cette théorie, une infériorité

[1] L'estimation des saisons auxquelles les activités des cultures passées se déroulaient est d'une importance considérable pour les archéologues. Les environnements présentent généralement des variations spatiales et temporelles, qui en retour influence la quantité et la qualité des ressources alimentaires potentielles. En d'autres mots, le système de subsistance directement affecté par la variation saisonnière dans la disponibilité ou dans le besoin d'une ressource alimentaire particulière. La mobilité des groupes est donc directement affectée par la disponibilité de ces mêmes ressources.

biologique expliquerait l'incapacité des Néandertaliens de produire indépendamment des comportements similaires.
À l'inverse, l'autre théorie est une approche « progressiste » qui suggère que la modernité de comportement a été acquise suivant un processus lent par accrétion d'innovations successives (McBrearty et Brooks, 2000 ; Henshilwood *et al.*, 2002 ; Henshilwood et Marean, 2003). Ses défenseurs s'appuient principalement sur les découvertes réalisées dans le Middle Stone Age africain, avec la découverte d'industries osseuses et d'évidences de symbolisme (d'Errico *et al,* 2001 ; d'Errico *et al.*, 2005 ; Henshilwood *et al.*, 2004 ; Vanhaeren *et al.*, 2006 ; Bouzouggar *et al.,* 2007).
Malgré leurs différences, ces deux grandes théories ont en commun le fait d'associer (plus ou moins directement) la notion de modernité comportementale et la population biologique considérée : l'Homme anatomiquement moderne (*e. g. :* Noble et Davidson, 1991).
Selon une troisième théorie, pendante de la deuxième, l'acquisition progressive d'innovation, et donc cette ancienneté de comportement « moderne », pourrait se trouver dans diverses populations, indépendamment de leur biologie (espèce ou sous-espèce de rattachement) (d'Errico *et al.,* 1998 ; d'Errico, 2003 ; Zilhao et d'Errico, 1999, 2003a, 2003b). Les auteurs de cette proposition suggèrent ainsi que les Néandertaliens ont développé, séparément de la population allochtone, des comportements modernes.

C'est dans ce cadre que s'intègre notre travail.

Les comportements de prédation dans ce contexte:

Dans les années 80, les premières études qui s'intéressent aux stratégies de subsistance de Néandertal le présentent comme un piètre prédateur, incapable de chasser les grands ongulés (Binford, 1984, 1988, 1989 ; Klein, 1989). Son alimentation est décrite alors comme reposant sur le charognage et l'exploitation de ressources à faible rendement énergétique. Ces hypothèses relèvent, cependant, plus d'idées préconçues que de réalités archéologiques (Speth, 2004) et s'appuient sur des données scientifiques dont on sait désormais qu'elles ont été obtenues à partir de méthodes inadaptées et/ou de matériel biaisé (Grayson et Delpech, 1994 ; Marean, 1998 ; Marean et Assefa, 1999 ; Bartram et Marean, 1999). Depuis, la quasi-totalité des études archéozoologiques entreprises ont sérieusement mis à mal ces théories en montrant que notre prédécesseur européen était capable de chasser des taxons de grandes tailles provenant de milieux parfois très différents (*e. g.* : Jaubert *et al.*, 1990 ; Brugal et David, 1993 ; Brugal, 1999a, 1999b ; Grayson et Delpech, 1994 ; Auguste, 1995 ; Gaudzinski, 1995, 1999, 2000 ; Speth et Tchernov, 1998, 2001 ; Pathou-Matys et Chabai, 2003).
Bien que les hypothèses, selon lesquelles les populations humaines antérieures à l'Homme anatomiquement moderne (HAM) étaient incapables d'exploiter de grands Herbivores, soient aujourd'hui largement remises en cause, l'existence de stratégies de chasse spécialisée pour les Néandertaliens est encore débattue par nombre d'auteurs (Mellars, 1973, 1989, 1996, 2004 ;

Strauss 1983). « *The concept of specialized hunting in Upper Palaeolithic context refers to the communal hunting of large numbers of animals and the processing of meat for storage* (David et Enloe, 1993). *The existence of this type of strategy, which requires a considerable degree of collaboration between hunters and the anticipation of prey movement, is still far from being accepted for the Neanderthals* (Binford, 1982; Morin, 2004; Strauss, 1992, 1997; Mellars, 1996) »[2] (Costamagno *et al.*, 2006). Dans ce cadre, l'hypothèse d'une incapacité des Néandertaliens à mener des chasses organisées et collectives dans le but de constituer des réserves alimentaires est avancée. Cette faible planification des besoins aurait comme conséquence une absence de spécialisation des activités (et donc des sites) au sein du territoire.

L'exploitation de l'environnement par les Néandertaliens est ainsi perçue par ces auteurs (tant du point de vue de la prédation que de la gestion de la matière première lithique) comme étant de type opportuniste, excluant toute possibilité d'anticipation des besoins. Comparativement à son successeur, ces différences seraient révélatrices de l'infériorité cognitive de l'Homme de Néandertal.

L'organisation des activités des Néandertaliens a souvent été abordée par l'étude de leurs productions lithiques et de la gestion de la matière première (Geneste, 1985 ; Kuhn, 1995).
L'organisation des activités des Néandertaliens au travers des comportements de prédation a, en revanche, été peu traitée dans la littérature (voir néanmoins : Chase, 1986 ; Farizy *et al,* 1994 ; Meignen *et al,* 1998 *;* Costamagno *et al.* ; 2006). Ces rares études ont cependant remis en question les hypothèses d'absence d'anticipation et ont proposé l'existence au Moustérien de stratégies d'exploitation du territoire complexes. Celles-ci se caractériseraient notamment par la mise en oeuvre de chasses collectives ainsi que la confection de stock de nourriture pour une consommation différée des denrées alimentaires. Cette organisation des activités se percevrait, notamment par une organisation temporelle des activités et une spécialisation des sites au sein du territoire.

Dans ce cadre, la saisonnalité de prédation est, de toute évidence, un facteur clé à prendre en compte pour la mise en évidence d'une gestion, dans le temps et dans l'espace, d'une économie de subsistance mais également d'une occupation raisonnée du territoire.

En effet, au gré des fluctuations saisonnières, le territoire des chasseurs-cueilleurs est considérablement modifié. Les ressources, qu'il est susceptible de fournir et dont la subsistance des populations humaines dépend, varient tant en qualité qu'en quantité. Au cours de l'année, les animaux passent au travers de différentes phases physiologiques (rut, mise-bas...) qui ont une incidence sur leur condition physique et donc sur les matières premières qu'ils sont susceptibles

[2] Au Paléolithique supérieur, la notion de chasse spécialisée fait souvent référence à la mise en œuvre de chasses communautaires avec abattage en masse de troupeaux et consommation différée des ressources nutritives ainsi obtenues. L'existence de ce type de stratégie qui nécessite des capacités de collaboration et d'anticipation importantes de la part des groupes de chasseurs-cueilleurs est encore loin d'être admise pour les néandertaliens.

de fournir aux groupes humains qui les exploitent (quantité de viande, qualité de la peau, richesse de la graisse, bois pour les cervidés (Speth, 1983 ; Speth et Spielmann, 1983)). Ainsi, l'intérêt des chasseurs pour une population animale donnée (une espèce, une classe d'âge, un groupe sociale...) peut fluctuer au cours de l'année.

En lien avec ces changements biologiques, le comportement social des proies subit d'importantes modifications. Suivant les périodes de l'année, les individus se regroupent ou se dispersent (Berger, 1986 ; Duncan, 1992 pour le Cheval ; Berger et Cunningham, 1994 pour le Bison ; Gordon, 1988 pour le Renne ; Varin, 1980 pour le Cerf) ; l'agressivité des mâles, notamment, augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche de la période de rut (*e. g.* : pour le Cerf : Varin, 1980). Les femelles réduisent leur déplacement pendant la période de mise-bas (Varin, 1980). Il en résulte pour le chasseur une nécessité d'adapter ses tactiques de chasses aux rythmes biologiques des proies.

Enfin, les variations saisonnières de l'environnement et les contraintes qui en découlent (accessibilité de la nourriture, température, accessibilité à des sources d'eau) ont une très forte incidence sur la dispersion des populations d'herbivores dans le territoire par le biais des migrations (Berger, 1986 ; Berger et Cunningham, 1994). Les hommes dont la subsistance repose sur l'exploitation d'une espèce particulière doivent, lorsque celle-ci migre, palier son absence. Ils peuvent alors la suivre, exploiter saisonnièrement un autre taxon, ou encore anticiper, à l'échelle de l'année, l'absence des proies en constituant des réserves de nourriture (Costamagno, 1999). Ainsi, « *dispersion and aggregation of populations is commonly a result of seasonal fluctuation in food and resource availability*[3] » (Monks, 1981, p. 179). Cette variation saisonnière de la taille des groupes humains a pour conséquence de profond changement sur la vie économique, sociale et spirituelle des groupes de chasseurs-cueilleurs (Mauss, 1905).

Aux grés des fluctuations saisonnières, le territoire des chasseurs-cueilleurs peut donc considérablement se modifier. Pour survivre, les Hommes doivent s'adapter à cet environnement potentiellement changeant. La planification de l'exploitation du territoire devient alors une nécessité pour ces populations nomades et l'anticipation dans la gestion des ressources une réalité.

Aborder la notion de prédation et de gestion des ressources alimentaires, sans d'abord, s'enquérir de la saisonnalité de leur acquisition s'avère donc préjudiciable à toute étude portant sur l'économie de subsistance de groupes de chasseurs-cueilleurs. Or, pour les Néandertaliens, cette question n'a été qu'exceptionnellement abordée (mais voir : Lieberman, 1993 ; Armand *et al.,* 2001 ; Wall, 2005). L'organisation temporelle des activités de prédation des groupes néandertaliens est l'orientation que nous avons donnée à notre travail.

[3] La dispersion et l'agrégation des populations est généralement une réponse aux fluctuations saisonnière dans la disponibilité des ressources alimentaires

Plusieurs méthodes ont été développées depuis les années cinquante pour déterminer la saisonnalité de prédation. Cependant, elles ne s'appliquent généralement qu'à une population animale bien particulière. L'étude de la croissance des bois (Bouchud, 1954, 1959) ne peut, par définition, ne concerner que les Cervidés mâles, ainsi que les femelles pour le Renne. L'étude des séquences de remplacement des dents (*e. g.* : Frison et Reher, 1970 ; Lowe, 1967), quant à elles, ne sont utilisables que sur les individus qui n'ont pas encore acquis leur denture définitive. À l'inverse, la cémentochronologie ne souffre pas des mêmes limites, elle permet ainsi d'étudier un plus grand nombre d'individus et ce, quel que soit le taxon, l'âge ou le sexe des animaux considérés (Gordon, 1988 ; Pike-Tay, 1991, 1995 ; Lieberman, 1993a, 1993b, 1994 ; Martin, 1994 ; O'Brien, 1994 ; Burke, 1995 ; Stutz, 2002a ; Griggo et Pubert, 1998 ; Armand *et al.*, 2001 ; Gourichon, 2004 ; Rendu, 2006 ; Rendu *in* Langlois, 2004 ; Wall, 2005). Cette méthode repose sur le décompte de marques de croissance au sein du cément dentaire résultant de changements physiologiques de l'individu en réponse aux fluctuations environnementales selon un cycle annuel.
Pour étudier les comportements saisonniers de prédation de la fin du Moustérien, c'est cette dernière méthode que nous avons privilégiée.

Les objectifs de ce travail

Nous proposons, par l'étude des saisonnalités de prédation de combler les lacunes des connaissances sur les stratégies mises en œuvre par les Néandertaliens pour exploiter son environnement à l'apogée de son développement technique, avant l'arrivée de l'Homme anatomiquement moderne.

Afin d'étudier la saisonnalité d'acquisition des ressources animales, une partie de notre recherche s'est focalisée sur la définition et l'optimisation d'une méthode. Le premier objectif que nous nous sommes fixé consiste en la mise au point d'un protocole d'analyse qui prend en compte l'ensemble des biais inhérents à son application au matériel archéologique (Stallibrass, 1982). Nous avons souhaité traiter deux aspects en particulier : l'échantillonnage et la conservation des structures saisonnières. Des études récentes ont mis en évidence l'existence de remobilisation des marqueurs saisonniers au cours de la diagenèse (Geusa *et al.,* 1999 ; Stutz, 2002a, 2002b). Nous avons ainsi cherché à intégrer au mieux à notre protocole les techniques développées par ces auteurs pour identifier ces phénomènes qui peuvent être à l'origine d'erreurs interprétatives (Stutz, 2002a, 2002b).

Notre deuxième objectif est de déterminer dans quelles mesures les stratégies mises en œuvre par les Néandertaliens peuvent être qualifiées d'archaïques par rapport à celles développées par l'Homme anatomiquement moderne, souvent considérées comme innovantes.
Nous essayerons de répondre notamment à ces questions :

- Quelles étaient les techniques de chasses développées par cet Hominidé ?

- A-t-il mené des chasses collectives à haut degré d'organisation, lui permettant d'abattre une grande quantité d'individus pour constituer des stocks ?
- Quel était le degré d'organisation temporelle de ses activités au sein de son territoire ? Possédait-il des sites spécialisés, sur lesquels il venait, à des moments bien précis de l'année, pour mener une action qui n'aurait pas pu être réalisée ailleurs ?
- Enfin, face aux changements saisonniers notamment, était-il capable d'adapter son comportement pour optimiser l'exploitation de son environnement ?

Deux axes d'investigations ont été retenus pour ce travail : un premier archéozoologique, qui s'intéresse aux comportements de prédation *sensu stricto* et un deuxième portant sur les stratégies d'exploitation du territoire développées par les Néandertaliens. L'utilisation croisée des données saisonnières et de l'archéozoologie permettront de reconstituer l'ensemble de la chaîne opératoire d'exploitation de l'animal : sa sélection, son abattage, son transport, son traitement et sa consommation. En mettant en parallèle la saison de mort des animaux présents dans les gisements moustériens avec l'éthologie, il nous sera possible d'en déduire l'état sanitaire des proies. Les modalités de sélection nous seront alors accessibles. De la même manière, en considérant cette fois, le comportement social du taxon au moment du décès, les stratégies de chasse mises en œuvre par le chasseur pourront être documentées.
L'intégration de ces résultats à l'ensemble des données archéologiques disponibles sur les sites nous permettra d'aborder leur fonction et leur place au sein des territoires humains. Ainsi pourrons nous discuter des types de mobilité développés par les groupes néandertaliens étudiés.

Choix des sites

Trois gisements de la fin du Moustérien, c'est-à-dire attribués au stade isotopique 3 (OIS 3), ont été retenus pour ce travail. Un gisement du début du Paléolithique supérieur, étudié dans le cadre de cette thèse, sert à comparer les stratégies d'exploitation du territoire mises en oeuvre par ces deux humanités.
Afin de cerner l'ensemble des modalités d'occupation du territoire, un site d'habitat, un camp de chasse et un site d'abattage constituent notre corpus de gisements moustériens :

- **Pech-de-l'Azé I** (Carsac-Aillac, Dordogne), interprété comme un **site d'habitat** (Soressi, 2002). Notons l'analyse archéozoologique complète de ce gisement a été réalisée dans le cadre de ce travail ;
- **La Quina**, niveau 6c (Gardes-le-Pontaroux, Charente), site d'occupation de durée moyenne, peut être un **camp de chasse** (Bierwirth 1996) ;
- **Mauran** (Mauran, Haute Garonne), **site d'abattage** de Bison (Farizy *et al.*, 1994) ;

Le gisement aurignacien d'**Isturitz** (Saint-Martin d'Arbéroue, Pyrénées-Atlantique), décrit comme un **site d'habitat aurignacien** (Normand *et al.*, 2005) a été retenu pour renseigner les comportements saisonniers de prédation au début du Paléolithique supérieur.

Le tableau suivant résume la quantité de matériels analysés pour chacun des sites concernés ainsi que le nombre d'unités stratigraphiques concernées par cette analyse.

Site	Nombre d'unités stratigraphiques analysés	OIS	Industries associées	Taxons étudiés	NI
Pech-de-l'Azé I	3	OIS 3	MTA	Cerf et Bison	46
La Quina	1	OIS 3	Moustérien à Denticulés	Bison	12
Mauran	1	OIS 3	Moustérien à Denticulés	Bison	23
Isturitz	5	OIS 3	Aurignacien ancien à composante archaïque	Cheval et Renne	17

Tableau 1 : Introduction – Présentation du matériel analysé dans le cadre de ce travail en nombre d'individus (NI).

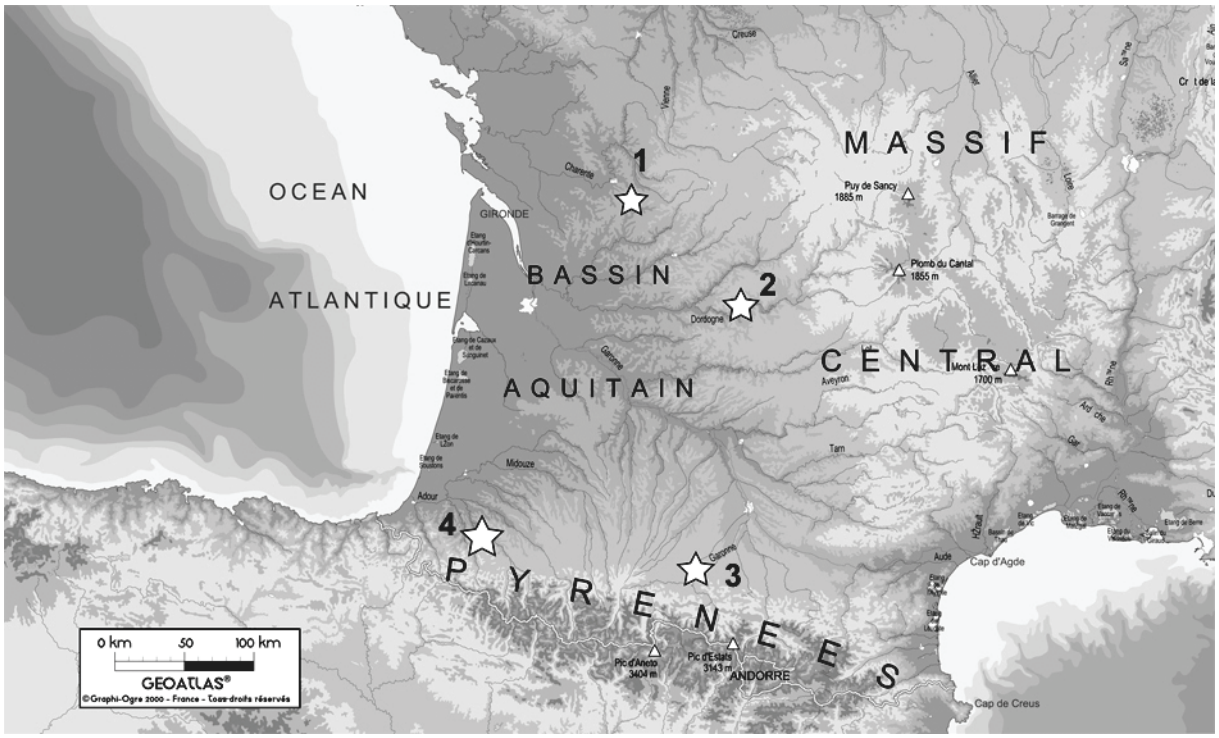


Figure 1 : Introduction - Localisation géographique des sites étudiés dans le cadre de ce travail. 1 : La Quina ; 2 : Pech-de-l'Azé I ; 3 : Mauran ; 4 : Isturitz.

Pech-de-l'Azé I

Le gisement de Pech-de-l'Azé I, (Carsac-Aillac, Dordogne) a été fouillé à de multiples reprises lors des deux derniers siècles. Cependant, aucune étude exhaustive de la faune n'avait été conduite sur ces différents niveaux. Toutefois, J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) avait souligné une importante divergence dans la saisonnalité de prédation entre les différentes unités qu'il avait étudiées. Il nous est donc apparu capital d'intégrer ce site à notre recherche. Sur ce gisement nous avons mené l'ensemble de l'étude de la faune afin d'établir la chaîne opératoire complète de

prédation. Tous les niveaux ont été étudiés pour proposer une approche diachronique de la fonction du site et des modalités de son occupation par les Néandertaliens.

La Quina

Le choix du gisement de La Quina (Gardes-le-Pontaroux, Charente) vient des nombreuses correspondances entre ce gisement et le précédent : tant dans la paléotopographie, que dans l'industrie lithique associée, ainsi que dans les hypothèses sur la fonction du site et l'espèce dominante (pour au moins le niveau concerné).L'étude cémentochronologique a pour objectif ici d'apporter des éléments quant à la compréhension des stratégies de prédation et de renseigner la fonction du site.

Mauran

Le choix du gisement de Mauran (Mauran, Haute Garonne) a été motivé par les caractéristiques exceptionnelles qu'offre son assemblage osseux, et principalement les vestiges des quelques 150 bisons (vraisemblablement abattus sur place) mis en évidence lors des différentes campagnes de fouilles (Farizy *et al.*, 1994). Il est apparu essentiel de préciser la saison d'abattage des Bisons pour identifier par quel procédé autant d'individus avaient pu être abattus.

Isturitz

Au cours de cette thèse, dans le cadre de la réévaluation du potentiel archéologique du gisement d'**Isturitz** (Saint-Martin d'Arbéroue, Pyrénées-Atlantique), Chr. Normand nous a proposé de reprendre l'étude des comportements saisonniers de prédation des Aurignaciens de ce gisement. L'utilisation de cet extra-groupe permet une comparaison des stratégies de prédation de part et d'autre de la transition Paléolithique moyen-Paléolithique supérieur.

Plan du manuscrit

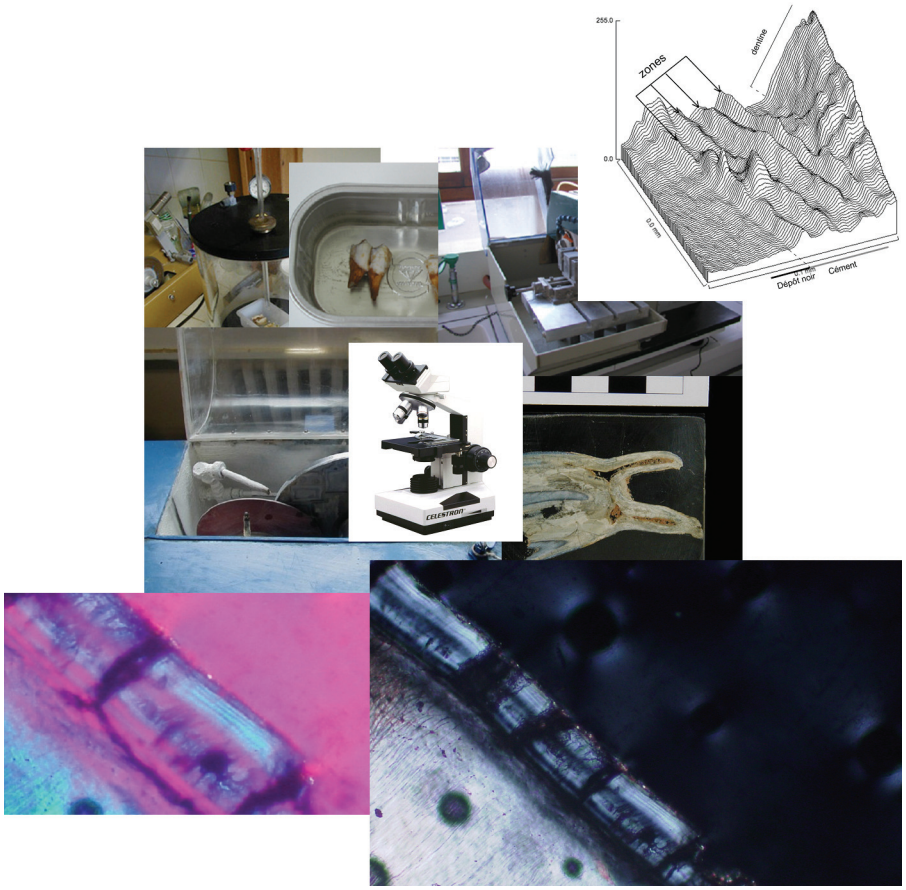
Le manuscrit est organisé en trois parties. La première présente la méthode employée dans ce travail. Les mécanismes, les avantages et les limites de la cémentochronologie sont détaillés ainsi que le protocole opératoire retenu pour ce travail.

La deuxième partie de ce mémoire expose les quatre études que nous avons menées. Les résultats et les interprétations qui en découlent sont présentés et discutés site par site.

Enfin, la dernière partie propose une synthèse des données obtenues au cours de notre thèse et conclut sur les comportements de prédation et l'organisation saisonnière des activités au sein du territoire de ces derniers Néandertaliens.

Méthode d'étude :

La cémentochronologie



Chapitre I : Méthode

Partie I : Méthodologie

I Chronobiologie, Sclérochronologie, Squelettochronologie et Cémentochronologie

I-1 Définitions des termes

La squelettochronologie et plus généralement l'ensemble des termes utilisés au sein de cette discipline ont été définis dans leur sens français lors du Colloque de Bondy en 1991 portant sur les « *Tissus durs et âge individuel des vertébrés* ».

La **Chronobiologie** est "*La discipline scientifique qui mesure et explore les mécanismes des structures temporelles biologiques et leurs relations dans les manifestations rythmiques de la matière vivante*" (Cugini, 1993). Les disciplines qui s'intéressent à l'étude des marqueurs temporels au sein des organismes sont donc inclues dans cette définition.
Ainsi, la **Sclérochronologie** (Baglinière *et al.*, 1992) est « *une discipline des sciences biologiques se fixant pour but l'estimation du temps (en particulier de l'âge) à partir de marques enregistrées et conservées par les tissus durs chez les animaux* » (Le Gall, 1999, p. 69). La **Squelettochronologie** (Castanet *et al.*, 1977) est la branche de la sclérochronologie qui s'intéresse à l'étude des marques de croissances au sein des éléments squelettiques des vertébrés, principalement des os, des dents et des cartilages calcifiés (Baglinière *et al.*, 1992). Elle inclut ainsi l'ensemble des études portant sur les marqueurs de l'émail (Mays, 1995), de la dentine (Klevezal' et Kleinenberg, 1969) et du cément On parlera alors de **Cémentochronologie**.

Les **marqueurs de croissance** observés par ces disciplines sont définis comme *« l'ensemble des marques histomorphologiques formées dans les tissus durs en cours de croissance, quelles que soient leur structure ou leur signification* » (Baglinière *et al.*, 1992, p. 444). Différents noms leur sont donnés suivant le type de dépôt et la méthode d'observation employée, on parle de couche, de marque, d'anneau ou de bande de croissance ou encore d'incrément ou de dépôt. Ces incréments sont de trois types

- Les **Zones** (Baglinière *et al.*, 1992), sont des bandes de croissance résultant d'une « *ostéogenèse rapide en liaison avec une activité métabolique importante au cours de la* belle saison *»* (Demars, Le Gall et Martin, 2007, p. 109). Elles sont aussi nommées bandes à croissance rapide.
- Les ***Annuli*** (sing. : ***Annulus***), ou bandes à croissance lentes, sont formés pendant une phase de ralentissement de l'ostéogenèse. Ils sont plus étroits que les dépôts précédents.
- Les ***Lignes d'Arrêt de Croissance***. La ***LAC*** est une « *structure de faible épaisseur (quelque µm), la plus chromophile, très biréfringente et souvent hyperminéralisée (peut exister au sein d'un Annulus ou seule en alternance avec les couches de croissance rapide* » (Baglinière *et al.*, 1992, p. 444).

I-2 Historique de la cémentochronologie

I-2-a De 1667 à 1968 : la naissance et développement d'une méthode

Au cours du XVIIe siècle, l'invention du microscope permet aux naturalistes de réaliser toute une succession de découvertes qui révolutionnent la vision du monde vivant. C'est dans ce contexte que le cément est mis en évidence dès 1667 par l'un des pères de la biologie moderne, Marcello Malpighi (*in* Zander et Hürzeler , 1959).

La cémentochronologie (bien que le terme n'a été inventé que bien plus tard) est une discipline apparue dans le contexte de réflexions naturalistes de la fin du XIX^{e}siècle et développée par les biologistes. Ainsi, dès 1878, M. E. Magitot puis G. V. Black (1887 *in* Zander et Hürzeler , 1959) corrèlent l'épaisseur du cément à l'âge des individus et concluent à une croissance continue de ce tissu. Au début du XXe siècle, les recherches se concentrent principalement sur le cément de dents humaines et ont pour but de valider la croissance continue du cément (voir Zander et Hürzeler , 1959).

C'est à partir des années cinquante que les biologistes vont utiliser la cémentochronologie pour l'étude des populations animales marines tels le Phoque (Scheffer, 1950) et l'Eléphant de mer (Laws, 1952). Avec le développement des parcs naturels (principalement des Etats-Unis et du Canada) et la nécessité pour les naturalistes de suivre l'évolution des populations animales, que la méthode est ensuite appliquée aux mammifères terrestres. « *La recherche sur les marques de croissance inscrites dans les tissus durs des animaux (os, dentine, cément, bois) ouvraient à cette époque de nouvelles perspectives pour l'analyse dynamique des populations. Grâce au prélèvement cynégétique, au marquage des jeunes et aux contrôles sanitaires effectués sur plusieurs générations, les travaux en éco-démographie disposaient en principe de tout un ensemble de données sur les relations entre ces phénomènes et les cycles de vie de l'animal.* » (Gourichon, 2004, p. 96).

Cette période est notamment marquée par les travaux de : D. E. Sergeant et D. H. Pimlott (1959) sur l'Orignal (*Alces alces*), B. Mitchell (1963) et V. P. W. Lowe (1967) sur le Cerf élaphe d'écosse et R. E. Keiss (1969) sur le Wapiti (*Cervus elaphus*), E. H. McEwan (1963) sur le Caribou (*Rangifer tarandus*), W. A. Low et I. T. Cowan (1963), A. B. Ransom (1966) et F. F. Gilbert (1966) sur le Cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), J. A. Erikson et W. G. Seliger, (1969) pour le Cerf mule

(*Odocoileus henionus*) et N. S. Novakowski (1965) sur le Bison des plaines (*Bison bison*). Enfin, cette période aboutit au travail de G. A. Klevezal' et C. E. Kleinenberg (1967, 1969) qui propose la première (et à notre connaissance toujours la seule) synthèse sur l'ensemble des données disponibles sur la cémentogenèse de plusieurs dizaines de mammifères.

I-2-b Depuis 1968 : application à l'archéologie et recherche des mécanismes

La fin des années 1960 est un tournant dans la recherche en cémentochronologie et ce à double titre. Tout d'abord, en parallèle avec la constitution de référentiels, débute une période de test et de normalisation de la méthode (Morris, 1972) ainsi que de réflexion sur les mécanismes à l'origine de l'alternance des vitesses de croissance (*e. g.* : Klevezal'et Kleinenberg, 1969 ; Saxon et Higham, 1968 ; Jones et Boydes, 1974 ; Grue et Jensen, 1979 ; Stallibrass, 1982). La première application au fossile est tentée par A. Saxon et H. Higham (1969), dans l'étude d'un gisement néolithique.

Toutefois, la première étude qui développe une véritable problématique archéologique est celle de A. E. Spiess (1979) et son approche concernant la reconstitution des comportements de prédation sur le gisement de l'Abri Pataud (Dordogne, France). L'auteur utilise la méthode de décalcification, puis de coloration par de l'hématoxyline de la dent, couramment utilisée par les biologistes (*e. g.* : Klevezal' et Kleinenberg, 1969 ; Grue et Jensen, 1979 ; www.matsonslab.com). Cette démarche s'est révélée malheureuse car les dents en se fossilisant perdent la très grande majorité de leur collagène (Child, 1995). Cette déminéralisation a donc abouti à la destruction de la quasi-totalité de l'échantillon analysé et, sur 171 dents, seules onze ont fourni des informations saisonnières.

Cette étude bien que n'ayant qu'une faible valeur archéologique présente un double intérêt méthodologique. Premièrement, elle a démontré l'applicabilité de la méthode sur du matériel ancien. Deuxièmement, cet auteur a communiqué sur son « raté » qui a eu pour conséquence la destruction de 160 dents et, en publiant ce résultat négatif (fait particulièrement rare dans nos disciplines), il a évité la reproduction de cette erreur par d'autres chercheurs. A sa suite, S. Stallibrass (1982) propose un protocole d'étude pour l'application à l'archéologie de la cémentochronologie et recommande, en outre, l'inclusion en résine et l'utilisation systématique de l'observation sous lumière polarisée.

Il faut ensuite attendre la fin des années quatre-vingt pour que des synthèses régionales centrées sur l'étude d'un taxon se développent avec B. C. Gordon (1988) sur l'exploitation du Renne dans le Magdalénien français et belge, A. Pike-Tay (1991) sur la question de l'exploitation du Cerf dans le Paléolithique français et A. Burke (1995) sur celle du Cheval.

D. E. Lieberman (1993a, 1993b, 1994, 1998) améliore significativement la discipline lors de son étude de la cémentogenèse des antilopes pléistocènes du Moyen-Orient. Il emploie une analyse d'image qui lui permet de quantifier l'état de croissance de la dernière bande (Lieberman *et al.*,

1990). De plus, l'approche expérimentale qu'il propose va contribuer à la connaissance des mécanismes biologiques à l'origine de l'alternance des dépôts et également à une meilleure compréhension des différences minéralogiques entre les deux structures saisonnières (Lieberman et Meadow, 1992).

C. J. O'Brien (1994) utilise l'outil squelettochronologique dans une optique ethnoarchéologique sur les chasseurs-cueilleurs africains. Il s'intéresse aux mécanismes de la cémentogenèse des populations d'Ongulés des régions inter-tropicales. H. Martin (1994, 1998) mène une étude sur les sites postglaciaires et marque un changement dans l'approche du matériel fossile. L'aspect novateur de cette étude vient du fait qu'elle est pluri-spécifique et les notions d'éventuelles complémentarités au sein de la diète ainsi que la fonction et l'occupation des sites peuvent être abordées. L'approche naturaliste de l'auteur a permis d'aborder la question des saisons de chasse sous un angle jusque-là ignoré et constitue un tournant dans la problématique de la cémentochronologie en contexte préhistorique.
Plus récemment, A. Pike-Tay et collaborateurs (1999) se sont appliqués à étudier les changements de stratégie saisonnière de prédations lors de la transition du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur dans les Cantabres.

Parallèlement à l'application à l'archéozoologie, l'emploi de la cémentochronologie sur des dents humaines se développe dans le cadre de la médecine légale (Stott et al., 1982). La « récupération » de cette technique par les anthropologues funéraires redonne un deuxième souffle à la discipline et de nombreuses études sont alors initiées (citons notamment : Großkopf, 1990 ; Wright, 1990 ; Geusa et al., 1996 ; Geusa et al., 1999 ; Klevezal' et Shishlina, 2001). G. Geusa et collaborateurs (1999) proposent l'une des plus importantes et complètes (en termes d'individus analysés) étude sur le cément humain dans une optique archéologique avec l'analyse de 129 individus d'une nécropole romaine.
C'est à cette époque que G. A. Klevezal'(1996), qui, entre temps, a proposé plusieurs approches archéologiques, publie la deuxième monographie majeure sur la discipline en proposant une synthèse globale de son application sur le vivant et établissant définitivement la réalité biologique du phénomène saisonnier.

Jusque là, peu d'études ont abordé la question de la conservation du cément (mais voir Geusa et al., 1999). Il faut attendre les travaux de A. J. Stutz (2002a, 2002b) pour que les modifications post-mortem du cément commencent à être étudiées. Ce travail constitue, selon nous, le deuxième tournant majeur de la discipline, il comble une des lacunes qui existaient dans l'application de la squelettochronologie à l'archéologie : l'aspect taphonomique et il dégage de nouveaux terrains de recherche.

Plus récemment, le travail de L. Gourichon (2004) se présente comme une étude multi-marqueur des comportements saisonniers pendant la néolithisation dans le Levant. Ici l'outil

squelettochronologique est utilisé conjointement avec la présence d'espèces migratrices dans l'avifaune ainsi que les séquences d'éruptions dentaires.

Pour finir, les études cémentochronologiques, appliquées à l'archéologie, se sont concentrées sur des problématiques environnementales. Les travaux de T. E. Peck (2004) posent la question de l'existence de migration et de leurs modalités chez le Bison des grandes plaines. Enfin, signalons les travaux de C. M. Wall (2005 ; Wall et Wall, 2006) qui utilise l'outil cémentochronologique appliqué aux Caprinés dans une optique tant archéologique (Moustérien du Sud de l'Espagne) que paléo-environnementale.

I-3 La cémentochronologie : une discipline actuelle

De cet historique qui ne vise pas à l'exhaustivité, il faut souligner les ponts existants entre archéologues et biologistes, les uns contribuant aux problématiques des autres et réciproquement. On peut cependant s'étonner car, si la cémentochronologie est désormais la méthode la plus utilisée par les biologistes de la vie sauvage pour déterminer l'âge au décès des animaux et leur saison de mort (*e. g.* : Landon *et al.,* 1998 ; Moffit, 1996, 1998 ; Azorit *et al.* 2004 ; Costello *et al.*, 2004 ; voir surtout www.matsonslab.com), son emploi en archéologie reste malgré tout limité. Naturellement un tel emploi crée des contraintes supplémentaires : aux problèmes de conservation de l'enregistrement saisonnier, se rajoutent ceux inhérents à l'approche du matériel archéologique et notamment : l'échantillonnage. Surmonter ces difficultés, par une méthode adaptée, est ainsi devenu essentiel pour accéder à cette mine d'informations que constituent les études cémentochronologiques pour la caractérisation des comportements des chasseurs-cueilleurs préhistoriques.

II Le cément

II-1 Les tissus dentaires, leur localisation, leurs caractéristiques

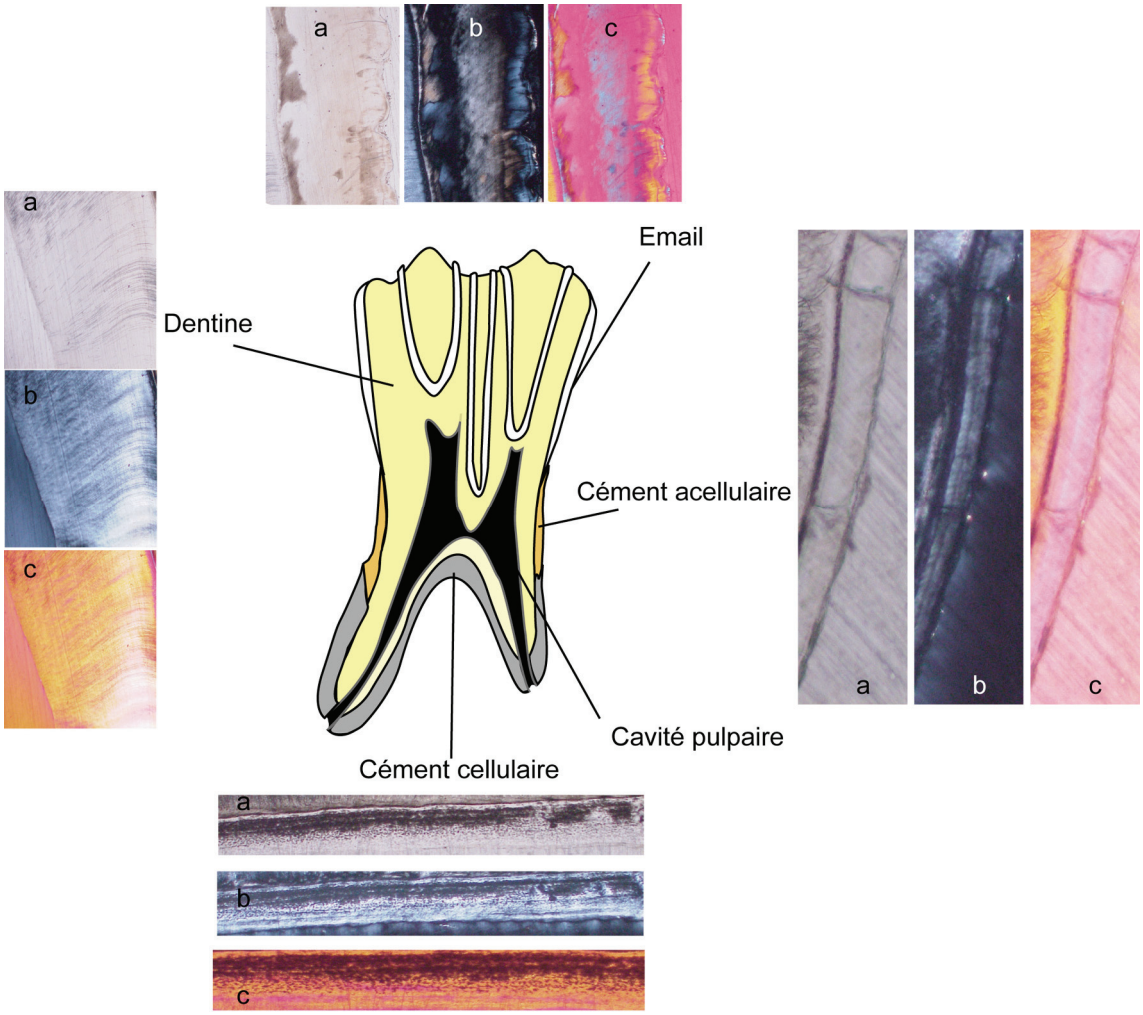


Figure 2 : Méthode - Coupe schématique d'une molaire inférieure d'artiodactyle. Photographies des différents tissus minéralisés a : sous lumière naturelle, b : sous lumière polarisée, c : sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde.

La dent est formée de tissus constitués de cristaux d'apatite et de collagène qui s'organisent autour de la cavité pulpaire (Figure 2). Du plus minéralisé au moins minéralisé, ces tissus sont : l'émail (96% de la masse est constituée de cristaux d'hydroxy-apatite), la dentine (71% d'hydroxy-apatite) et le cément (60% d'hydroxy-apatite, *e. g. :* Lieberman et Meadow, 1992 ; Diekwisch, 2001). Cette association de trois tissus minéralisés aussi différents est unique dans le squelette des mammifères, tout comme elle est particulièrement rare dans le monde animal (Diekwisch, 2001).

II-2 Nature et fonctions du cément

II–2-a Nature

Le cément est un tissu osseux conjonctif qui se dépose sur la surface extérieure de la racine dentaire. Il assure le lien entre cette dernière et les fibres du ligament parodontal. Ce tissu est constitué d'une matrice de collagène sur laquelle s'organisent des cristaux d'hydroxy-apatite (Takano *et al.*, 2000). Deux types de cellules peuvent y être rencontrées : les cémentoblastes et les cémentocytes, très proches des ostéoblastes et des ostéocytes (Lieberman et Meadow, 1992; Lieberman, 1993c ; Geusa *et al.,* 1999). Les premières « *deposit cementum on the surface of root dentine and within and around the Sharpey's fibers that originate in the periodontal ligament.*[4] » (Lieberman, 1993a, p. 98). Les secondes, les cémentoblastes, sont inertes.

Comme le souligne D. E. Lieberman (1993a, p. 89-90) : *« Once calcified, cementum is rarely remodeled or destroyed in* vivo *(remodeling of cementum is almost always associated with root caries or other infections). (...)For these reasons, incremental structures in cementum have been widely used by wildlife biologists to monitor animal demography.*[5] ».

II–2-b Fonctions

Le cément interagit avec l'os alvéolaire par la gencive et surtout le ligament parodontal pour assurer l'ancrage de la dent dans son alvéole (Figure 3). Lors de la mastication, les forces importantes qui se développent, entraînent des mouvements mésio-distaux et vestibulo-linguaux de la dent. Il en résulte un tassement de l'os alvéolaire. Par sa croissance progressive, le cément maintient la racine stable et en limite les mouvements (Schmidt et Keil, 1971). De plus, par son apposition sur la partie apicale de la racine, il permet, en augmentant artificiellement la longueur de cette dernière, de maintenir en occlusion la dent au fur et à mesure de son usure (Brown et Chapman, 1990 *in* Lieberman et Meadow, 1992). À ces deux fonctions principales s'ajoute une troisième : réparer les lésions qui peuvent affecter les racines (Lindskog *et al.*, 1987; Geusa *et al.,* 1999).

[4] Les premières déposent le cément à la surface de la dentine de la racine et autour des fibres de Sharpeys qui trouvent leur origine dans le ligament parodontal.

[5] Une fois calcifié, le cément est rarement modifié ou détruit durant la vie de l'animal (le remodelage du cément est généralement associé aux caries racinaires et autres infections). (…) Cette raison explique pourquoi les structures du cément ont été très largement utilisées par des biologistes pour étudier la démographie animale.

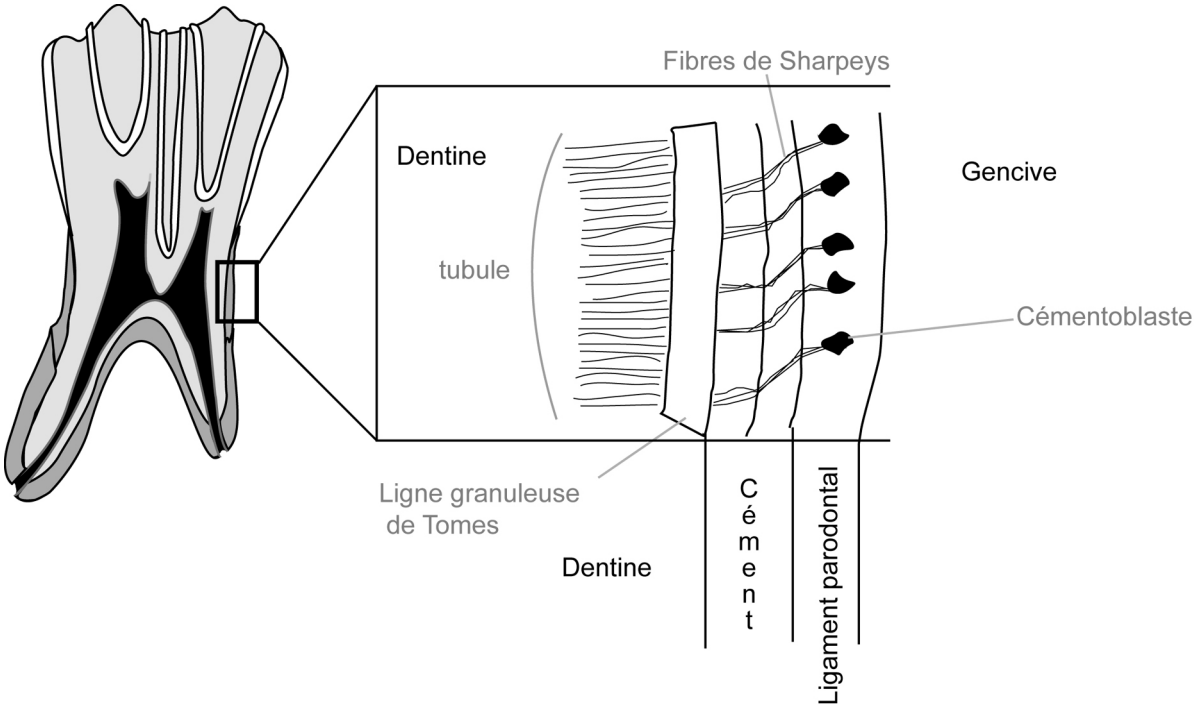


Figure 3 : Méthode - Schéma représentant les relations entre la dentine, le cément et le ligament parodontal (modifié d'après Lieberman et Meadow, 1992 p. 67).

II-3 Cémentogenèse

La matrice de collagène est constituée de deux types de fibres.

- Les premières, dites extrinsèques, sont synthétisées par les fibroblastes du ligament parodontal. Ce sont les fibres de Sharpey (Lieberman et Meadow, 1992). Elles permettent le lien entre la couche granuleuse de Tomes (bord extérieur de la dentine) et le ligament parodontal (qui fait le lien entre la racine et le tissu gingival). Elles sont orientées perpendiculairement à la surface de la dent.
- Les secondes sont produites par les cémentoblastes et qualifiées d'intrinsèques. Ces fibres sont perpendiculaires aux précédentes et sont minéralisées par les mêmes cémentoblastes. Leur travail terminé, ceux-ci peuvent alors ce transformer en cémentocytes (Geusa *et al.,* 1999).

Différents processus de croissance définissent deux types majeurs de cément (Lieberman et Meadow, 1992 ; Geusa *et al.* ; 1999 : Stutz, 2002a) : le cément cellulaire (CC) et le cément acellulaire (AC). Chacun d'eux présente un potentiel différent quant à l'enregistrement des informations saisonnières.

II-3-a Le cément cellulaire

« Cellular cementum is defined by the inclusion of cementocyte voids, typically 5-10 µm in diameter and distributed throughout the tissue [6]» (Stutz, 2002a, p. 84).

Il se caractérise par une croissance plus rapide que le cément acellulaire, ce qui explique la présence des cémentocytes piégés dans la matrice de collagène (Figure 4). D'après A. Boyde et S. J. Jones (1972), cette croissance rapide expliquerait la faible proportion de fibres extrinsèques de ce cément. En raison de la vitesse de dépôt, l'épaisseur de ce cément est largement supérieure à celle de l'acellulaire.

Ce cément cellulaire est localisé entre les racines des dents multi-radiculées, au niveau de l'apex de la dent (Figure 2) ainsi que, pour certains taxons d'ongulés, sur l'émail (Jones et Boyde, 1974 ; Burke et Castanet, 1995).

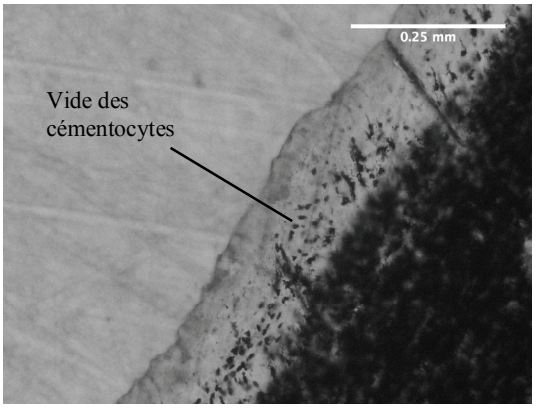


Figure 4 : Méthode - Cément cellulaire inter radiculaire, observation en lumière naturelle à faible grossissement (x40). Les points noirs correspondent aux vides laissés par les cémentocytes.

II-1-b Le cément acellulaire

Par comparaison, le cément acellulaire présente une croissance lente. C'est pourquoi les cémentoblastes vont rester à la surface du cément. Ils ne se trouvent donc pas piégés donc par les dépôts de cément et ne se transformeront pas en cémentocytes. Ce cément se caractérise par l'absence de vide lié à ces cémentocytes (Lieberman et Meadow, 1992) et, également, par une proportion très importante des fibres extrinsèques du collagène (fibres de Sharpey). Il se dépose principalement sur les faces mésiale et distale des dents sur la première moitié de la racine.

III L'enregistrement saisonnier

Le cément, comme n'importe quel matériau osseux (Castanet *et al*., 1977 ; Castanet *et al.*, 1993 ; Le Gall, 1999), est soumis à des variations de la vitesse de croissance. Ces derniers répondent à un cycle annuel (Scheffer, 1950 ; Laws, 1952 ; Peabody, 1961 ; Klevezal' et Kleinenberg, 1969 ;

[6] Le cément cellulaire est défini par la présence de vides liés au cémentocytes, d'une largeur de 5 à 10 µm et distribué au sein du tissu.

Jones et Boydes, 1974 ; Grue et Jensen, 1979 ; Lieberman et Meadow, 1992 ; Burke et Castanet, 1995 ; Klevezal', 1996 ; Stutz, 2002a).

III-1 Caractérisation de l'enregistrement saisonnier

L'enregistrement saisonnier est matérialisé par la succession d'un dépôt d'une bande de cément à croissance rapide (la *zone*) et d'une bande à croissance lente (l'*annulus*). Le premier se forme à la belle saison et le second pendant la période de ralentissement du métabolisme de l'animal. Un couple associant une bande à croissance rapide et une bande à croissance lente correspond donc à l'enregistrement d'une année de vie de l'animal. Naturellement, les changements dans la vitesse de formation de ces dépôts vont entraîner des différences de constitution (proportion de la part minérale) et de structure (orientation des fibres de collagène ; Lieberman et Meadow, 1992 ; Lieberman, 1993a ; 1993c).

Les biologistes ont très vite reconnu le potentiel informatif de ces dépôts, notamment pour l'approche démographique des populations animales. Ainsi, de très nombreux référentiels établis à partir d'animaux d'âge et de saison de mort connus ont été réalisés pour vérifier la reproductibilité de la méthode sur un très grand nombre d'espèces de mammifères. De nombreux référentiels ont été réalisés. La succession des zones et des *annuli* a ainsi pu être attestée pour l'ensemble des mammifères testés et la corrélation directe avec les changements saisonniers est maintenant reconnue comme une réalité biologique (Klevezal', 1996).

III-1-a Enregistrement saisonnier dans le cément cellulaire

Dans le **cément cellulaire,** qui se dépose dans la zone inter-radiculaire et dans la partie apicale des racines, les dépôts à croissance rapide, d'une épaisseur de 50 à 100 µm, comportent des vides liés à d'abondants cémentocytes. Les dépôts à croissance lente, d'une épaisseur très variable (5 à 40 µm), se caractérisent par un taux de minéralisation plus important et la rareté voire l'absence de cémentocytes (Figure 5). Toutefois, l'épaisseur variable d'une même couche, ainsi que son irrégularité, peuvent rendre ce cément cellulaire difficile à lire.

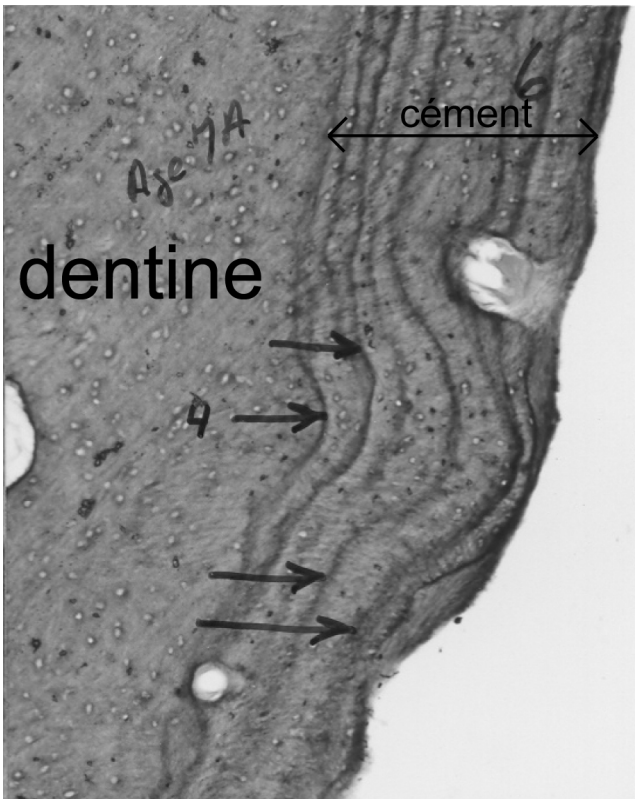


Figure 5 : Méthode – Photographie des dépôts de cément au sein du cément cellulaire. Coupe transversale dans la racine d'une incisive de *Bison bison* actuel de 6 ans, effectuée par G. Matson du *Matson Labratory* (USA), après décalcification puis coloration à l'hématoxyline de la dent. L'observation s'est faite en lumière réfléchie sous microscope. Les flèches situent les *annuli*, échelle inconnue.

(modifié d'après une illustration réalisée et fournie par G. Matson)

Il est ici possible de remarquer les importantes variations dans l'épaisseur des dépôts et les différences de constitution entre *zone* et *annulus*.

III-1-b Enregistrement saisonnier dans le cément acellulaire

Dans le **cément acellulaire**, les variations de l'enregistrement saisonnier portent sur l'organisation des fibres de collagènes et le degré de minéralisation.

- Entre les deux dépôts, un changement d'orientation des fibres de Sharpey peut être observé (Lieberman, 1993c). La matrice de collagène du cément acellulaire, dont la croissance s'organise autour de ces mêmes fibres, subit donc la même réorientation. Ces fibres ont une orientation proche de la perpendiculaire à la surface de la dentine dans les Zones. Cette orthogonalité est moins marquée pendant le dépôt des *Annuli* (Lieberman, 1993c ; Martin, 1994).
- L'étude par microradiographie du cément (Lieberman, 1993a, 1993c) met en évidence une différence de minéralisation entre les deux incréments saisonniers. La période de ralentissement métabolique entraîne une diminution de la quantité de collagène déposé et, par rétro-effet, une augmentation relative de la part minérale dans les dépôts à faible vitesse de croissance (Stallibrass, 1982 ; Gordon, 1988 ; Lieberman, 1993c).

Le cément acellulaire, en raison de sa croissance régulière et des différences fortes qui existent entre ces deux dépôts saisonniers, a été préféré à son homologue cellulaire par la majorité des cémentochronologues qui travaille sur le fossile (*e. g.* : Pike-Tay, 1991 ; Lieberman, 1993a, 1994 ; Martin, 1994 ; Burke, 1995 ; Armand *et al.,* 2001 ; Gourichon, 2004). A. J. Stutz (2002a, p 89) souligne : *« Lieberman persuasively suggests that the acellular cementum provides a more accurate record of*

season of death than does cellular cementum. He observes that because acellular cementum principally functions to connect the tooth to the periodontium, it is always under maintenance or growth, while cellular cementum deposition appears to be punctuated by true cementocyte resting phases that could be triggered by non-seasonal factors (Lieberman and Meadow 1992 ; Yamamoto et al. 1997, 2000). Thus, Lieberman concludes that acellular cementum should be more sensitive to seasonal changes in diet and overall body condition (1993a, 1993b, 1994)[7] *».* Pour ces raisons, notre étude a porté exclusivement sur le cément acellulaire.

III-2 Les causes de l'alternance

Bien que le phénomène d'alternance soit connu depuis de nombreuses décennies, les processus qui en sont à l'origine ne sont encore que partiellement compris. Dès le début de la discipline, des chercheurs ont tenté de répondre à cette question (Klevezal' et Kleinenberg, 1969). Cependant, deux éléments gênent encore et toujours, leurs investigations : la méconnaissance de la cémentogenèse et une ignorance de la part du déterminisme génétique et environnemental (Gourichon, 2004).

De très nombreuses synthèses de qualité sur ce sujet ayant été réalisées par nos prédécesseurs (Grue et Jensen, 1979 ; Stallibrass, 1982 ; Pike-Tay, 1991 ; Lieberman, 1994 ; Martin , 1994 ; Klevezal, 1996 ; Geusa *et al.,* 1999 ; Stutz, 2002a ; Gourichon, 2004), nous nous contenterons ici de faire une présentation des idées principales, en renvoyant le lecteur vers les travaux précédents pour de plus amples informations.

III-2-a Facteurs exogènes

Sont regroupés sous ce terme des facteurs aussi divers que les variations du cycle circadien, de température, de pluviométrie, autrement dit l'ensemble des variations environnementales saisonnières. Par comparaison avec les autres disciplines de la sclérochronologie, G. A. Klevezal' et S.E. Kleinenberg (1969) mettent en relation les caractéristiques optiques des couches de cément et la rigueur des événements saisonniers. Ils en déduisent une corrélation entre les changements environnementaux saisonniers et la vitesse de croissance du cément, donc le type de dépôt.

Cette hypothèse a été reprise par W. L. Robinette et A. L. Archer (*in* Gourichon, 2004) qui identifient dans le cément d'une Gazelle de Thomson un *annulus* beaucoup plus épais que les autres dépôts correspondant, selon eux, à l'enregistrement d'une sécheresse extrême. Cependant, s'il semble qu'un individu peut ponctuellement enregistrer des variations particulières de son environnement, les études qui ont été menées sur un grand nombre d'individus d'origine

[7] Lieberman suggère que le cément acellulaire livre un meilleur enregistrement de la saison de mort que son homologue cellulaire. Il observe que, parce que sa fonction est de maintenir en contact la surface de la racine et le ligament parodontal, il est toujours en période de croissance, alors que le cément cellulaire subit de véritables périodes de pause dans la cémentogenèse, avec notamment des pauses de l'activité des cémentocytes. Ces pauses peuvent être initiées par des facteurs autres que saisonniers. Ainsi, Lieberman conclut que le cément acellulaire devrait être plus sensible aux changements saisonniers du régime alimentaire et de l'état global du corps (1993a, 1993b, 1994a).

spécifique différente, vivant dans le même biotope (*e. g. :* Grue et Jensen, 1979) ne permettent pas d'identifier un enregistrement de ces fluctuations par un ensemble d'individus issus d'une ou de plusieurs populations. Il faut donc en conclure que, si dans certains cas bien précis les variations environnementales vont influer sur la vitesse d'apposition (donc la nature du dépôt qui est corrélée à la croissance), ce ne sont pas les seuls facteurs qui interviennent. Autrement, l'ensemble des mammifères vivant dans le même environnement devrait présenter exactement les mêmes variations de l'épaisseur des dépôts, ce qui n'est pas le cas.
Il semble donc que les facteurs exogènes seuls ne peuvent pas expliquer complètement l'alternance des dépôts.

III-2-b Facteurs endogènes

Les cycles hormonaux et les cycles reproductifs constituent les facteurs endogènes. Les phases de rut, de parturition et de mise bas ont une incidence directe sur le comportement et les capacités d'un individu à se sustenter (Varin, 1980 ; Berger, 1986). Le métabolisme des mammifères est donc directement ou indirectement soumis à ces variations. Ainsi, A. Saxon et C. Higham (1969) mettent en relation la formation d'*annuli* et la réduction naturelle de la prise alimentaire hivernale par une brebis. En parallèle, G. A. Klevezal' et S. E. Kleinenberg (1969) lient la formation des *annuli* chez les rongeurs au ralentissement métabolique initié par le début de l'hibernation. De la même manière, il est admis, par la plupart des chercheurs, que le rut, notamment, peut être à l'origine de la formation de lignes de croissances dites secondaires (Mitchell, 1963), même si certains chercheurs ont depuis émis des réserves à ce sujet (Pike-Tay, 1995). Dans tous les cas, ces éléments démontrent une influence des cycles endogènes sur la régulation des variations saisonnières du rythme d'apposition du cément chez les mammifères.

III-2-c Facteurs biomécaniques

Le cément est un élément essentiel de l'appareil masticateur. Son rôle est de limiter les mouvements des dents résultant de la manducation. La nourriture ingérée, de par sa quantité et sa qualité (dureté et consistance), est probablement à l'origine de modifications des forces s'appliquant sur les dents (Lieberman et Meadow, 1992 ; Lieberman, 1993a). Dans ce cas, la modification du régime alimentaire a pour conséquence une modification de l'angulation des fibres de Sharpey et, donc, de la cémentogenèse.
D. E. Lieberman (1993a) a testé empiriquement la relation entre la modification du régime alimentaire et l'apposition du cément. Son expérience a porté sur trois groupes de deux chèvres qui étaient soumis à trois régimes alimentaires distincts. Le premier, faisant office de groupe témoin, n'a subi aucune modification de son régime alimentaire. Le second a subi une modification de la dureté des aliments. Le dernier, quant à lui, est mis en carence par une diminution de la quantité d'aliment.

Dans le premier groupe, D. E. Lieberman observe l'absence de formation d'*annulus*, dans la cémentogenèse alors que, pour les deux autres, il remarque la constitution de bande à croissance lente. La formation de celle-ci semble donc corrélée soit à l'ingestion d'aliments de plus grande dureté, soit à une diminution de l'apport nutritif. L'auteur conclut alors à une relation directe entre la mastication et l'enregistrement saisonnier.

Cependant, d'autres observations montrent que les espèces d'élevage, dont l'alimentation reste constante tout au long de l'année, présentent des *annuli* pendant la période hivernale (Saxon et Higham, 1968 ; Grue, 1976 ; Coy *et al.,* 1982 ; Burke, 1995), même si leur netteté est moindre que dans le cas d'espèces sauvages (Stallibrass,1982). La présence *d'annuli* chez l'Homme (*e. g.* : Großkopf, 1990 ; Wright, 1990 ; Geusa *et al.*, 1996 ; Geusa *et al.,* 1999 ; Klevezal' et Shishlina, 2001) et, tout particulièrement dans les sociétés industrielles dont le régime alimentaire est relativement stable sur une année, fait écho à l'observation précédente.

La portée de l'expérimentation de D. E. Lieberman (1993a ; Lieberman et Meadow, 1992) doit être relativisée. Les résultats peuvent aussi s'expliquer par le stress important, imposé aux animaux cobayes, qui aurait pu alors déstabiliser leur cycle hormonal.
Il est ainsi possible que les facteurs bio-mécaniques agissent sur la vitesse de croissance du cément, mais ils ne jouent probablement qu'un rôle secondaire.

III-2-d Synthèse

L'ensemble de ces éléments interagissent pour produire les variations de vitesse de croissance du cément. Il est toutefois difficile de savoir si un de ces facteurs est réellement prépondérant ou si, au contraire, c'est la combinaison de plusieurs d'entre eux qui est à l'origine de l'enregistrement saisonnier. La complexité des relations entre ces différents facteurs est illustrée par la Figure 6 que nous proposons comme synthèse sur les facteurs pouvant être à l'origine de l'alternance saisonnière au sein du cément dentaire.

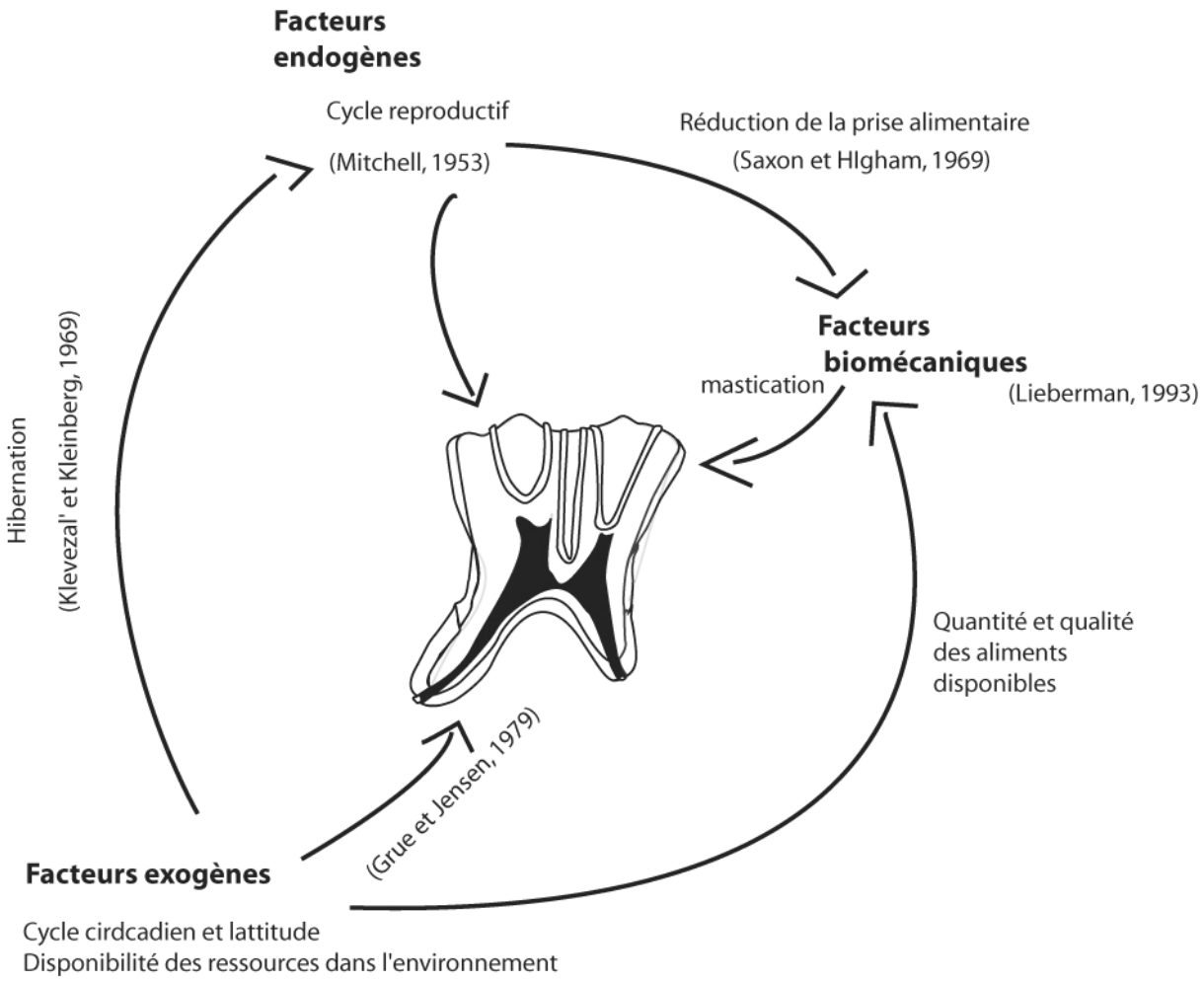


Figure 6 : Méthode - Implications des différents facteurs dans la cémentogenèse et leurs relations.

Les Facteurs exogènes conditionnent les aliments disponibles dans l'environnement (et donc les facteurs bio-mécanniques) ainsi que le cycle hormonal des individus (facteurs endogènes). Ces derniers, tout en modifiant la cémentogenèse, influencent le régime alimentaire des animaux (par exemple : en période de rut, les mâles cessent de se sustenter) et donc les facteurs bio-mécaniques.

III-3 Les techniques d'observation

Les techniques développées pour l'observation des structures saisonnières sont fonctions des particularités des céments et de leurs modes de dépôts. Elles reposent essentiellement sur les variations de structure (orientation des fibres de Sharpey) et de minéralogie (rapports entre hydroxy-apatite et collagène).

Ces techniques sont préférentiellement utilisées sur le cément acellulaire et doivent mettre en évidence des variations d'orientation des fibres de Sharpey.

Depuis les années cinquante, de nombreuses techniques ont été développées. Elles reposent, presque toutes, sur une observation directe du cément et se différentient principalement par la nature de la source de lumière utilisée (lumière réfléchie, lumière transmise naturelle, lumière transmise polarisée / analysée), ainsi que par la préparation des échantillons et le choix de la dent.

Cependant, depuis plus d'une vingtaine d'année, l'application à l'archéologie a conduit les chercheurs à utiliser uniformément la même technique, dite pétrographique, qui repose sur l'utilisation du microscope polarisant analysant (*e.g.* : Gordon, 1988 ; Pike-Tay, 1991, 1995 ; Lieberman, 1993a, 1993b, 1994 ; Martin, 1994 ; O'Brien, 1994 ; Burke, 1995 ; Burke et Castanet, 1995 Stutz, 1993, 2002a, 2002b ; Griggo et Pubert, 1998 ; Armand *et al.*, 2001 ; Gourichon, 2004 ; Rendu *in* Langlois, 2004 ; Wall, 2005 ; Maat *et al.*, 2006). Les échantillons inclus dans de la résine sont coupés transversalement à l'axe d'allongement de la racine (généralement suivant le plan mésio-distal de la dent), puis collés sur lame de verre et poncés jusqu'à l'obtention d'une lame mince d'une épaisseur de cinquante micromètres environ. L'observation est alors conduite dans le cément acellulaire, à l'aide d'une lumière transmise sous microscope polarisant avec insertion d'un analyseur. Sous ces conditions d'analyse, les différences minéralogiques (concentration et orientation des cristaux d'hydroxy-apatite et des fibres de collagène (voir *supra*)) entre les deux types d'incréments entraînent des propriétés optiques très différentes (*e.g.* Lieberman, 1993a ; 1993c ; Martin 1994).

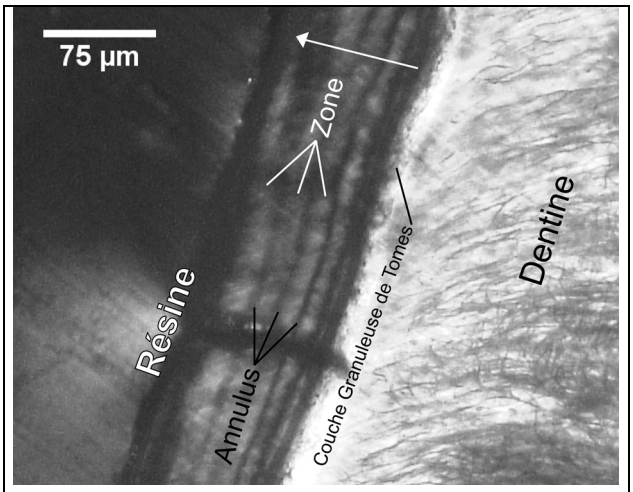


Figure 7 : Méthode - Observation sous lumière polarisée analysée de cément acellulaire. La flèche indique le sens de croissance du cément et son extension.

Ainsi, quand l'axe d'allongement du cément est orienté à 45° du couple polariseur-analyseur, (c'est-à-dire suivant les axes NORD-OUEST/ SUD-EST ou NORD-EST / SUD-OUEST de la platine), les *zones* apparaissent lumineuses, avec une couleur grise du premier ordre. En revanche, quand le cément est orienté perpendiculairement au couple polariseur-analyseur, (suivant les axes NORD / SUD ou EST-OUEST), les *zones* sont en extinction. Les *annuli,* quant à eux, sont en extinction quelle que soit l'orientation du cément. Ces différences permettent une identification aisée des différents dépôts (Figure 7).

III-4 Détermination de l'âge au décès et de la saison de mort

III-4-a Détermination de l'âge

L'apposition du cément est continue et commence lors de la formation de la racine (*e. g.* : Klevezal' et Kleinenberg, 1969 ; Pike Tay, 1991) avant que la dent ait fini son éruption (Diekwisch, 2001). Elle se termine par la mort de l'animal ou la chute de la dent si la cémentogenèse n'est pas perturbée par un évènement particulier (voir : *problèmes et limites de la cémentochronologie*).

Chaque année voit la succession d'une *zone* et d'un *annulus*, qui témoignent respectivement de la succession d'une bonne et d'une mauvaise saison. Le nombre de couple de bande (*zone+annulus*) correspond donc au nombre d'années écoulées entre la formation de la racine et la chute de la dent ou la mort de l'animal.
Pour connaître l'âge à la mort de l'animal, il est nécessaire d'ajouter l'âge à laquelle se forment les racines (*e. g.* : Grue et Jensen, 1979 ; Klevezal' et Kleinenberg, 1969 ; Klevezal, 1996 ; Moffit, 1998, 1996 ; Azorit *et al.*, 2004).
L'archéologue a que rarement besoin d'une telle précision dans la détermination de l'âge et les méthodes de détermination à partir des usures dentaires sont très largement suffisantes pour reconstituer des profils de mortalité. Cependant, la squelettochronologie peut être utilisée pour compléter ces mêmes méthodes.

III-4-b Détermination de la saison de mort

L'établissement de la saison de mort repose sur une double détermination : celle de la nature du dernier dépôt et celle de son développement relativement au précédent. Différentes méthodes ont été proposées pour l'estimation de la saison de mort : depuis la seule reconnaissance de la nature du dernier dépôt (Burke, 1995, Wall 2005 ; Wall et Wall, 2006) jusqu'au décompte de 10 stades de croissance des incréments (Lubinsky et O'Brien, 2001), tous les cas sont possibles. Cependant, plus le nombre de découpe est importante plus les possibilités d'erreurs sont nombreuses. De plus, il faut aussi considérer qu'un certain décalage est possible parmi les individus d'une même population.
Il faut donc employer une méthode qui tienne compte, d'une part, de la vitesse de dépôt du cément et d'autre part, qui permette un découpage temporel qui limite les risques d'erreurs et d'éventuelles variations individuelles.

IV Les données actuelles

IV-1 Apport des référentiels

La réalisation de référentiels sur un grand nombre de taxons de milieux variés s'est très vite imposée. Ces référentiels ont eu pour objectifs d'une part de valider les processus de la cémentogenèse et, d'autre part, d'établir les périodes de formation de chaque type de dépôt.
Le tableau suivant (Tableau 2) propose une liste non-exhaustive des référentiels qui ont été établis et ont permis de définir les conditions d'applicabilité de la cémentochronologie et d'en définir les règles.

Ordre	Famille	Espèce	Auteurs
Insectivora	*Soricidae*	***Sorex araneus***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
Chiroptera	*Vespertilionidae*	***Eptesicus fuscus***	Christian, 1956
		Myotis myotis	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Nyctalus noctula	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
	Desmodontidae	***Desmodus rotundus***	Linhart, 1973
Rodentia	*Castoridae*	***Castor fiber***	Kleinenberg et Klevezal', 1966 *in* Klevezal' et Kleinenberg, 1969; Klevezal' et Kleinenberg, 1964 *in* Klevezal' et Kleinenberg, 1969 ; van Nostret et Stephenson, 1964 Klevezal' et Kleinenberg, 1969
	Sciuridae	***Spermophilopsis leptodactylus***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Spermophilus tridecemlineatus	Adams et Watkins, 1967
		Marmota baibacina	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Sciurus carolinensis	Fogl et Mosby, 1978
	Muridae	***Apodemus agrarius***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Rattus norvegicus	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Meriones tamariscinus	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Cricetus cricetus	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Ondatra zibethica	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
Cetacea	*Physeteridae*	***Physeter catodon***	Nishiwaki et *al.,* 1958; Ohsumi *et al*., 1963; Klevezal' et Kleinenberg, 1969
	Delphinidae	***Delphinapterus leucas***	Sergeant et Pimlott, 1959; Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Globicephala malaena	Sergeant et Pimlott, 1959
		Delphinus delphis	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
Carnivora	*Ursidae*	***Ursus arctos***	Mundy et Fuller, 1964 ; Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Ursus arctos horribilis	Craighead *et al.,* 1979
		Ursus americanus	Rausch, 1961; Marks et Erickson, 1966; Sauer et Free, 1966; Stoneberg et Jonkel, 1966 ; Harshyne *et al.*, 1998
		Ursus americanus	Costello *et al.,* 2005
		***Ursus americanus* (captif)**	Free et Sauer, 1966
	Canidae	***Alopex lagopus***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969; Grue et Jensen, 1976
		Vulpes vulpes	Jensen et Nielsen, 1968; Grue et Jensen, 1973; Kolb, 1978
		Vulpes falva	Monson *et al.,* 1973
		Canis latrans	Linhart et Knowlton, 1967
		Canis lupus	Landon *et al.*, 1998
		Canis familiaris	Grue, 1976
	Mustelidae	***Martes zibellina***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Mustela vison	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Meles meles	www.matsonlab.com
		Enchydra lutris	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Taxidea taxus	Crowe et Stricklet, 1975
		Lutra lutra	Tabor et Wright, 1977
Pinnipedia	*Odobenidae*	***Odobenus rosmarus***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
	Otariidae	***Otaria byronia***	Laws, 1962
		Eumetopias jubata	Fiscus, 1961
	Phocidae	***Phoca vitulina***	Mansfield et Fisher, 1960; Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Pusa hispida	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Pusa caspica	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Halichoerus grypus	Hewer, 1960; 1964
		Lobodon carcinophagus	Laws, 1952; 1958
		Hydrurga leptonyx	Laws, 1952; 1957
		Cystophora cristata	Laws 1952; Rasmussen, 1957; Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Mirounga leonina	Laws 1952; 1962
		Monachus schauinslandii	Kenyon et Fiscus, 1963
Perissodactyla	*Equidae*	***Equus hemionus***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Equus caballus	Burke, 1995 voir aussi Burke et Castanet, 1995

Artiodactyla	*Cervidae*	***Capreolus capreolus***	Klevezal' et Kleinenberg, 1969; Aitken, 1975
		Cervus nippon	Klevezal' et Kleinenberg, 1969
		Cervus elaphus	Mitchell, 1963 ; Lowe, 1967; Douglas, 1970 ; Pike-Tay, 1991 ; Azorit *et al.*, 2004
		Cervus canadensis	Keiss, 1969
		Rangifer tarandus	McEwan, 1963; Reimers et Nordby, 1968 ; Pike-Tay, 1995
		Alces alces	Sergeant et Pimlott, 1959; Wolfe, 1960; Gasaway *et al.*, 1978
		Odocoileus hemionus	Low et Cowan, 1963 ; Erickson et Seliger, 1969
		Odocoileus virginianus	Gilbert, 1966; Ransom, 1966; Lockard, 1972 ; Martin, 1994 ; Weinand, 2001
	Antilocapridae	***Antilocapra americana***	Lubinsky et O'Brien, 2001
	Bovidae	***Bison bison***	Novakowski, 1965 ; Klevezal' et Pucek, 1987; Moffit, 1996, 1998; Peck, 2004
		Bos taurus	Coy *et al.,* 1982
		Ovis aries	Saxon et Higham, 1968; Hemming, 1969 ; Wall-Scheffler et Foley, 2007
		Syncerus caffer	Spinage, 1976
		Gazella gazella	Lieberman et al., 1990
		Cabra ibex	Wall-Scheffler et Foley, 2007
		Capra hircus	Lieberman, 1993
Primates	*Cercopithecidae*	***Macaca fuscata***	Wada et al., 1978
		Macaca mulatta	Kay et al., 1984; Kay et Cant, 1985
	Callithricidae	***Callitrix jacchus***	Stott et al., 1980
		Saguinus fuscicollis	Yoneda, 1982
		Saguinus labiatus	Yoneda, 1982
		Saguinus mystax	Yoneda, 1982

Tableau 2 : Méthode – Liste non exhaustive des référentiels cémentochronologiques classés par taxon qui ont validé les processus de la cémentogenèse. Modifiée de Geusa *et al.* 1999 et enrichie.

Ainsi, quel que soit l'Ordre ou la Famille d'appartenance de l'espèce considérée, l'apposition du cément est régulière, continue pendant la vie de l'animal et répond à un cycle saisonnier. Entre les tropiques et les pôles, un ralentissement de l'apposition se produit pendant la période hivernale. Il en résulte un décalage temporaire dans la formation des *annuli* entre les hémisphères Nord et Sud (*e. g. :* Pike-Tay 1995). Pour le premier, celui qui nous concerne directement, ce ralentissement se produit entre la fin de novembre et le début d'avril. Il équivaut à la mauvaise saison.

Dans les régions intertropicales, les *annuli* se forment pendant la saison sèche. Cependant, « *the occurrence of one or two extra or missing increments appears to be relatively common in most Subsaharan African sample* »[8] (Stutz, 2002a, p. 106). Plusieurs chercheurs ont pu constater, par l'étude de certaines populations d'Ongulés subsahariennes (Anderson 1986 ; Attwell 1980 ; Taylor 1988 ; Norton et Fairall 1991), la multiplication des *annuli* qui a pour conséquence la formation annuelle de deux couples *zone* et annulus de bandes en lien avec l'existence de deux saisons sèches dans certaines de ces régions (O'Brien, 2001). C'est pourquoi, dans ces zones géographiques, un référentiel préalable reste requis avant toute étude d'un taxon pour connaître les modalités de la

[8] L'apparition d'un ou deux dépôts supplémentaires ou manquant semblent être relativement commune dans la plupart des espèces subsahariennes.

cémentogenèse (Lieberman, 1993a ; Martin, 1994 ; O'Brien, 1994 , 2001 ; Pike-Tay, 1995 ; Stutz, 2002a).

Dans les régions supra-tropicales, la très grande majorité des tests en aveugle montre une excellente corrélation entre âge estimé par l'utilisation de la cémentochronologie et l'âge réel des individus (Moffit, 1996 ; H. Martin, 1994 ; Pike-Tay, 1995).

Bien qu'il existe des populations animales pour lesquelles la détermination de l'âge par le décompte des couples de bandes ne diffère pas de l'âge réel, des problèmes dans la cémentogenèse peuvent avoir pour conséquence de légères différences entre âge réel et âge estimé. Cependant, ces événements affectent peu la détermination : nous prendrons pour exemple les données publiées par G. Matson dont les déterminations sont, dans 95% des cas, exactes à un an près (Tableau 3). Ces résultats sont tout à fait compatibles avec la proposition de S. Stallibrass (1982) qui suggère de rajouter un intervalle de confiance de +/- 1 an.

Si nous revenons sur le cas des Cervidés, c'est à plus de 99% que la détermination de l'âge est bonne à un an près. Elle est aussi parfaitement exacte dans au moins 80% des cas.

Taxon	Nombre d'individus	âge exact		Écart de +/- 1 an		Différence de plus de 1 an	
		NI	%	NI	%	NI	%
Ours brun	77	52	68%	22	29%	3	4%
Elan	100	81	81%	18	18%	1	1%
Cerf mulet	8	7	88%	1	13%	0	0%
Cerf de Virginie	92	74	80%	17	18%	1	1%
Divers Mammifère	1083	765	71%	229	21%	51	5%
Total	**1360**	**979**	**72%**	**287**	**21%**	**56**	**4%**

Tableau 3 : Méthode - Différences dans la détermination de l'âge par cémentochronologie avec l'âge réel de plusieurs taxons. NI = Nombre d'individus. Test réalisé par le laboratoire Matson'Lab. Modifié d'après les données publiées sur le web : http://www.matsonslab.com/Miscellaneous/ExperiencAccuracyPrecision/ExperienceAccuracyPrecision.htm

Paradoxalement, l'un des facteurs contrôlant la qualité et la précision de la détermination de l'âge est l'âge lui-même. En effet, au fur et à mesure de nouvelles appositions, des phénomènes de compactions perturbent les dépôts les plus internes du cément (Lieberman, 1993 voir paragraphe : *IV-2-a La compaction des bandes et difficulté d'accéder à l'âge*).

IV-2 Les avantages de la cémentochronologie dans l'estimation de la saison de mort

Traditionnellement, la saison de mort du gibier était abordée à travers les méthodes d'éruption et d'usures dentaires, qui conduit à déterminer un âge au mois près de l'individu étudié. Si cette

manière de procéder est incontestable pour les animaux actuels (pour laquelle la période de mise bas est connue). Sur le fossile, elle est entachée de trois défauts majeurs :

1. Elle ne s'applique et pour cause qu'à des individus jeunes, voire très jeunes, pour lesquels la conservation ne sera pas des meilleures en contexte archéologique.
2. L'usure et le remplacement dentaire sont directement influencés par le régime alimentaire. Dans leur étude du Bison du parc de Yellowstone, D. A. Christianson et collaborateurs (2005, p. 274) remarque qu'« *Undoubtedly, individual bisons of the same age wear their teeth at signficant different rates or in dissimilar patterns* »[9]. Allant même plus loin, ces auteurs constatent des divergences significatives dans les modalités d'usures des incisives entre les mâles et les femelles, ces dernières usant leurs dents beaucoup plus rapidement (Christianson *et al.*, 2005). En outre, il n'est pas rare qu'un même individu présente des différences dans l'éruption dentaire entre ces deux hémi-mandibules (Guadelli, 1987).
3. Elle nous oblige à formuler une hypothèse concernant la période de naissance de l'espèce observée. Dans ce sens, rappelons que D. Walde (2006) constate un étalement de près de 6 mois dans celle du Bison de Yellowstone, rendant impossible toute estimation saisonnière par les méthodes classiques.

Vis à vis de ces difficultés, la cémentochronologie présente d'importantes qualités. Le cycle d'apposition du cément est indépendant de la période de naissance et ne subit que peu d'influence des variations alimentaires (*e. g.* : Saxon et Higham, 1968 ; Grue, 1976 ; Coy *et al.,* 1982 ; mais voir Lieberman et Meadow, 1992; Lieberman, 1993a). Ainsi, les différentes études ont presque toujours montré que la cémentochronologie est la méthode qui obtenait les meilleurs résultats dans la détermination de la saison de mort des individus concernés.

Pour preuves, quelques études biologiques récentes : C. Azorit et collaborateurs (2004) ont mis en évidence une corrélation parfaite, à travers l'étude de 141 dents de Cerf élaphe, entre la formation de *l'annulus* et la détermination saisonnière.

C. M. Wall-Scheffler et R. A. Foley (2007) ont démontré, en étudiant les dents de 27 *Ovis aries,* que les individus morts pendant les mois d'hiver présentent systématiquement un *annulus* comme dernier dépôt.

S. A. Moffit (1996, 1998) et de T. E. Peck (2004) ont obtenu la parfaite correspondance entre saison de mort inférée par les dépôts saisonniers et saison de mort réelle à partir de l'étude de plus de 150 bisons. Finalement, D. Walde (2006), considérant les biais inhérents aux méthodes traditionnelles, recommande l'emploi exclusif de la cémentochronologie dans la détermination de la saison de mort pour ces taxons.

Enfin, signalons les travaux sur le Loup de D. A. Landon et collaborateurs (1998) qui établissent la nette supériorité de la méthode microscopique.

Il faut, toutefois, signaler l'étude réalisée sur un assemblage résultant d'une mort en masse de Pronghorn dans le nord des Etats-unis (Lubinsky et O'Brien, 2001). Une étude en aveugle a été menée employant la cémentochronologie et les méthodes d'usure et d'éruption dentaire pour

[9] Indubitablement, des bisons du mêmes âge usent leurs dents à des taux ou suivant des modalités significativement différents.

déterminer la saison de mort (Lubinsky et O'Brien, 2001). Il s'est avéré que pour ce taxon, les résultats obtenus par les méthodes classiques étaient plus précis. Il faut toutefois insister sur le fait que dans plus de 80% des cas, les résultats fournis par la méthode que nous employons étaient exacts.

IV-3 Limites et conditions d'application de la cémentochronologie

Ces différentes études ont aussi eu le mérite d'identifier les difficultés rencontrées au cours des études de la cémentogenèse, de préciser les limites de la cémentochronologie et, en conséquence, les conditions d'applicabilité. Parmi les difficultés nous retiendrons plus particulièrement : la compaction des bandes de cément, les faux incréments, les problèmes de non-enregistrement et surtout la variabilité biologique dans les phases de transition.

IV-3-a Problème de compaction et du nombre des bandes pour accéder à l'âge

Au cours de la cémentogenèse, une compaction des bandes de cément les plus internes a été identifiée, notamment, par D. E. Lieberman (1993a). Celle-ci peut aboutir à un écrasement, voire la destruction de plusieurs structures, qui conduit alors à une sous-estimation de l'âge de l'individu concerné.
Lorsque les bandes ne sont pas toutes visibles simultanément, soit qu'elles ne sont pas toutes en extinction en même temps (problème de conservation ou de préparation), soit que le cément est altéré sur une partie de son épaisseur, il devient nécessaire de décompter les structures en plusieurs étapes, augmentant en cela les risques d'erreurs. Par ailleurs, plus les couples de bandes à compter son nombreux, plus la probabilité de commettre une erreur est élevée.

Pour toute détermination de l'âge d'un individu, il faut prendre en considération une certaine incertitude de lecture. De notre propre expérience et en se basant sur le matériel que nous avons observé, au-delà de sept couples de bandes, les erreurs intra- et inter -observateurs tendent à augmenter. Ces observations sont en accord avec celles du Laboratoire Matson qui propose un seuil d'acceptabilité des tests inter-observateurs et dont l'expérience repose sur l'étude de 1 813 285 dents de plusieurs dizaines d'espèces différentes (décompte effectué en décembre 2002 ; www.matsonslab.com).
A l'issue de ce travail, les problèmes de compactions apparaissent cependant mineurs : leur seule conséquence est une légère incertitude quant à la détermination de l'âge, car ils ne concernent que la partie la plus interne du cément (Lieberman, 1993a). Ils n'affectent en rien la saison de mort, laquelle est déterminée sur la partie externe. Or, c'est elle qui nous intéresse particulièrement dans ce travail.

En revanche, des problèmes de cémentogenèse *sensu stricto* (modification du rythme, arrêt) peuvent se produire et avoir une forte incidence sur les déterminations saisonnières. Leurs interférences dans la lecture des séquences de cément demeurent exceptionnelles et anecdotiques. Cependant, il y est souvent fait référence dans la littérature consacrée à la squelettochronologie et nous avons cru bon d'en faire un rappel ici pour faciliter la compréhension de ceux-ci au lecteur.

IV-3-b Faux incréments

Les faux incréments, aussi dénommés dépôts secondaires ou ligne de rut (Mitchell, 1963), sont des structures qui imitent les dépôts saisonniers (Saxon et Higham, 1969).
Elles sont toutefois caractérisées par une épaisseur plus faible que leurs homologues saisonnières, une différence d'opacité et une irrégularité de forme (*e.g.* Grue et Jensen, 1979).
Ainsi peuvent-elles être reconnues sur la base de leurs discontinuités et de leurs irrégularités. Une non-reconnaissance de ce type de structure pourrait conduire à une surévaluation de l'âge estimé ainsi qu'éventuellement à une erreur dans la détermination saisonnière.
Elles ont été mises en relation avec le rut chez les Cervidés (d'où leur nom) (Mitchell, 1963) et plus généralement avec le cycle reproductif (Grue et Jensen, 1979). Des données récentes remettent en question cette origine (Pike-Tay, 1995).

IV-3-c Non-enregistrement saisonnier

Autre phénomène lié à une modification de la cémentogenèse, le non enregistrement saisonnier se caractérise par un dépôt de cément sans qu'il y ait formation d'*annulus*. Le dépôt n'est dans ce cas constitué que d'une *zone*. Ce phénomène n'a été qu'exceptionnellement remarqué et est associé à des conditions très particulières dans l'environnement. D. R. McCullough, (1996 *in* Stutz, 2002a) produit la description la plus explicite de ce phénomène. Dans une population de Cerf de Virginie, il constate, la disparition de la formation d'*annulus* sans que l'apposition de cément ne s'arrête en lien avec un stress consécutif à une diminution catastrophique de la population (passée de 46 à 10 individus).
Par la suite, lorsque la population atteint à nouveaux 212 individus, D. R. McCullough, (1996 *in* Stutz, 2002a) constate la reprise d'une cémentogenèse normale avec la formation régulière *d'annuli*. Ce phénomène exceptionnel est intéressant à souligner, car il met en relation directe la rupture de l'enregistrement saisonnier et le stress environnemental ou social subi par un individu.

IV-3-d Les problèmes de transition ou la variabilité biologique

La cémentogenèse est un phénomène biologique. En conséquence, une certaine variabilité peut être observée à l'intérieur d'une même population. Il existe ainsi un décalage, dans le début de ralentissement ou d'accélération du dépôt de cément, entre les différents individus (Burke, 1995).

H. Grue et B. Jensen (1979), après analyse du cément cellulaire de plusieurs espèces de carnivores (appartenant aux Canidés, Mustélidés, Ursidés et Félidés), montrent que, quel que soit le taxon considéré, la transition entre *annulus* et zone, bien que concentrée autour d'un pic pour la majorité des individus, est étalée dans le temps, parfois sur plusieurs mois. Les conclusions de la synthèse d'A. J. Stutz (2002a, p 121) sur les cervidés vont dans le même sens. Il faut garder à l'esprit que cette transition, qui est l'un des piliers du raisonnement en cémentochronologie, n'est en rien un instantané à l'échelle de la population.
Par conséquent, tout découpage de la croissance des bandes de cément devra immanquablement en tenir compte. Plus ce découpage sera large, meilleur sera la prise en compte de la variabilité de la période de transition.

IV-4 Conclusion

En conclusion, malgré le problème de compaction des bandes, des non enregistrements et la variabilité intra-spécifique, la très grande majorité des individus suit le modèle prédictif et, en dépit des citées, les conséquences quant à la détermination de la saison de mort sont évidentes : la probabilité que le dernier dépôt observé ne corresponde pas à celui attendu est faible.
Il est important de rappeler aussi que, à l'exception de la mort catastrophique des pronghorns (Lubinsky et O'Brien, 2001), la cémentochronologie est toujours la méthode qui donne l'estimation de la saison de mort la plus précise avec le moins d'erreurs (*e. g.* : Landon *et al.,* 1998 ; Moffit, 1996, 1998 ; Azorit *et al.* 2004 ; Costello *et al.*, 2004 ; Walde, 2005 ; Christianson *et al.,* 2005). Ainsi, est-elle devenue la méthode la plus utilisée par les biologistes spécialisés dans le suivi des populations animales sauvages.

V Application de la Cémentochronologie à l'Archéologie.

L'intérêt des archéologues pour la cémentochronologie s'est tôt fait ressentir et, dès la fin des années soixantes qui a vu la généralisation de cette dernière en biologie, l'archéologie s'est emparée de ce nouvel outil déjà prometteur avec l'étude de A. Saxon et H. Higham (1969). L'application de la cémentochronologie s'est surtout imposée pendant la deuxième moitié des années quatre-vingt et a connu le plus fort de son activité lors de la dernière décennie du siècle passé.

Les problèmes de la squelettochronologie appliquée à l'archéologie sont strictement les mêmes que ceux de n'importe discipline traitant du Passé. Il convient de répondre positivement aux questions suivantes :

- Le phénomène observé existait-il précédemment ?

- La quantité de matériel (échantillonnage) et sa qualité (conservation) sont-elles suffisantes pour entreprendre une étude cémentochronologique.

V-1 Actualisme

L'actualisme s'impose comme un postulat sans lequel nous ne pourrions conduire d'étude ou, en tout cas, nous ne pourrions appliquer nos référentiels sur le passé. Mais comment savoir si un phénomène biologique donné (ici la cémentogenèse et son alternance saisonnière) existait sur des espèces elles-mêmes éteintes ? Un élément de réponse vient de l'universalité du phénomène. L'alternance de croissance du cément est observable au sein de chaque espèce de chacun des ordres de mammifères, quel que soit le milieu de vie (exception faite des problèmes latitudinaux). Par conséquent, ce phénomène n'est probablement pas récent dans l'histoire de ces populations animales. Plus que cela, son apparition remonte à une époque particulièrement ancienne de l'histoire des mammifères.
D'autres informations, empiriques, apportent des éléments de réflexion. Les différentes applications aux fossiles témoignent de l'existence d'une succession de dépôts à croissances lentes et rapides. De plus, la détermination de l'âge par la squelettochronologie donne des résultats en accord avec ceux obtenus par d'autres méthodes (usure dentaire par exemple) renforce cette idée.

Dans le cas des époques pléistocènes, il faut considérer que les variations climatiques ont pu (dû ?) avoir des conséquences sur l'éthologie et la biologie des animaux et donc sur la cémentogenèse (voir paragraphe *III-2 Les raisons de l'alternance*). C'est pourquoi il est préférable de ne pas spéculer sur la durée des saisons passées.
Par conséquent, en archéologie, toute relation entre le temps écoulé et le découpage de la croissance des bandes doit se faire de manière prudente. Ainsi, toute attribution d'un état de croissance du cément à un mois de notre calendrier devra être évitée au profit des termes de ***mauvaise*** et ***bonne saison*** (Martin, 1994 ; Le Gall, 1999).

V-2 L'échantillonnage : le matériel étudié

La cémentochronologie appliquée à l'archéologie utilise la méthode dite pétrographique ; pour une observation optimale, les dents sont montées sur lames minces et donc détruites (*g.* : Gordon, 1988 ; Pike-Tay, 1991, 1995 ; Lieberman, 1993a, 1993b, 1994 ; Martin, 1994 ; O'Brien, 1994 ; Burke, 1995 ; Burke et Castanet, 1995 Stutz, 1993, 2002a ; Griggo et Pubert, 1998 ; Armand *et al.*, 2001 ; Gourichon, 2004 ; Rendu *in* Langlois, 2004 ; Wall, 2005 ; Maat *et al.*, 2006).
Il est donc nécessaire de choisir judicieusement son matériel pour éviter une destruction inutile (voir l'exemple de Spiess, 1979). Ce choix doit prendre en compte la représentativité du matériel ainsi que la quantité minimale de dents permettant de conclure sur les comportements humains.

V-2-a Représentativité du matériel

Tout d'abord et c'est un travers propre à toute étude archéologique, la partie du gisement dans laquelle est pratiquée l'échantillonnage doit être représentative de l'ensemble de celui-ci et des activités qui s'y sont déroulées. Dans un site où il existe une répartition spatiale des activités suivant les saisons (par exemple un site occupé dans sa partie ensoleillée en hiver et dans sa partie ombragée l'été) et que seule une partie du site est fouillée, il est possible que toutes les saisons d'occupations ne soit pas identifiées.

De la même manière, le transport différentiel des éléments squelettiques qui a été observé chez la quasi-totalité des populations de chasseurs-cueilleurs étudiées (*e.g.* : Binford ; 1978 ; Abe, 2005) peut avoir des conséquences non négligeables sur les études saisonnières. En effet, les modalités de transport peuvent varier au cours des saisons. On peut imaginer, par exemple, en raison d'un territoire de chasse plus éloigné, ou en raison d'un abattage en masse des proies à une saison particulière, l'abandon sur le lieu de mort des éléments crâniens. Ce transport différentiel des carcasses constitue un biais potentiel dans l'analyse des saisons de mort.

V-2-b Nombre d'échantillons analysés

La taille de l'échantillon étudié est probablement le facteur le plus limitant dans les études de saisonnalité. Les travaux de cémentochronologie sont menés sur un échantillon réduit. Il est légitime de s'interroger sur leur potentiel informatif. A. J. Stutz (2002a) relève que, sur les 63 sites étudiés par B.C. Gordon (1988), D.E. Lieberman (1993a) et A. Pike-Tay (1991), l'échantillon moyen est de huit dents. Est-il possible de discriminer une saisonnalité de prédation marquée d'une chasse sans préférence saisonnière ?

Face à cette question, A. J. Stutz (2002a) propose l'application du test de la loi binomiale. Ce test permet de déterminer une probabilité d'erreur. La durée d'une bonne saison correspond actuellement approximativement aux deux tiers de la durée d'une année, soit 65% du temps. Considérons le cas d'un site où les animaux présents auraient été abattus sur toute l'année et admettons que la quantité d'animaux abattus soit importante. Acceptons aussi les postulats suivants :

- Absence de conservation différentielle entre les deux types de dépôts saisonniers ;
- Absence de transport différentiel suivant la saison de chasse ;
- Mêmes difficultés de lecture, quelle que soit la nature du dernier dépôt présent .

Alors, la distribution entre bonne et mauvaise saison des résultats d'une étude de squelettochronologie suit la loi binomiale (*e. g.* : Stutz, 2002a ; Trousset et Morin, 1996 :141-150). L'analyse peut alors être considérée comme un tirage aléatoire avec remise. La probabilité d'obtenir un individu abattu pendant la bonne saison est deux fois plus élevée que d'obtenir un animal abattu pendant la mauvaise.

L'approche probabiliste teste l'hypothèse (H0) suivante : *les résultats obtenus par l'analyse cémentochronologique peuvent résulter d'un abattage non saisonnier*. Si le test valide l'hypothèse H0, nous ne

pouvons pas être sûr que l'assemblage résulte d'une chasse saisonnière. Fixons le seuil de rejet de l'hypothèse à 5% comme dans le cas de la plupart des études en science naturelle (Trousset et Morin, 1996)[10]

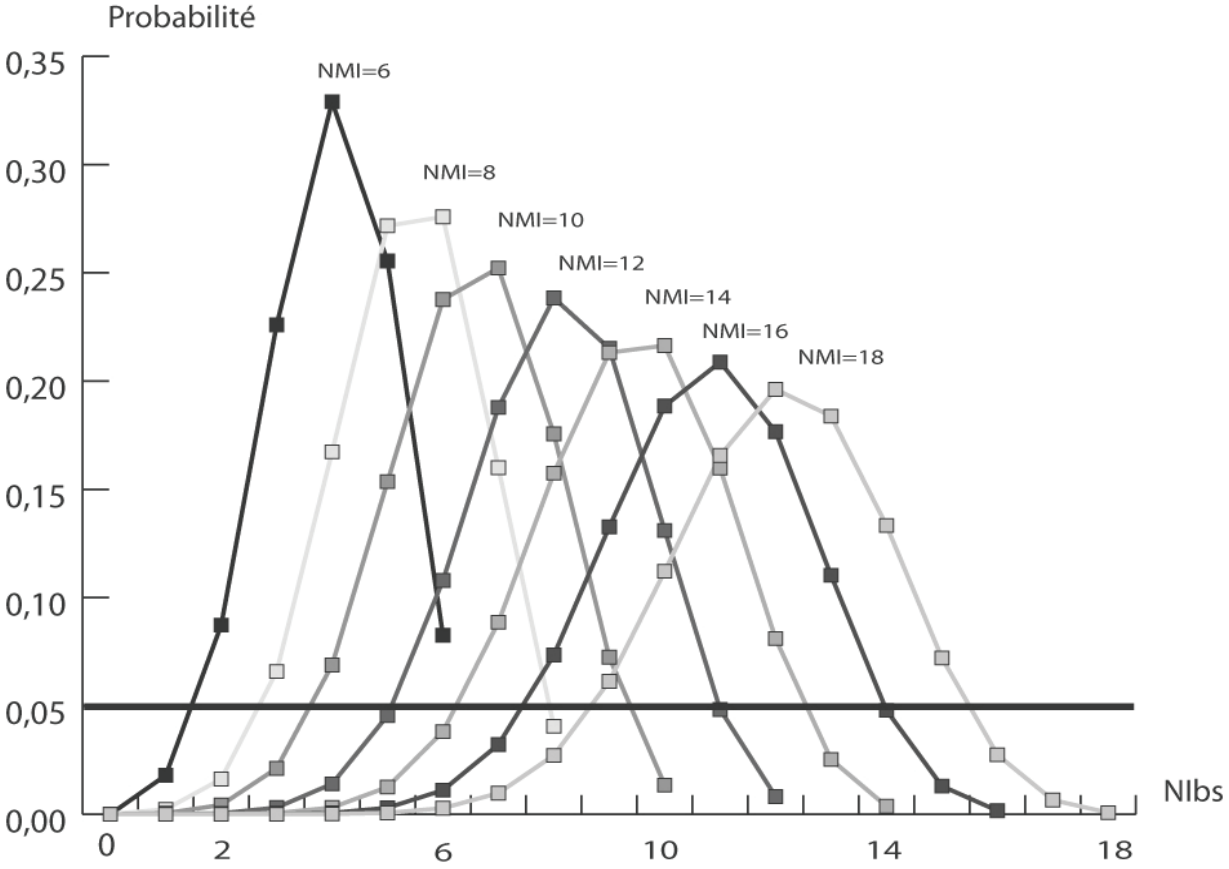


Figure 8 : Méthode - Représentation graphique de l'application de la loi binomiale. Probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données (NIbs) à partir d'un NMI analysé de 6 à 18 individus provenant d'un site d'abattage sans préférence saisonnière. Le seuil de significativité fixé arbitrairement à 5% est matérialisé par le segment horizontal. Les points se situant en dessous de celui-ci correspondent au cas où H0 est rejetée.

La Figure 8 illustre ce propos en représentant la probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données (NIbs) à partir d'un échantillon analysé (NMI) compris entre 6 et 18. De ce graphique, plusieurs éléments peuvent être déduits.

Quelques exemples :

- Prenons le cas d'une analyse qui a porté sur 6 individus pour lesquels les résultats ont indiqué un abattage en bonne saison pour tous. La probabilité d'obtenir un tel résultat par l'emploi de la loi binomiale est de 0,08, soit supérieur au seuil de rejet de l'hypothèse d'un abattage sans préférence saisonnière. Il ne pourra pas être conclu ici à un abattage

[10] F. Hüet (ingénieur d'étude de l'équipe du LAPP de PACEA – UMR 5199) et J. Braga (Professeur de l'Université de Toulouse) nous ont grandement aidé dans la réalisation de ces tests. Nous les remercions vivement.

saisonnier. On peut en déduire qu'au moins 7 individus, sont nécessaires pour conclure à une chasse saisonnière pendant la bonne saison (Figure 8).

- Dans le cas d'une étude portant sur 18 individus, huit sont attribués à la bonne saison et dix à la mauvaise saison. L'analyse probabiliste souligne que ce résultat ne peut être obtenu par une chasse aléatoire, l'hypothèse d'une chasse avec une préférence saisonnière peut être avancée.

Il est possible de voir ici la difficulté d'interprétation des assemblages qui livrent un très faible nombre d'individus. Cependant, ce test souligne aussi qu'à partir d'un certain nombre de dents analysées (et en fonction des résultats obtenus) l'hypothèse d'un biais d'échantillonnage peut être rejetée pour expliquer un profil saisonnier. Ainsi, même avec 7 ou 8 dents, des résultats interprétables en terme de saisonnalité de prédation peuvent être obtenus.

V-3 Conservation du matériel : préservation de l'information saisonnière.

Outre les problèmes de taille d'échantillon, l'accessibilité à l'information saisonnière se révèle être un véritable défi. En effet, le cémentochronologiste doit étudier des structures vieilles de plusieurs dizaines de milliers d'années, constituées d'éléments de l'ordre du micron, caractérisées par de légères variations d'orientation des fibres de collagènes. Ainsi et contrairement à ce que l'on observe sur du matériel actuel, la lecture du matériel fossile sera fréquemment perturbée au point d'aboutir, parfois, à une certaine proportion de lames illisibles.

Dans notre étude du gisement périgourdin Paléolithique ancien de la Micoque (Rendu *in* Langlois 2004), cinq dents avaient été sélectionnées pour un premier test et vingt lames minces réalisées. Une seule de ces lames minces s'est finalement prêtée à la distinction des structures saisonnières. De la même manière, E. Pubert (*in* Costamagno, 1999), dans son étude du gisement girondin Magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière, a mis en évidence une destruction de l'enregistrement saisonnier de dix-huit dents sur quarante-huit dents analysées. Ces exemples témoignent de l'importance du degré de préservation de l'enregistrement saisonnier.
Pour l'aborder, G. C. Gordon (1988) a proposé un système de caractérisation discrète, par l'attribution d'un indice du taux de lisibilité du cément. Pour cet auteur, une lame à fort indice présente une forte probabilité d'exactitude. Bien que l'idée soit intéressante et témoigne de la volonté de l'auteur de pondérer ses observations, elle a surtout eu pour effet d'entacher de doute ces dernières, l'attribution du dit indice étant subjective. Une détermination d'indice de confiance faible doit-elle être prise en considération ? A-t-elle la même signification qu'une autre d'indice fort ? Défaut supplémentaire, ce code, peu explicite, ne donne pas d'information sur l'origine de la difficulté de lecture. On peut légitimement se demander si les problèmes sont dus à l'observateur ou s'ils sont le fait d'un problème de conservation du matériel. D'où, l'importance

de l'identification des processus et des agents taphonomiques qui ont affecté l'enregistrement saisonnier (Stallibrass, 1982 ; Lieberman, 1993a ; Miracle et O'Brien, 1998 ; Geusa *et al.*, 1999 ; Stutz, 2002a, 2002b).

L'ensemble des tissus dentaires est bien évidemment affecté par les processus taphonomiques, mais de part sa structure en feuillet et sa forte proportion organique, le cément est le plus fragile des tissus (Lieberman ; 1993a ; Stutz, 2002a, 2002b). Il est le premier à subir les effets de la digestion ou de l'alternance gel-dégel (Guadelli et Ozouf, 1994). Il peut aussi être l'objet de transformations diagénétiques qui, dans certains cas, peuvent modifier l'enregistrement saisonnier sans que cela ne soit décelable à l'examen macroscopique.

Rarement décrites ou quantifiées, les altérations *post*-mortem du cément existent pourtant bien (*e.g.* Geusa *et al.*, 1999).

Évaluer le degré d'altération des dents, éliminer de l'échantillon les plus dégradés constitue un préalable à une étude cémentochronologique, en particulier si l'échantillon est faible.

V-3-a Les altérations macroscopiques

Bien entendu, les **altérations macroscopiques** du cément sont les plus évidentes et les plus connues. Leur identification, relativement aisée, doit participer aux critères de sélection des dents analysées : inutile, par exemple, d'entreprendre une étude squelettochronologique à partir de dents digérées qui auront perdu tout ou partie de leur cément. De la même manière, l'imprégnation de la dent par des oxydes de manganèse engendre une gêne dans la lecture du cément. Ces oxydes pénètrent la dent par le cément et imprègnent ensuite l'ensemble des tissus (Figure 9).

Il en résulte, pour l'analyse, des difficultés de lecture, voire une impossibilité d'accéder à l'enregistrement saisonnier. Ces problèmes peuvent être facilement décelés à l'œil nu et ils doivent constituer une mise en garde dans l'estimation de l'âge ou de la saison de mort.

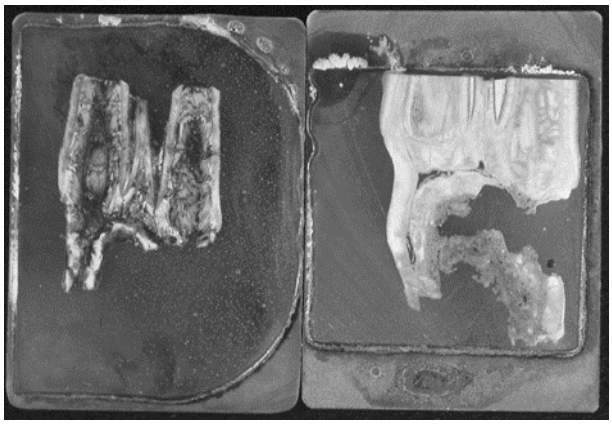


Figure 9 : Méthode - Effet du manganèse sur l'aspect général d'une dent. Photographie de deux lames minces réalisées à partir de dents fossiles. Celle de gauche a été réalisée à partir d'une dent du gisement paléolithique moyen de Mauran (31). Ce site est caractérisé par un fort impact du Manganèse sur le matériel faunique (Cf. Chapitre suivant).

V-3-b La météorisation

Les effets de la **météorisation** (ou *weathering*) ont été signalés par de nombreux auteurs (*e.g.* Stallibrass, 1982 ; Lieberman *et al.*, 1990 ; Pike-Tay, 1991 ; Lieberman et Meadow, 1992 ; Lieberman 1993a ; 1993b ; Miracle et O'Brien, 1998 ; Stutz, 2002a). Son expression consiste dans l'apparition et le développement d'une fissuration de la racine et de plans de décollement au contact de la dentine. Cette zone correspond à un changement minéralogique et structural important et, en conséquence, constitue un plan de faiblesse (Figure 10).
Un deuxième réseau de fissuration peut être généré. Les fissures partent alors de la surface externe du cément jusqu'à la zone granuleuse de Tomes. Elles sont perpendiculaires aux bandes de cément. Poussée, cette altération entraînera une perte de l'ensemble des dépôts de cément.

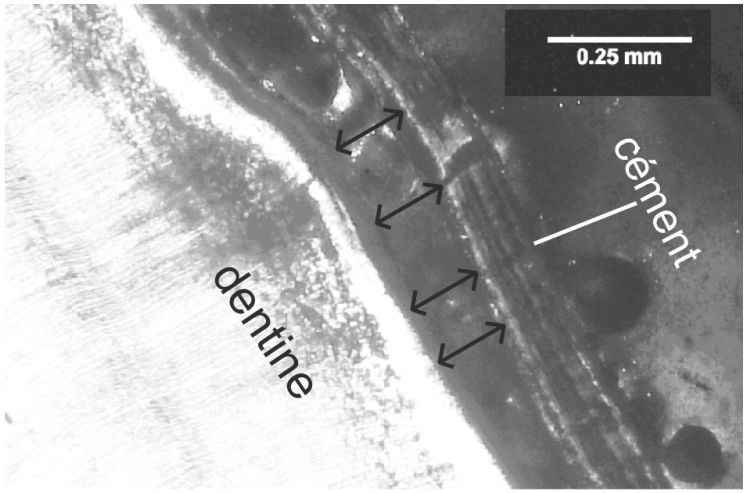


Figure 10 : Méthode - Observation sous lumière polarisée d'une zone de décollement du cément. Les doubles flèches noires indique la région en cours de décollement entre la dentine et le cément

V-3-c Les altérations microscopiques du cément

Les agents taphonomiques les plus récemment mis en évidences sont les processus diagénétiques. Ceux-ci, en s'attaquant aux cristaux d'hydroxy-apatite et/ou aux fibres de collagène, modifient directement l'enregistrement saisonnier, sur tout ou partie de la dent.

« *It is demonstrated that the post mortem leaching of collagen and the diagenetic growth of apatite crystallites can develop into banded features that imitate seasonal cementum increments* [11]» (Stutz, 2002a, p. 139).

Ces phénomènes ont été identifiés depuis plusieurs années, tant au niveau osseux que dentaire (Gilbert, 1989 ; Child ; 1995 ; Geusa *et al.*, 1999). Ils ont fait l'objet de recherches spécifiques (Stutz, 2002a ; 2002b), mais sont rarement pris en compte dans les recherches récentes en squelettochronologie (*e. g.* Gourichon, 2004 ; et aussi Rendu *in* Langlois, 2004).

[11] Il a été démontré que la dégradation post mortem du cément et la croissance de cristaux d'apatite diagénétique peuvent produirent des bandes qui imitent les dépôts saisonniers de cément.

l'attaque microbienne est difficile à détecter. Invisible à l'œil nu, seule l'observation microscopique permet de l'identifier.

« *Diagenetic change refers to the dissolution, precipitation, mineral replacement and recrystallisation of odontoskeletal tissues (Pate and Brown, 1985). One particular form of degradation is microscopical focal destructions (MFD) (Child, 1995), a highly localised process associated with demineralisation of hydroxyapatite near the location of the invading organism, followed by collagen lysis (Hackett, 1981)* [12]» (Geusa *et al.*, 1999).

C. Geusa et collaborateurs, dans leur étude squelettochronologique de la nécropole de Isola Sacra (1999), mettent en évidence 4 stades d'altération microbienne :

- ***Normal*** : le cément n'est pas affecté ;
- ***Focalised*** (localisé): des tunnels et des trous se forment au sein du cément (Figure 11) ;
- ***Amorphous*** (amorphe): il s'agit d'un stade plus poussé qui conduit à la perte de l'enregistrement saisonnier (Figure 11) ;
- ***Mineralized*** (minéralisation): aucune préservation de matériel organique mais les structures saisonnières sont encore lisibles.

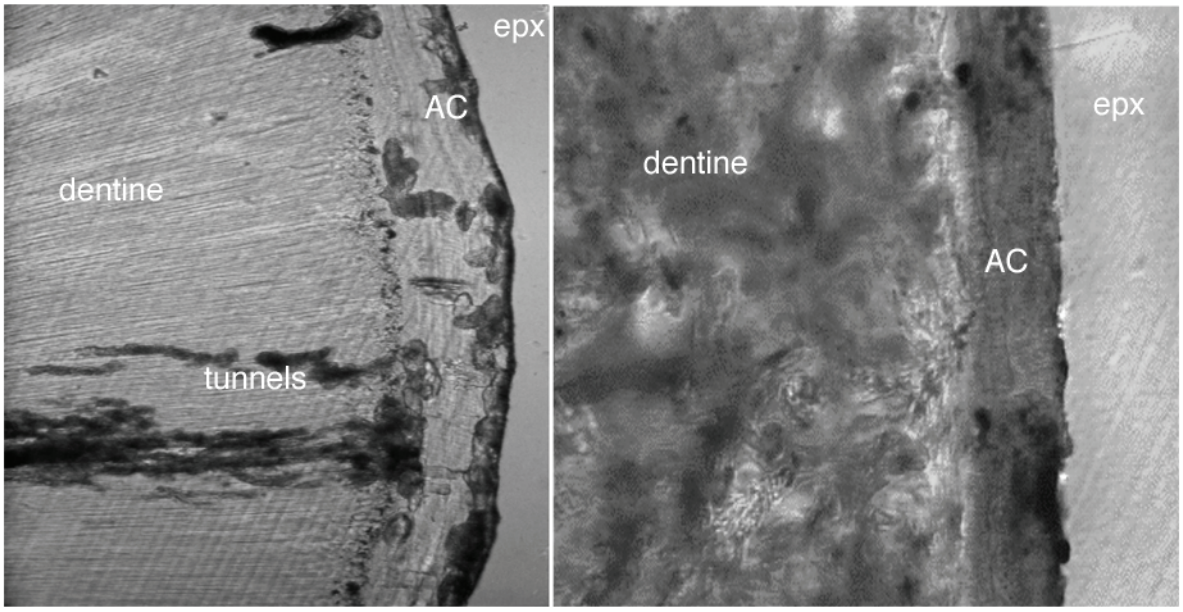


Figure 11 : Méthode - Observation au microscope de la région racinaire d'une dent humaine archéologique (modifiée d'après: Geusa *et al.*, 1999).

Sur la photo de gauche des "*tunnels*" peuvent être observés au sein du cément présentant une altération du type *focalised* (localisée). Ils correspondent aux régions de l'activité microbienne. Sur la photo droite représentant un cément de type *amorphous* (amorphe), plus aucune structure saisonnière n'est visible. AC : cément acellulaire, epx : epoxy.

[12] Les modifications diagénétiques se rapportent aux dissolutions, précipitations, remplacements minéralogiques et recristallisations des tissus osseux et dentaires. (Pate et Brown, *in* Geusa *et al.*, 1999). Une forme particulière de dégradation est la *microscopical focal destructions (*MFD*) défini par Child* (1995), c'est un processus local associé à une déminéralisation d' hydroxypatite près de la zone envahie par l'organisme, suivi d'une lyse du collagène.

V-3-c-1 La recristallisation et la perte de collagène

Pendant l'enfouissement et notamment sous l'effet des micro-organismes et de la moisissure, les fibres de collagènes peuvent se fragmenter et être dissoutes par les eaux d'infiltration au sein du sédiment. Les vides ainsi formés constituent des zones favorables aux précipitations de néo-cristaux d'apatite. Ces cristaux d'apatite vont grandir avec leur axe d'allongement (Axe–c) alignés suivant l'axe d'allongement principal des fibres de collagène dissoutes (Ziv *et al.*, 1996).

Comme les structures saisonnières ont des dimensions comprises entre 1µm et 1mm, si cette recristallisation cesse à un niveau « ultrascopique » (inférieur au micromètre), l'extension et la perte en collagène reste limitée et les structures du cément sont alors parfaitement préservées. Cependant, si la croissance des cristaux d'apatite *post-mortem* se poursuit jusqu'à un niveau microscopique, il y a oblitération des structures saisonnières (Stutz, 2002a ; 2002b). Deux cas peuvent alors se présenter, selon le type de recristallisation (Figure 12) :

Si elle a lieu à partir d'un **point unique**, la recristallisation se fait en forme de **sphéroïdes.** Dans la zone recristallisée aucune structure saisonnière ne sera préservée et la dent doit être exclue de l'analyse ou analysée au niveau des seules zones conservées.

En revanche, la recristallisation peut se faire à partir d'une **ligne de discontinuité** comme une zone de décollement, de fracture, de la surface de la racine elle-même ou à partir de la jonction dentine/cément. Dans ce cas, elle se développe **parallèlement aux lignes d'apposition**. Si la dernière bande est concernée, aucune estimation saisonnière n'est possible. De la même manière, si plusieurs bandes sont affectées, la détermination de l'âge en est biaisée.

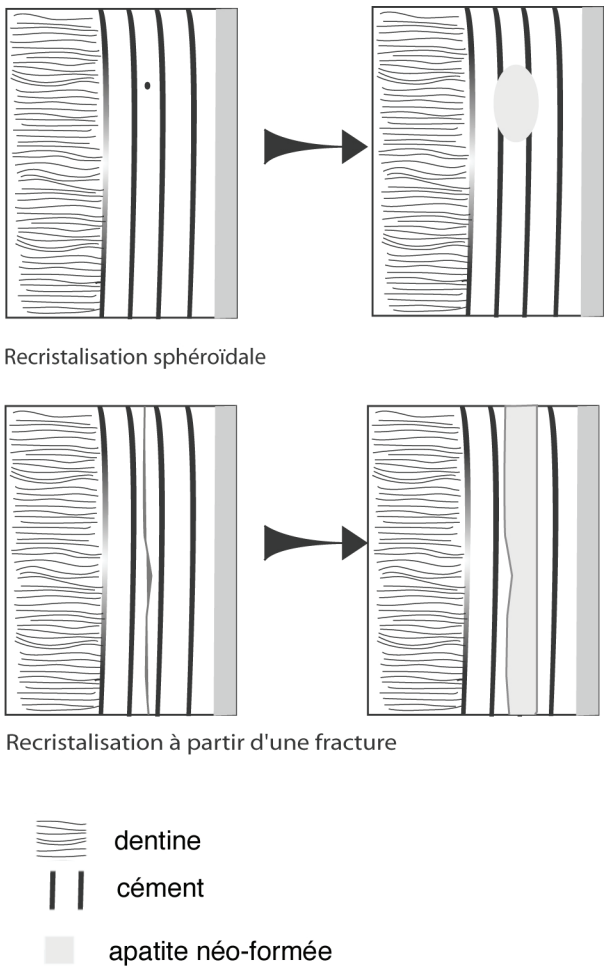


Figure 12 : Méthode - Représentations schématiques des deux types de recristallisation au sein du cément et leur conséquence sur la préservation des structures saisonnières. Dans le cas de la recristallisation de type sphéroïde, cette dernière détruit localement l'enregistrement saisonnier en recouvrant notamment deux *annuli* (représentés par les bandes noires). Cependant ce phénomène est locale et il est encore possible de lire l'enregistrement saisonnier sur une partie préservée du cément. En revanche, dans le deuxième cas, la recristalisation s'initie à partir d'une fracture au sein du cément. Ici un *annulus* a complètement disparu, l'analyste peut ici ne pas identifier cette disparition et considéré que seul trois zones sont présentes : il sera alors mistifié par ce phénomène.

Insistons une nouvelle fois sur le fait que « *all of the common optical microscopy techniques used in cementum increment analysis can confound true growth bands with certain band-like diagenetic artefacts*[13] » (Stutz, 2002b, p. 1331). Une zone de recristallisation se formant au sein du cément a pour conséquence l'effacement des structures saisonnières. S'il y a recristallisation à partir du dernier incrément la détermination de la saison de mort est faussée.

Pour mettre en évidence de tels phénomènes, il nous faut caractériser les dépôts biogéniques et diagénétiques.

V-3-c-2 Dimension et comportement des cristaux d'apatites en lumière polarisée

Les cristaux d'apatite biogénique sont trop petits pour influer sur la lumière qui les traverse et se comportent comme des matériaux transparents isotrope (Ziv *et al.*, 1996 ; Stutz, 2002a, 2002b). Ainsi, à l'état frais, seules les fibres de collagènes sont optiquement actives sous les conditions d'observation énoncées (Stutz, 2002a, p. 151). Il faut que les cristaux d'apatite « grandissent » par

[13] Toutes les techniques communes d'observation au microscope utilisées dans l'analyse des dépôts du cément peuvent confondre les vrais bandes de cément avec certains artefacts diagenétiques.

diagenèse, jusqu'à une dimension minimale de 390 nm (Stutz, 2002a, 2002b), avant d'affecter la lumière visible transmise. En effet, cette dimension correspond à la plus petite longueur d'onde des rayonnements du spectre visible.

- En absence de recristallisation, **les zones qui perdent leur collagène** présenteront des cristaux d'apatite de trop petite dimension pour arrêter la lumière. La lumière polarisée les traverse sans être affectée et arrive jusqu'à l'analyseur qui la stoppe. La zone en question apparaît éteinte, quelle que soit sa position par rapport aux deux polariseurs. **Pour l'analyste, elle présente alors les mêmes propriétés optiques qu'un *annulus*, d'où une possible erreur d'identification.**

L'apatite possède les mêmes caractéristiques optiques sous microscope polarisant que les fibres de collagènes. Sa couleur de biréfringence (sous lumière polarisée - analysée) est grise du premier ordre. Comme son axe d'allongement principal est de même direction que celui des fibres de collagène (cf. *supra*), l'extinction se produit en même temps pour ces dernières. « *With the microscope's polarizers crossed, the biogenic and the diagenetic substances cannot be distinguished from one another by their birefringence color (Gilbert 1989; Schmidt and Keil 1971; Watson 1975)* [14]» (Stutz, 2002a, p.155). **Par conséquent ces dépôts cristallins imitent à la perfection les zones et si un *annulus* est recouvert par un tel dépôt, l'analyste se trompera dans la détermination de l'âge au décès ou même de la saison de mort (cf. Figure 12).**

V-3-c-3 Différentiation Biogénique / Diagénétique de l'origine des tissus observés

Ces problèmes de recristallisation sont loin d'être négligeables, puisqu'ils ont déjà été identifiés sur plusieurs séries alors que très peu ont été testées (Geusa *et al.*, 1999 ; Stutz, 2002a , 2002b; ce travail). Aussi, apparaît-il désormais indispensable d'évaluer la part de ces phénomènes avant toute étude.

[14] Avec les polariseurs il ne sera pas possible de différentier les substances biogéniques et diagénétiques.

La principale différence optique qui existe entre apatite et collagène, porte sur une différence de biréfringence[15]. En effet, sont distinguées les substances à biréfringence positive dont l'onde, qui vibre suivant l'axe d'allongement principal, est plus lente que celle qui vibre suivant le plan perpendiculaire et les substances à biréfringence négative qui présentent le modèle inverse. Le collagène possède une biréfringence positive alors que celle de l'apatite est négative (Gilbert, 1989 ; Stutz, 2002a, 2002b). Une technique issue de la pétrologie minéralogique permet de s'appuyer sur cette différence pour discriminer les deux types de dépôts. L'insertion d'un cristal biréfringent entre la lame mince et le polariseur va augmenter la différence de réfringence des deux cristaux et entraîner une coloration différentielle des dépôts (Geusa et al., 1999 ; Stutz, 2002a, 2002b). « *If the collagen fibers' long axes line up perpendicular to the inserted plate's optically fast axis, then the retardation already produced by the fibrils in the specimen will increase. However, if the collagen fibril long axes themselves align parallel to the plate's fast axis, then the retardation would be decreased or even reversed. For a given specimen orientation, the plate will have the opposite retardation effect on a "large," optically active diagenetic apatite crystal* » (Stutz, 2002a, p.155)[16]. L'utilisation de la lame 1/4 d'onde, aussi nommée *λ plate*, *wave plate* ou encore *red 1 plate,* présente maintenant en série sur la plupart des microscopes polarisants, est utilisée dans ce but. Cette lame génère des différences de teintes très marquées entre des substances de biréfringence opposée (Stutz, 2002a, 2002b). Dans la position de maximum de luminescence, c'est-à-dire quand les fibres sont orientées dans un axe NE-SO ou NO-SE et après insertion de la lame 1/4 d'onde, l'**apatite** apparaît **bleue** quand le **collagène jaune** et **jaune** quand le **collagène** est **bleu**. Par contre, quand les bandes sont alignées avec les axes d'un des polariseurs (suivant les directions N-S ou E-O), leur couleur est magenta. Les

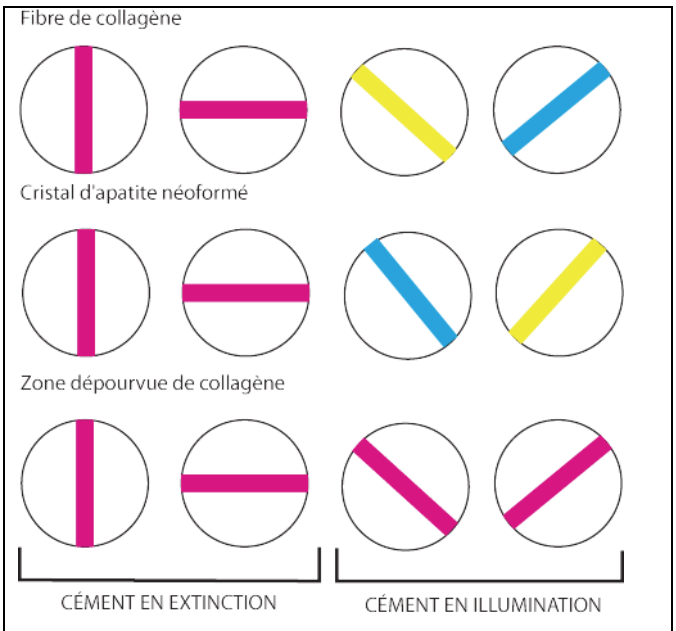


Figure 13 : Méthode - Représentation des teintes de biréfringence obtenues après insertion de la lame 1/4 d'onde et suivant la nature du tissu observé (modifié d'après Stutz, 2002a , p. 157). Les traits symbolisent une bande de cément. Comme le montre la figure, c'est dans la position d'illumination qu'il sera possible de distinguer les différentes zones.

[15] Un corps biréfringent est optiquement anisotrope. Quand un rayon incident le traverse, il « *donne deux rayons réfractés (…), qui se propagent à des vitesses différentes et qui sont en outre polarisés dans des plans de polarisation orthogonaux* » (Foucault et Raoult, 1995 p. 253).

[16] Si l'axe d'allongement des fibres de collagène est aligné perpendiculairement avec l'axe le plus rapide du cristal inséré, alors le retardement déjà produit par les fibres sera augmenté. Cependant, si l'axe d'allongement des fibres de collagène est aligné parallèlement à celui du cristal inséré, alors le retardement sera compensé ou inversé. Pour une orientation donnée, le cristal aura un effet opposé sur le retardement sur un « large » cristal d'apatite diagénétique optiquement actif.

régions appauvries en collagène présentent, quant à elles, une coloration r**ose magenta quelle que soit leur orientation** (Figure 13,).

Cette technique permet donc de déterminer facilement l'origine biogénique où diagénétique de la partie du cément observée.

Le Tableau 4 proposé par A . J. Stutz (2002a) offre une synthèse des caractéristiques des différents tissus observés avec ou sans emploi de la lame 1/4 d'onde.

Observation sous microscope polarisant	Cément biogénique		Apatite diagénétique	
	Zone Fibres de collagènes organisées	*Annulus* Fibres de collagènes désorganisées	***Cristaux de dimension < 390 nm***	***Cristaux de dimension > 390 nm* l**
Observation traditionnelle Polariseur et analyseur croisés	L'incrément présente une couleur grise de premier ordre de biréfringence. Il s'éteint tout les 90°.	L'incrément apparaît noir ou gris foncé, dans toutes les positions. Ces incréments sont sensiblement plus fins que ceux présentant un fort taux d'organisation des fibres de collagènes. Les fibres adjacentes ne sont en extinction que tout les 90°.	Les régions ayant perdues leur collagène apparaissent toujours noires quelle que soit leur orientation car les cristaux sont trop petit pour affecter la lumière **Si la partie considérée est fine et linéaire, elle pourra imiter l'apparence d'un dépôt de faible concentration de collagène (*annulus*).**	La région considérée présente une couleur grise de premier ordre de biréfringence. Elle est en extinction tout les 90°. **Si elle est linéaire, elle peut imiter un incrément à haute organisation des fibres de collagènes, tout en recouvrant plusieurs dépôts biogénétiques et effaçant l'enregistrement saisonnier.**
Observation avec insertion de la lame 1/4 d'onde	Les incréments alternent entre le jaune de premier ordre et le bleu de deuxième ordre. Ils apparaissent dans le rouge de premier ordre de (c'est-à-dire magenta) quand ils sont en positions d'extinction.	Les incréments à faible organisation de collagène apparaissent rouge du premier ordre de biréfringence dans toutes les positions.	Les régions ont une couleur rouge du premier ordre dans toutes les orientations. **Si la partie considérée est fine et linéaire, elle pourra imiter l'apparence d'un dépôt de faible concentration de collagène (*annulus*). Seule son observation sur une grande surface de la lame pourra nous aider à trancher.**	Les régions recristallisées présenteront une couleur jaune de premier ordre quant un incrément apparaîtra bleu du second ordre et vice-versa. Même si une zone est linéaire, elle ne pourra pas être confondue avec un incrément.

Tableau 4 : Méthode - Grille de caractérisation de l'apparence des dépôts cristallisés ou biogéniques, sous les conditions d'observations traditionnelles et avec insertion de la lame 1/4 d'onde (traduite et modifiée d'après Stutz, 2002a p. 146).

V-3-c-4 Exemple d'emploi de la lame 1/4 d'onde

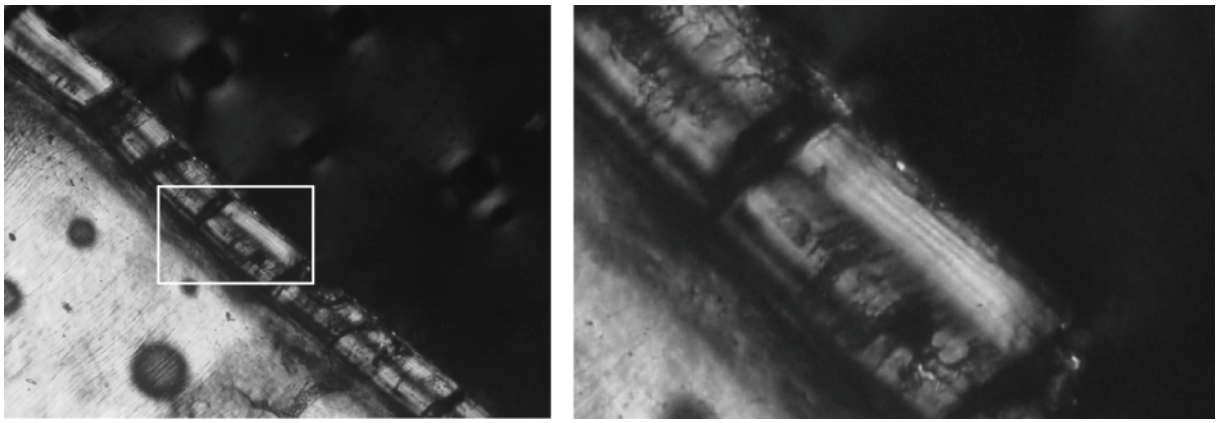


Figure 14 : Méthode - Observation en lumière polarisée analysée de D13-196. Le carré blanc sur la photographie de gauche délimite la zone agrandie sur la photographie de droite.

Pour illustrer le propos, nous présentons ici un exemple d'application de la lame 1/4 d'onde. La Figure 14 est une photographie sous lumière polarisée d'une lame mince réalisée à partir d'une dent de Cerf provenant du gisement de Pech de l'Azé I. L'observation en lumière polarisée permet de distinguer deux régions dans ce cément : une région extérieure, présentant un enregistrement saisonnier bien préservé au sein duquel quatre couples de bandes sont lisibles. Dans la partie la plus intérieure montre une organisation des tissus particulièrement difficile à analyser. Ces deux principales régions sont séparées par une large bande noire, délicate à interpréter sous ce mode d'observation.

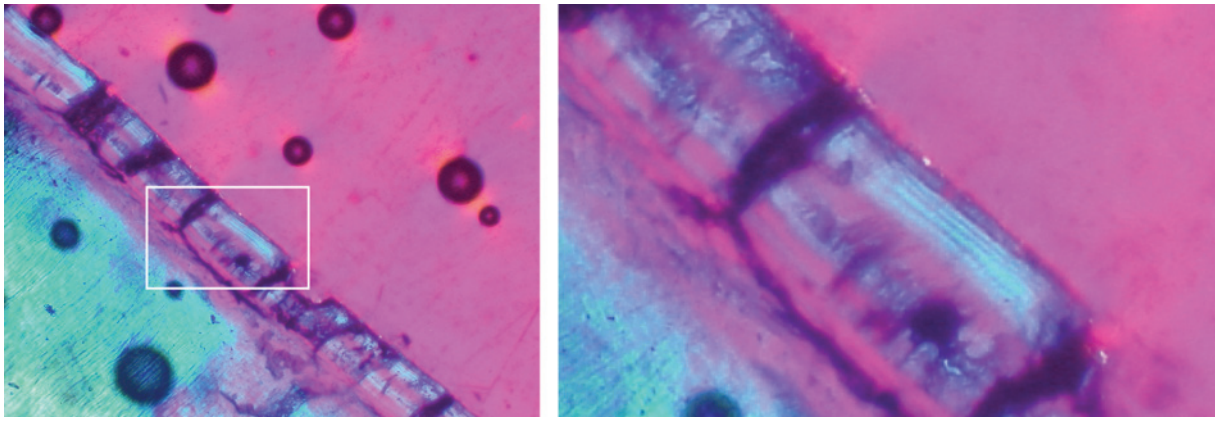


Figure 15 : Méthode - Observation sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde. Le carré blanc sur la photographie de gauche délimite la zone agrandie sur la photographie de droite.

L'observation sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde (Figure 15) apporte des éléments de réponse. La partie externe du cément présente une coloration bleue, qui atteste de la conservation du collagène dans cette zone. À l'inverse, la partie la plus interne apparaît rose, témoignant en cela, d'une probable disparition du collagène. La ligne noire précédemment signalée semble résulter d'une disparition complète de son collagène et, si elle avait été plus fine elle aurait pu être confondue avec une bande de mauvaise saison en lumière polarisée analysée. Cet exemple permet d'illustrer l'intérêt de l'étude des processus de recristallisation et de décristallisation par l'emploi de la lame 1/4 d'onde.

PARTIE II : Mode opératoire

La présentation des travaux précédents nous a permis de dégager les principes de la cémentochronologie, les points forts ainsi que les limites de cette méthode. Cette prise en compte à conduit à mettre au point notre propre protocole d'étude.
La présentation de celui-ci suit l'ordre auquel nous avons été confronté lors des études cémentochronologiques, à commencer par le choix du matériel étudié et les moyens mis en œuvre pour préserver les informations portées par ce dernier.

I Échantillonnage

I-1 Choix du taxon

L'échantillonnage porte en premier lieu sur les taxons à analyser puis, dans en second lieu, sur les dents retenues pour l'étude. Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'objectif de ce travail est de répondre aux questions posées par l'exploitation d'un site et donc de plusieurs taxons. Naturellement, le choix est aux dépends des espèces les mieux représentées sur le site.
Au cours des saisons, les animaux subissent des variations de leur masse carnée, de la qualité de leur peau et de leur graisse (mais aussi la présence et la densité des bois pour les cervidés). Ces variations sont différentes et ne se produisent pas aux mêmes moments de l'année suivant le taxon, le sexe et l'âge de l'individu concerné (voir : Varin, 1980 ; Berger, 1986 ; Duncan, 1992). De plus, les comportements des individus changent aussi suivant les saisons et il est raisonnable de penser qu'il en sera de même pour les techniques de chasses mises en œuvre (Varin, 1980). Enfin, les territoires saisonniers ont pu varier suivant le sexe des individus concernés (Berger, 1986). De la sorte, approche, piégeage, abattage en masse peuvent n'être pratiqués qu'à des moments bien précis de l'année, en fonction de la structure sociale des troupeaux.
Afin de comprendre les choix effectués par les chasseurs-cueilleurs, il est important d'étudier le plus grand nombre de taxons possible. Cela permet d'identifier les matériaux qu'ils pouvaient fournir et l'état sanitaire au moment de la mort (viande, graisse, peau, bois ...). Il est souhaitable alors que l'étude de saisonnalité prenne en compte l'ensemble des taxons dont l'origine anthropique est attestée et qui contribuent de manière significative à l'économie de subsistance.
La contribution à la diète : tous les taxons entrant de manière significative dans celle-ci doivent être étudiés afin de mettre en évidence d'éventuelles exploitations différentielles du type espèce/saison.

Ensuite et c'est un point beaucoup moins abordé dans les études saisonnières, si l'espèce semble en outre faire l'objet d'un **traitement technique non alimentaire** (utilisation des matières dures pour la « confection d'outil », des dents pour la parure…) l'étude des saisons d'acquisition de ces individus permettra de savoir si elle s'est faite sur le site étudié ou ailleurs.

Nous avons construit une méthode sur la base de celle proposée par H. Martin (1994) revue par D. Armand et collaborateurs (2001). Après constitution d'un NMI et identification de la participation relative de chaque taxon au sein du spectre faunique chassé et l'étude de la composition des classes d'âges, nous prélevons une dent par individus ainsi constitués à chaque fois que la qualité de préservation du matériel le permet. En procédant de la sorte, nous nous assurons de la représentativité maximale de l'échantillon analysé et donc de sa plus grande proximité avec les faits archéologiques. De plus, nous évitons aussi d'étudier deux fois le même individu.
Dans l'hypothèse qu'il n'y ait pas de conservation différentielle se traduisant, par exemple, par l'altération préférentielle d'une classe d'âge, l'échantillon analysé correspond aux mêmes proportions de (taxon, âge) que l'assemblage archéologique initial.
La prise en compte du sexe des individus est rendue particulièrement délicate du fait du peu de nombre de dents permettant une discrimination des sexes (citons cependant les canines supérieures de Cervidés ; Greer et Yeager, 1967 ; d'Errico et Vanharren, 2002).

I-2 La sélection des dents

La sélection des dents à analyser obéit à deux principaux critères, qui sont la conservation macroscopique de la dent et le rang de cette dernière.

I-2-a Conservation macroscopique de la dent

Les racines correspondent aux parties les plus fragiles de la dent. Le cément lui-même est le matériau dentaire le plus sensible aux attaques biochimiques (Stallibrass, 1982 ; Child, 1995 ; Geusa et *al.*, 1999 ; Stutz, 2002a, 2002b), météoritiques ou « *weathering* » (Stallibrass, 1982 ; Lieberman *et al.*, 1990 ; Pike-Tay, 1991 ; Lieberman et Meadow, 1992 ; Lieberman 1993a ; 1993b ; Miracle et O'Brien, 1998), aux alternances gel-dégel (Guadelli et Ozouf, 1994) ou simplement aux traitements post-fouille comme le lavage (Stallibrass, 1982). Cependant, les dents encore fichées dans l'os alvéolaire semblent être moins sujettes à ces problèmes et offrent une meilleure conservation de leur cément (Lieberman, 1993a). Nous avons donc sélectionné préférentiellement les dents incluses en mandibule comme le préconisent D. E. Lieberman (1993a) et L. Gourichon (2004).
Toutefois, en raison de l'abondance de dents isolées, nous avons parfois du étendre notre sélection à ces dernières. Dans le cas des dents hors mandibules, nous avons choisi celles qui présentaient une surface suffisamment grande, épargnée par les agents taphonomiques pour y permettre la confection d'une lame mince. Pour cette sélection, les critères suivant ont été retenus :

- Peu de craquelures et peu de fissurations ;
- Absence de trace d'attaque chimique (comme la digestion) ;
- Faible action racinaire ;
- Absence de trace de combustion ;
- Peu de traces de Manganèse ;
- Marquage du matériel effectué ailleurs que sur la racine. En effet, le marquage du matériel archéologique, généralement effectué à l'encre de chine, qui a tendance à être « bue » par le cément et à teinter les dépôts saisonniers, les rendant illisibles ;
- Présence des deux racines. Ce dernier critère est apparu comme un élément clé pour l'acceptation d'une dent au sein de l'étude. La probabilité d'avoir un cément bien conservé est multiplié par deux et, surtout, la comparaison des résultats entre racines permet de tester la validité des observations.

I-2-b Type de dent

L'association des séries supérieures et inférieures est, dans la plupart des cas, difficile, voire impossible, du fait de l'absence de relation directe entre ces deux parties de la mâchoire. Aussi, les calculs du nombre minimum sont généralement réalisés sur les deux séries de manière indépendante. Ainsi, la plupart du temps, seule une série est retenue pour la définition du NMI dentaire.

Dans cette étude, nous avons systématiquement effectué notre prélèvement au sein de la série inférieure pour plusieurs raisons :

- **Sur-représentation des dents inférieures**. Les dents inférieures sont recueillies en plus grands nombres dans les gisements. De par leur constitution et la plus grande simplicité de leur émail, ces dernières s'avèrent moins sensibles aux altérations physico-chimiques que leurs homologues supérieures (Guadelli et Ozouf, 1994). Cela explique que le NMI obtenu à partir des dents inférieures est, dans la très grande majorité des cas, plus important que celui obtenu sur les dents supérieures.
- **Sélection des dents en place**. Nous avons privilégié autant que possible les dents encore en place aux dents isolées (cf. *supra*). Les mandibules, étant plus résistantes que les maxillaires (*e.g. :* Lyman, 1994), ce sont surtout les dents inférieures qui restent fichées dans la mâchoire.
- **Facilité de préparation des échantillons**. Les molaires et prémolaires inférieures des ongulés ont le bord distal et mésial de leur racine plan, relativement à leurs homologues supérieures. Les coupes devant se faire perpendiculairement au plan de croissance du cément, il est plus facile de procéder à cette section sur un bord plan que sur un bord arrondi (comme pour les jugales supérieures). De plus, vu la disposition des racines, il est plus facile de procéder à une telle section sur des dents bi-radiculées que tri-radiculées.

- **Corrélation avec les méthodes d'estimation de l'âge**. Les méthodes de détermination de l'âge sont presque exclusivement établies à partir de l'usure des dents inférieures, imposant le choix de ces séries pour associer un âge au décès à l'individu porteur de ladite série (Andrews, 1982 ; Bull et Payne, 1982 ; Deniz et Payne, 1982 ; Grant, 1982 ; Levine, 1982 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984b).

De la même manière, les dents jugales ont toujours été préférées aux incisives, car les molaires et les prémolaires sont multi-radiculées et restent mieux enchâssées dans les mandibules. De plus, C. Azorit et collaborateurs (2004) ont montré que les estimations d'âge et de saison de mort portant sur le cément des molaires est plus juste et le plus précis que celles utilisant les incisives.

Pour résumer le choix des dents analysées, **nous avons sélectionné préférentiellement les molaires ou prémolaires inférieures, fichées dans l'os alvéolaire ou peu altérées**.

I-3 Quantité de matériel analysé

Notre mode de sélection des dents permet d'écarter la plupart des problèmes, mais il ne suffit pas à garantir la qualité microscopique du cément. Une exploitation de l'ensemble des dents sélectionnées sans s'assurer, par un test, de la préservation microscopique du cément, pourrait aboutir à la destruction complète de toute la série sans fournir de résultats archéologiques (comme pour Spiess, 1979). C'est pourquoi, les dents sélectionnées sont classées par qualité de conservation. Elles sont ensuite mises en lames minces par groupe de cinq : les dents les mieux conservées étant observées en premier, les plus altérées à la fin. Dès que plus de trois dents sur cinq montrent une perte de l'enregistrement saisonnier, l'étude est arrêtée.
En procédant de la sorte, nous nous assurons d'optimiser l'échantillon analysé, sans perte de temps sur du matériel illisible d'un point de vue saisonnier et nous préservons au mieux le matériel archéologique.
L'étude des saisons de prédation du site de La Micoque (Rendu *in* Langlois, 2004) en est un bon exemple : douze dents d'Équidés avaient été sélectionnées pour l'analyse. Nous avions réalisé vingt lames minces sur les cinq premières dents et une seule d'entre elles s'est avérée potentiellement lisible. Aussi avons nous arrêté l'analyse ce qui a permis de préserver sept dents d'une destruction inutile.

II Moulage de la dent

De par l'aspect destructif de la méthode, une sauvegarde des informations portées par les dents est nécessaire afin de conserver au maximum l'enregistrement des faits archéologiques. Si, pour certains chercheurs, seules les informations métriques de la pièce sont importantes (Lieberman, 1993 ; Gourichon, 2004) pour d'autres les informations sur la forme et l'aspect général de la pièce

concernée doivent êtres enregistrés par photographie, emprunte de la couronne ou même moulage complet (H. Martin, 1994 ; Griggo et Pubert ; 1998 ; Pubert *in* Castel, 1999 ; Pubert *in* Costamagno ; 1999 ; D. Armand *et al.*, 2001). C'est cette dernière option que nous avons choisie.

II-1 Observations personnelles

Plusieurs auteurs ont signalé des décollements des couches extérieures du cément liés au moulage de la dent (H. Martin, *com. pers.*). Ainsi, après avoir testé des échantillons actuels, nous avons moulé cinq racines de pièces archéologiques, puis coupé en deux les moules pour les observer à la binoculaire. Aucun reste de cément adhérant aux parois des moules n'a été retrouvé, nous avons donc généralisé cette opération à l'ensemble du matériel. Précisons cependant que, lors du démoulage, si le cément lui-même ne se délite pas, il n'est pas rare qu'en agissant trop rapidement, une des racines se casse.

L'étape de moulage est coûteuse en temps puisqu'il faut environ une semaine par série de dix dents. Ces moulages sont réalisés pour conserver une trace du matériel détruit et pour permettre un éventuel travail ultérieur sur la collection sans que celui-ci soit amputé d'un certain nombre de données.

II-2 Le Moulage

Pour les dents fichées en mandibules, la première phase consiste à extraire les dents de l'os alvéolaire. Quand la dent fait partie d'une série, elle est extraite en opérant une fenêtre dans l'os mandibulaire à l'aide d'une scie microtome à vitesse variable. Quand par contre, la dent est encore incluse dans l'os alvéolaire mais isolée aucune extraction le moulage est réalisé tel-quel pour limiter le risque de destruction de la dent lors de l'extraction.

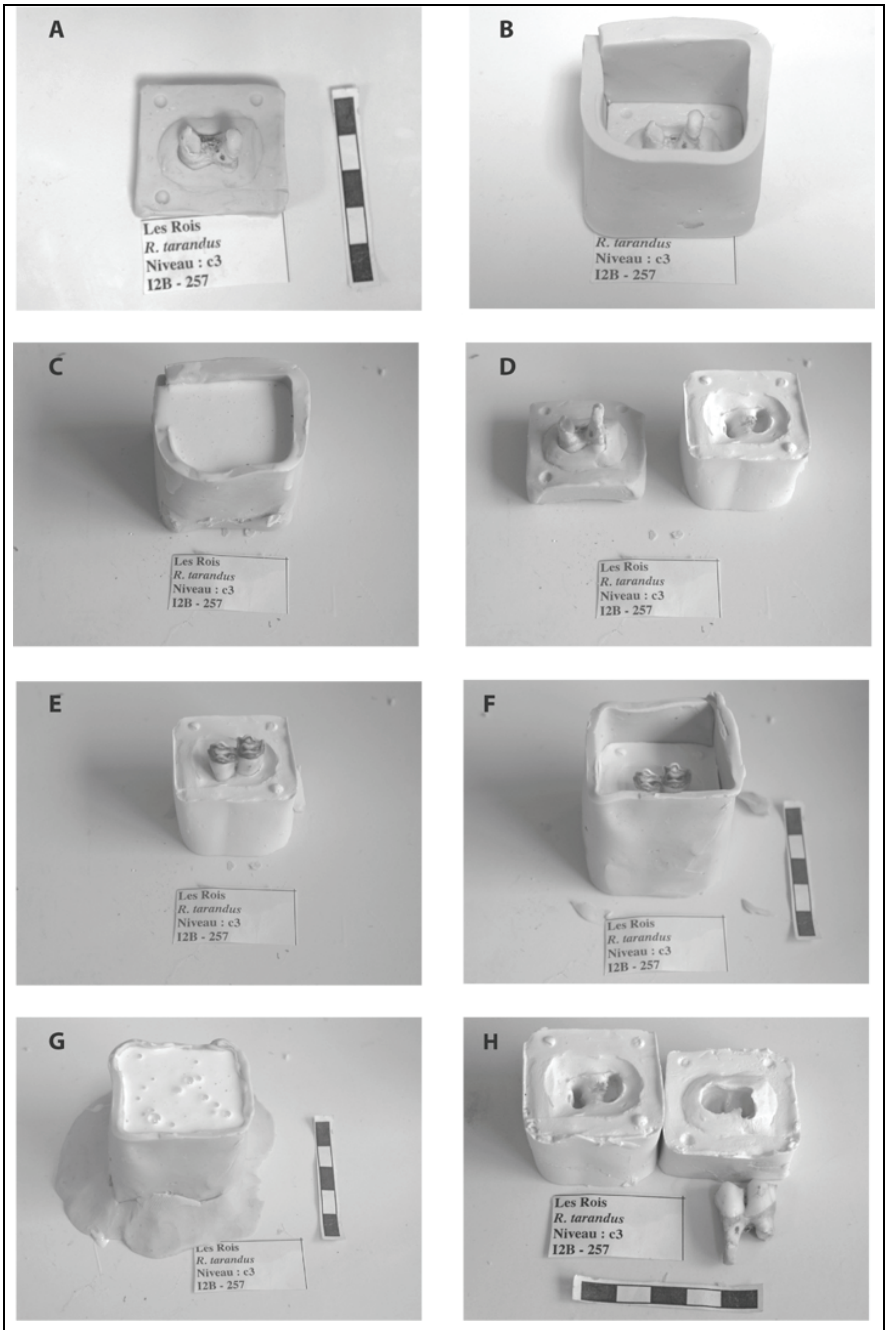


Figure 16 : Méthode - photographie des différentes étapes du moulage. Ici exemple d'une molaire inférieure de Renne provenant du gisement Aurignacien des Rois (Charente)

Lors de la deuxième phase, toutes les dents sont photographiées sur leurs six faces et mesurées. Elles sont ensuite graissées à l'aide d'un lubrifiant industriel (vaseline liquide) pour limiter l'adhérence du silicone et faciliter le démoulage. Les dents sont à demi-incluses (Figure 16-A) dans un bloc de plastiline et entourées d'un coffrage, permettant de verser l'élastomère (RTV Silicone HR) sur la partie émergente du vestige (Figure 16-B et C). Après huit heures de prise, l'échantillon est retiré de la plastiline (Figure 16-D et E) puis un nouveau coffrage est construit autour du silicone et du vestige (Figure 16-F) pour effectuer la deuxième phase sur les parties précédemment incluses dans la plastiline (Figure 16-G). Huit heures plus tard, l'échantillon est démoulé et un tirage en plâtre réalisé pour vérifier la

qualité du moule. Si le test est concluant, la dent est dégraissée sinon, le moulage est recommencé (Figure 16-H).

II-3 Le dégraissage

L'utilisation de lubrifiant, qui est nécessaire au démoulage, peut poser des problèmes de lecture du cément. Après des tests sur des dents de bovins actuels, nous nous sommes aperçus qu'un dégraissage mal pratiqué peut engendrer un dépôt brun, amorphe en lumière naturelle.
Le protocole établit est le suivant : la dent est plongée dans de l'essence F sous-vide d'air (pour favoriser la pénétration du diluant) pendant plusieurs heures. Elle est ensuite placée sous hotte aspirante pendant 4 heures pour faciliter l'évaporation de l'essence. Le rinçage s'effectue en trois étapes. Dans un premier temps, la dent est plongée dans l'eau sous-vide d'air, puis, dans un deuxième temps, le vestige est immergé dans un mélange d'eau chaude savonneuse pendant 12 heures (toujours sous-vide). Le rinçage se termine par un dernier bain dans une solution aqueuse pendant vingt-quatre heures. La dent est enfin séchée sous hotte aspirante durant 24 heures.
Ce procédé est long, mais nécessaire pour assurer une bonne lisibilité du cément.

III Inclusion des dents et réalisation des lames

III-1 Inclusion des dents

La confection d'une lame mince nécessite un important savoir-faire, car les résultats (en particularité la lisibilité) sont très largement conditionnés par leur réalisation. Nous avons réalisé l'ensemble des lames minces étudiées (sauf précisé dans le texte) et ce qui nous a amené à une réflexion sur les méthodes et leur possible améliorations.

Pour cette phase, nous avons tenu compte des prescriptions de la majorité des cémentochronologistes qui travaillent sur le fossile (Stallibrass, 1982 ; Gordon, 1988 ; Pike-Tay, 1991 ; Lieberman , 1993a ; Martin, 1994 ; Burke, 1995 ; Griggo et Pubert, 1998 ; Armand *et al.*, 2001 ; Stutz, 2002a ; Gourichon, 2004).
Pour inclure les dents, nous utilisons des récipients en aluminium. Ils sont préalablement graissés et une première coulée de résine de type Epoxy est réalisée pour en recouvrir le fond. Après 24 heures de séchage, la dent est placée dans le récipient ainsi préparé, sous cloche à vide, puis incluse dans la résine sous une pression de 0,20 à 0,25 bar. Au bout d'une heure, après que le vide soit fait et « cassé » plusieurs fois (ce qui consiste à faire le vide d'air, puis réinjecter de l'air à

nouveau pour être sûr qu'il n'y ait pas de bulle d'air rémanente), la dent est sortie de la cloche. La polymérisation de cette résine dure 24 heures et s'effectue sans retrait[17].
Le récipient en aluminium est alors découpé et le bloc de résine retiré. Ce bloc est coupé suivant la dimension des lames envisagées : 60X45mm ou 45X30mm ; il convient d'obtenir un bloc de dimensions inférieures à celle de la lame de verre sur laquelle il sera collé. Les bords doivent être parallèles à la surface des racines pour faciliter la découpe (Maat *et al.*, 2006). Le bloc obtenu est fixé dans l'étau d'une scie rotative à vitesse constante (épaisseur de lame de 1,5 mm) ou sur une scie rotative à vitesse variable (épaisseur de lame de 0,3 mm) si l'échantillon a une épaisseur inférieure à 25 mm.

Figure 17 : Méthode-Schématisation du plan de découpe retenue pour cette étude.

III-2 La découpe

Pour la découpe de la dent, nous avons également suivi les recommandations classiques de la cémentochronologie (Gordon, 1988 ; Pike-Tay, 1991 ; Burke, 1995 ; Lieberman , 1993a ; Martin, 1994 ; Griggo et Pubert, 1998 ; Armand *et al.*, 2001 ; Stutz, 2002a ; Gourichon, 2004). La découpe se fait donc dans le plan sagittal défini par l'axe d'allongement des deux racines et perpendiculairement à la surface du cément (Maat *et al.*, 2006), de préférence sur une zone plane (Figure 17). Elle est ainsi faite pour éviter la superposition de plusieurs bandes de cément se superposent dans l'épaisseur de la lame.

Le polissage

La surface de coupe est ensuite polie sur un tour rectifieur pétrographique à l'aide de disque à grains décroissant de type 240, 600 puis 800. La fin du polissage est effectuée à l'aide de poudre de diamant industriel.

Le Collage

L'échantillon est ensuite collé sur une lame de verre précédemment dépolie (de dimension 60X45 mm ou 45X30mm suivant les dimensions de l'échantillon) à l'aide d'une colle GéoFix de type Epoxy (le temps de la prise est d'environ 8 heures).
La lame mince est ensuite placée dans une rectifieuse à vitesse fixe et avance automatique qui l'usera jusqu'à ce qu'elle ait une épaisseur d'environ 100 µm.

[17] Bien que la chauffe de la résine puisse diminuer le temps de polymérisation, plusieurs de nos essais ont engendré un retrait plus ou moins important de celle-ci, nous obligeant à continuer l'inclusion « à froid ».

La finition se fait à la main sur le tour polisseur avec des disques d'abrasion successifs jusqu'à obtenir une épaisseur de lame comprise entre 75 et 15 µm. Il n'existe pas d'épaisseur idéale pour l'observation du matériel archéologique. Cette dernière phase nécessite un va-et-vient constant entre le microscope et le polisseur jusqu'à l'obtention d'une lame permettant d'identifier les structures saisonnières.
L'épaisseur requise pour une lame est caractérisée par la lisibilité de l'ensemble des structures dentaires, la non-superposition des tubules de la dentine sur l'épaisseur de la lame mince, la coloration de la dentine et la lisibilité des bandes de cément (Gourichon, 2004).

Les lames minces finies, ne sont pas recouvertes de lamelle de verre, pour permettre une reprise ultérieure de celles-ci.

En ce qui concerne la finition, M. J. Beasley et collaborateurs (1992) signalent l'apparition d'inclusions de fines particules lors du polissage manuel pouvant masquer les enregistrements saisonniers ; ils déconseillent donc cette méthode. À l'inverse, L. Gourichon (2004) ne constate aucune inclusion de ce type dans les mêmes conditions de réalisation. Lors de la finition manuelle de deux séries archéologiques d'Isturitz (Rendu, 2003) et de La Micoque (Rendu *in* Langlois, 2004), nous avons été confronté à ce phénomène d'inclusions. Elles apparaissent sous forme de dépôts grisâtres recouvrant de manière non homogène les structures dentaires. Ces dépôts, que nous avions interprétés à l'origine comme le dépôt de particules organiques, se sont avérés être des artefacts de préparation. Nous avons solutionné ce problème par l'utilisation de poudre de diamant puis de laine feutrée, qui ont permis de « débarrasser » les bandes de céments de ces dépôts et de rendre lisible des structures saisonnières qui nous étaient, au départ, inaccessibles.

IV Observation directe

Les observations ont été réalisées sous microscope polarisant en lumière transmise. Le microscope utilisé est le modèle BH2 – Olympus à grossissement variable.

IV-1 Aire de lecture

Comme précisé dans la description de la cémentogenèse (Cf. : *III-1-b Enregistrement saisonnier dans le cément acellulaire*), les observations portent sur les parties contenant du cément acellulaire, moins sujet aux modifications que son homologue cellulaire (Lieberman, 1993a). Elles sont donc réalisées sur les bords mésial et distal de la dent (jamais dans la zone inter-radicullaire) dans le premier tiers de la racine (Figure 18). Là, la rectitude et la régularité des structures saisonnières du

cément sont plus marquées que dans la partie apicale de la racine. (Gordon, 1988 ; Pike-Tay, 1991, 1995 ; Lieberman, 1993a ; Martin, 1994 ; Griggo et Pubert, 1998 ; Armand *et al.*, 2001 ; Stutz, 2002a ; Gourichon, 2004). À l'inverse, les bandes de cément s'enroulent, se dédoublent et présentent des épaisseurs variables lorsqu'on se rapproche de la zone apicale de la racine.

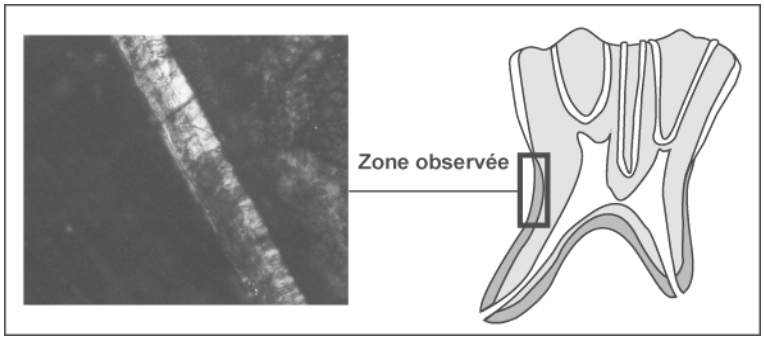


Figure 18 : Méthode - Localisation de la zone d'observation

IV-2 L'Observation

Un premier examen d'ensemble de la lame mince est nécessaire pour identifier et localiser les différents tissus (émail, dentine, cément) dentaire. Cet examen permet également, en notant la présence de modifications microscopiques, de déterminer la zone la mieux préservée. Au cours de cette étape, la présence de fracturations, de dissolution d'origine organique, de décollements du cément, de concrétions et d'inclusions de minéraux (Figure 19) est systématiquement recherchée.

D'éventuelles pertes de collagène et les phénomènes de recristallisations sont ensuite étudiés après insertion de la lame 1/4 d'onde (Stutz, 2002a, 2002b).

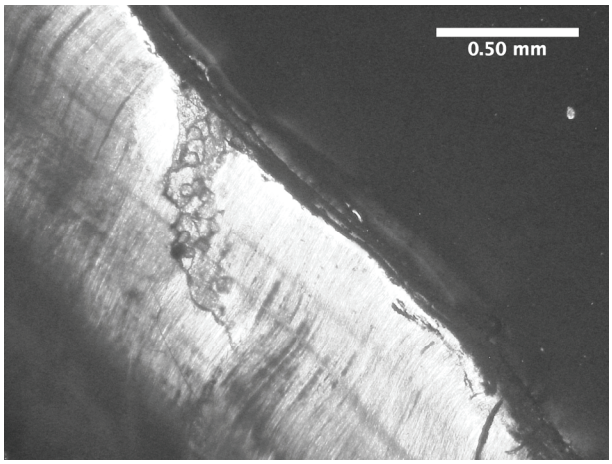


Figure 19 : Méthode - Observation en lumière polarisée - présence d'inclusion de minéraux suivant un plan de fracture des tissus dentaires préexistant (matériel archéologique : LQ O6-2500).

L'observation du cément se fait d'abord en lumière naturelle pour déterminer ses limites (dentine / cément et cément / résine) et ainsi apprécier son extension. Il est parfois déjà possible de remarquer des structures saisonnières quand la préservation de la dent le permet.

La dent est ensuite examinée sous lumière polarisée. Dans ces conditions, l'alternance des bandes est la plus visible quand nous orientons celles-ci suivant l'axe bissecteur de l'angle formé par les deux polariseurs. Cet axe correspond à une orientation de type Nord-ouest / Sud-est ou Nord-est / Sud-ouest par rapport à la platine (donc aux optiques) du microscope. Cependant, l'observation de la lame suivant cette orientation de 45 degrés n'a qu'une valeur indicative. Dans un deuxième temps, il faut observer les structures de manière dynamique, afin de visualiser l'alternance des bandes. Ceci est fait en changeant l'orientation des lames minces. Les structures saisonnières apparaissent alors clairement, s'éteignant et s'illuminant de manière alternée. Toutefois, si le polissage n'est pas parfaitement homogène, l'extinction ou l'éclairement maximal des bandes peut être décalé et, dans certains cas, l'extinction peut se produire de manière « roulante » (identique aux cristaux de quartz sous les mêmes conditions d'observation). Il faudra alors décompter les bandes de cément en plusieurs fois.
L'observation se poursuit en augmentant progressivement le grossissement. Un grossissement faible (X20) est utilisé pour identifier et localiser les structures dentaires. Un intermédiaire (X40) nous permet, dans la plupart des cas, d'envisager une détermination saisonnière ou, en tout cas, la nature de la dernière bande. Le recours à un fort grossissement (X100) est très souvent utile pour déterminer le taux d'accroissement de la dernière bande et la comparer à la précédente de même nature. Enfin, nous avons systématiquement recours à un très fort grossissement (X200-X400) quand la dernière bande est une *zone* est en fin de croissance. De cette façon, nous pouvons nous assurer qu'il n'y a pas un début d'*annulus*.

Certains auteurs (Beasley *et al.*, 1992 ; Gourichon, 1994) insistent sur la possibilité, à ce niveau de grossissement, d'une confusion entre les structures saisonnières vraies et des structures secondaires (formée pendant le vivant de l'animal comme les *« lignes de rut »* ou à sa mort lors des modifications diagénétiques). Cependant, en respectant le protocole *sus*-cité (identification des structures à grossissement moyen et détermination à grossissement fort), il est possible d'éviter ces écueils et la lecture demeure relativement facile.

Ce nécessaire va et vient entre les grossissements est tout aussi important que le passage entre lumière naturelle et lumière polarisée sans ou avec insertion de la lame 1/4 d'onde. En effet, le recours à la lumière naturelle permet souvent de contrôler la réalité des structures observées. Une fissuration longitudinale dans le cément apparaît sombre en lumière polarisée et peut être confondue avec un *annulus* si la conservation du cément induit une mauvaise lisibilité de celui-ci. En lumière naturelle ou en lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde, il est facile d'identifier cette fissuration qui s'exprime par un simple décollement du cément.
Ces retours à l'observation en lumière naturelle et à l'emploi de la lame 1/4 d'onde permettent aussi de cerner la limite extérieure du cément, alors que cette dernière n'est pas toujours évidente à percevoir en lumière polarisée.

IV-3 Détermination de la saison de mort

La nomenclature que nous avons retenue pour déterminer la saison de mort est dérivée de celle établie par H. Martin (1994). Elle consiste en la caractérisation de la nature du dernier dépôt, *zone* ou *annulus,* qui définit la bonne ou la mauvaise saison.
Quand la qualité de lecture le permet, un découpage supplémentaire est proposée, fondée sur l'estimation de l'avancée de la croissance de cette dernière bande quand celle-ci est une *zone*. Ce taux de croissance est estimé en comparant la largeur de la dernière *zone* à celle de la *zone* précédente.
Trois stades de développement des zones sont retenus (Tableau 5) :

- Le **début** de la bonne saison correspond au premier 1/4 de croissance d'une Zone.
- Le **milieu** de la bonne saison correspond à environ 1/2 du dépôt.
- La **fin** de la bonne saison plus de 1/2 de la zone est formée.

La finesse des dépôts de croissance lente nous empêche d'estimer le stade de développement des *annuli*.

Cette méthode présente l'avantage de tenir compte du taux différentiel d'accrétion en fonction de l'année. La reprise de la croissance du cément après l'hiver se fait progressivement avec un début d'apposition ralenti (pendant le Début de la Bonne Saison), qui reprend une vitesse de croissance normale en milieu de saison (Pike-Tay, 1995). Pour cette raison, nous nous interdisons toute méthode d'estimation *régulière* (qui fait abstraction des changements du taux de croissance) comme celle de L. Gourichon (2004).

Nature du dernier dépôt	**Stade de développement**	***« Néo-Saison »***
Zone	Début de croissance	Début de la **Bonne Saison (DBS)**
	Milieu de croissance	Milieu de la **Bonne Saison (MBS)**
	Fin de croissance	Fin de la **Bonne Saison (FBS)**
Annulus		**Mauvaise Saison (MS)**

Tableau 5 : Méthode – Correspondance retenue pour ce travail entre la nature et le stade de développement du dernier dépôt, d'une part et la saison inférée, d'autre part.

V Analyse d'image

La détermination de la saison de mort se fonde uniquement sur la nature et le stade de développement de la dernière bande. Mais, alors que la nature de la dernière bande est un

caractère discret souvent évident, qui toutefois dépend beaucoup de l'état de préservation et de la préparation de la lame, l'évaluation de sa croissance l'est beaucoup moins.
En effet, l'estimation du stade de développement, qui se fonde sur une simple comparaison de la largeur de la dernière bande à celle de la bande précédente de même nature. Cette estimation n'est pas exempte de subjectivité. Elle est directement liée à l'expérience et aux compétences de l'analyste (Lubinsky et O'Brien, 2001). En effet, pour caricaturer cela revient à décider si la bande est beaucoup plus fine, plus fine ou un peu plus fine que la précédente. Les tests inter-observateurs, nombreux en cémentochronologie (Erickson et Seliger, 1969 ; Liebermann *et al.*, 1990 ; Lubinsky et O'Brien, 2001), stigmatisent ce problème. Si la détermination de la nature de la bande ne pose généralement aucun problème, les résultats sont plus contrastés pour l'estimation de son développement. Dès lors, il nous semble nécessaire d'introduire un critère quantitatif.

D. E. Liebermann et collaborateurs (1990) furent les premiers à proposer une méthode allant dans ce sens, en optant pour l'emploi de l'analyse d'images assistée par ordinateur. Cette technique qui permet d'obtenir des mesures précises (nature et dimension) de la dernière bande, est très largement utilisée dans l'application de la squelettochronologie au matériel dentaire fossile (Lieberman , 1991, 1993a, 1993b, 1994, 1998 ; Pike-Tay, 1995 ; A. Burke, 1995 ; Griggo et Pubert, 1998 ; Pubert *in* Castel , 1999 ; Armand *et al.*, 2001 ; Stutz, 2002a ; Rendu *in* Langlois, 2004 ; Gourichon, 2004).

V-1 Méthode[18] :

V-1-a Matériel de capture d'image

Le microscope est relié par une caméra numérique (*KY-F1030 de JVC*) à un ordinateur (carte graphique : *NVidia Riva TNT2 Model 64*). L'image défile directement sur l'écran de l'ordinateur, permettant de se dégager des oculaires du microscope. L'acquisition se fait *via* le logiciel *Focus2000*.

V-1-b Capture et traitement de l'image

Cette pratique nécessite une recherche de la meilleure localisation, de la meilleure orientation et du meilleur grossissement, afin d'obtenir la vision la plus nette possible incluant le plus grand nombre de couples de bandes.
Des photographies sont réalisées et trois sont, au final, retenues pour l'étude : une en lumière naturelle (estimation de la préservation du cément), une en lumière polarisée (détermination saisonnière), une en lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde (mise en évidence de processus diagénétiques). Une autre série de photographies est prise si un aspect particulier nécessite une autre orientation de lame ou un autre grossissement.

[18] Nous avons suivi une formation dispensée par l'école doctorale SVGSE (Université Bordeaux 1) pour l'analyse d'image.

La capture d'images se fait avec le logiciel *Focus2000*, en mode RVB, le nombre de pixels est fixé par les capacités de la caméra : les dimensions numériques de l'image sont de 1360/1024 pixels. Chaque pixel correspond ainsi à une surface de l'image dont les dimensions varient suivant le grossissement retenu pour la photographie (Tableau 6).

Grossissement	Dimension d'un pixel (en micromètre)
20	3,14 µm
40	1,56 µm
100	0,63 µm
200	0,31 µm

Tableau 6 : Méthode - Dimension d'un pixel en fonction du grossissement utilisé pour la photographie.

Les images sont exploitées en mode non compressé de type fichier TIF. L'analyse d'images est réalisée *via* le logiciel *ScionImage* (version évoluée d'*Image J* version PC du logiciel *NIH Image*) développé par *l'U.S. National Institutes of Health*. Ce logiciel a déjà prouvé son utilité dans le cadre de la recherche en cémentochronologie appliquée à l'archéologie (Lieberman, 1993a, 1993b, 1994 ; Pike-Tay, 1995 ; Burke, 1995 ; Griggo et Pubert, 1998 ; Pubert *in* Castel, 1999 ; Armand *et al.*, 2001 ; Stutz, 2002a ; Rendu *in* Langlois, 2004 ; Gourichon, 2004).
L'image en RVB est transformée en une image 8-bit (niveau de gris). Suivant la qualité de la photographie, plusieurs options sont prises pour réaliser cette transformation : la transformation est réalisée à partir soit de l'ensemble des couleurs composant l'image (Rouge, Vert et Bleu), soit d'une seule de ses composantes quand la distinction des dépôts s'avère meilleure sous cette couleur. Dans la majorité des cas, c'est le bleu qui s'est révélé le plus informatif.
À chaque pixel est attribué une valeur de luminescence sur les 256 possibles. La luminescence est exprimée par une valeur comprise entre 0 pour le noir et 255 pour le blanc. Nous attirons ici l'attention du lecteur : cette attribution est opposée à celle retenu par la majorité des autres auteurs (Lieberman *et a.l*, 1990 ; Burke, 1995 ; Pubert *in* Castel, 1999, Gourichon, 2004) mais rend la représentation graphique beaucoup plus lisible.
Un ajustement des contrastes et de la luminosité de la photographie s'avère généralement nécessaire. En augmentant le contraste, les différences entre les *zones* et les *annuli* sont accentuées. Cependant, contrairement à certains auteurs (*e. g.* : Armand, Pubert et Soressi, 2001), nous n'avons pas appliqué de méthode systématique dans le traitement des photographies. En ce sens nous avons préféré une application, au cas par cas, de notre protocole.

L'analyse d'images est alors menée en deux étapes distinctes reposant toutes deux sur le principe de la mesure des variations d'intensité lumineuse de l'image capturée en lumière polarisée.

V-1-c Profils de variations lumineuses

Cette analyse d'images assistée par ordinateur révèle les variations d'intensité lumineuse dans le cément. Ces variations d'intensité sont relevées le long d'une ligne qui recoupe orthogonalement l'intégralité des bandes de cément. La luminescence est mesurée pour chacun des pixels présent sur cette ligne. Cette luminescence s'exprime par la valeur en niveau de gris attribuée à chaque pixel. La mesure est exprimée graphiquement par l'intermédiaire d'une courbe représentant le niveau de gris (*Grey value*) en fonction de la distance. Les **bandes de bonne saison**, dont l'image est constituée par des pixels de forte valeur, sont représentées par des **reliefs positifs (pics)**, tandis que **les bandes de mauvaises saisons** sont matérialisées par **des reliefs négatifs (creux)**[19].

La détermination de l'âge revient à compter le nombre de pics ou de creux. La détermination de la saison s'effectue par la reconnaissance de la nature du dernier relief de la courbe (pic ou creux). Il est ensuite possible de mesurer directement sur le graphique la largeur en micromètre du dernier dépôt. En revanche, comme le souligne L. Gourichon (2004), il n'est pas possible, à partir de l'amplitude d'un « pic », d'en inférer des informations d'ordre biologique (stress de l'animal,...) ou environnemental (sécheresse de l'été, rigueur de l'hiver...).
Pour s'assurer que le profil ne prend en compte que des variations lumineuses liées à des structures biologiques et de s'assurer qu'il n'y a pas de variation latérale d'épaisseur de la dernière bande de cément, il est nécessaire de mener une étude de toute la région du cément analysée.

Les problèmes inhérents à cette méthode sont :

- L'identification de la meilleure zone pour établir un profil de mesure ;
- L'assurance que le profil ne correspond qu'à des structures saisonnières (et non des particules sédimentaires ou des artefacts de fabrication pouvant surimposer de fausses variations de luminescence).

V-1-d Étude de surface, représentation en pseudo-3D.

Cette étude de surface, bien que souvent citée, n'est que très rarement menée. Seul D. E. Liebermann et collaborateurs (1990) la proposent. Elle est cependant indispensable car la validité du profil dépend de sa reproductibilité dans la région analysée.
Cette étude de surface est menée grâce à une succession de 100 ou 200 profils (suivant la nécessité de précision), régulièrement espacés, dans une aire rectangulaire définie par l'analyste. Ces profils donnent l'impression d'une image en trois dimensions suivant les mêmes normes graphiques que celles précédemment exposées (*zone* en relief positif, *annuli* en creux).

[19] Nous avons ainsi une représentation inverse de celles des auteurs ayant opté pour une attribution des niveaux de gris opposée à la nôtre.

L'intérêt majeur est de suivre les bandes sur une partie (restreinte) de leur extension, permettant de mettre en évidence les régions les mieux conservées et de sélectionner la meilleure région pour le profil. Il est alors possible de vérifier que la dernière ligne d'accrétion conserve les mêmes proportions tout au long de la surface étudiée.

V-2 Exemple d'analyse d'images

Nous proposons ici (Figure 20) l'exemple d'une étude que nous avons réalisé lors de l'analyse du gisement aurignacien d'Isturitz (Rendu, 2003, 2005b, soumis). La dent (W131-118) est une première molaire inférieure de Renne et provient de l'ensemble 4b (fouille Christian Normand, salle Saint-Martin). Cette dent présente un cément bien conservé. Les dépôts sont bien définis et peuvent être suivis sur une longueur importante. Quatre bandes de bonne saison sont visibles mais un dépôt noir de concrétion souligne la limite extérieure du cément, rendant difficile la détermination saisonnière. La dernière ligne d'apposition est une *zone* en cours de croissance. La première observation directe que nous avions réalisée avait abouti à la détermination d'un abattage en début ou en milieu de bonne saison.

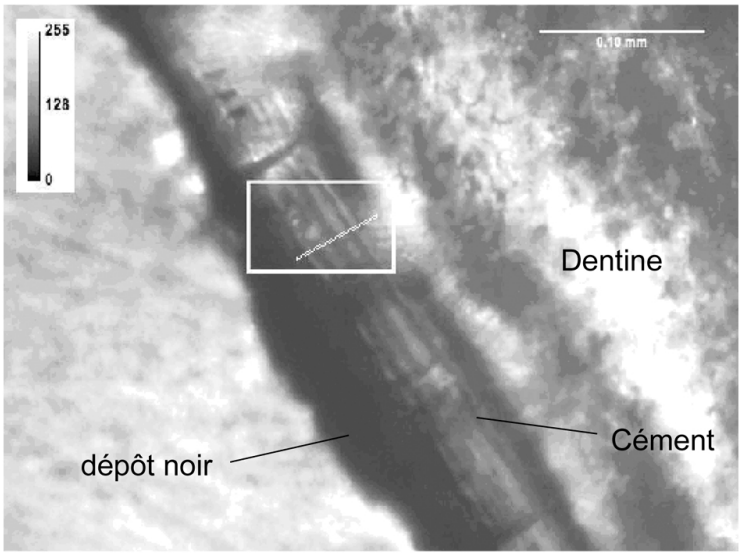


Figure 20 : Méthode - Photo sous microscope polarisant. La réglette dans le coin supérieur gauche permet de visualiser la valeur de luminescence attribuée à chaque pixel. L'échelle est donnée par la barre blanche dans le coin supérieur droit. Le rectangle représente la sélection de pixels sur laquelle a été réalisée l'étude de surface. Le segment blanc est la ligne sur laquelle a été réalisé le profil.

Utilisation de l'analyse d'image

L'analyse de surface est constituée ici de 100 profils réalisés dans une région où l'alternance de bande est particulièrement bien marquée(Figure 20). Il est possible de distinguer en « relief » quatre zones, séparées par trois *annuli* (Figure 21). La surface noire qui suit le cément est représenté par un palier de basses valeurs approchant le zéro. Aucun incrément supplémentaire n'a pu être identifié par l'analyse d'image. Il est intéressant de souligner aussi la constance de l'épaisseur de la bande la plus extérieure, validant l'attribution saisonnière de la dent.

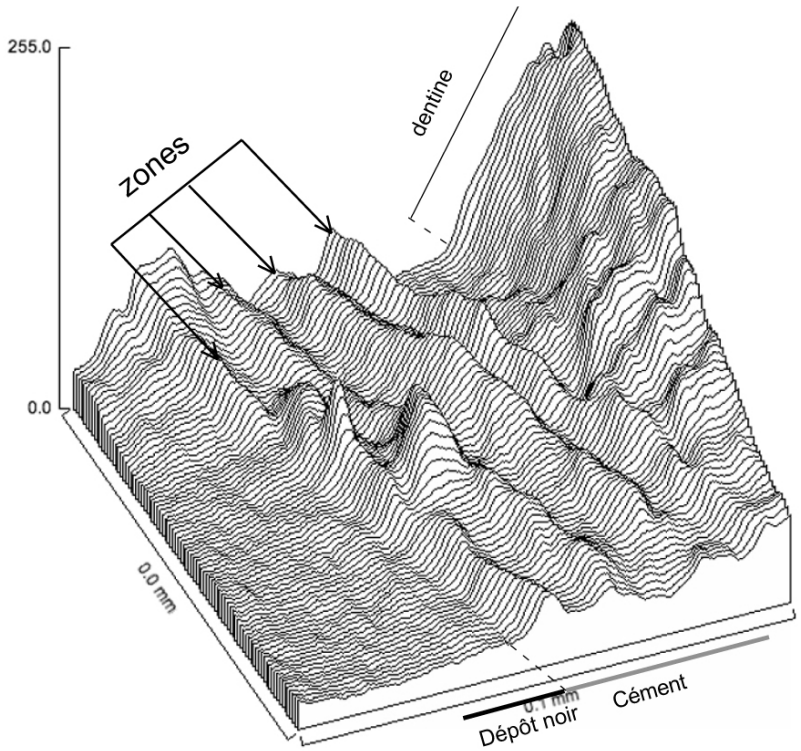


Figure 21 : Méthode - Représentation de type 3D des variations d'intensité de lumière au sien du cément. Les bandes à croissances rapides apparaissent en relief positif.

La représentation (Figure 22) proposée ici a été réalisée pour attester de la constance de la largeur du dernier dépôt. Le dernier incrément présente une épaisseur continue. Encore une fois, aucun dépôt postérieur ne peut être mis en évidence.

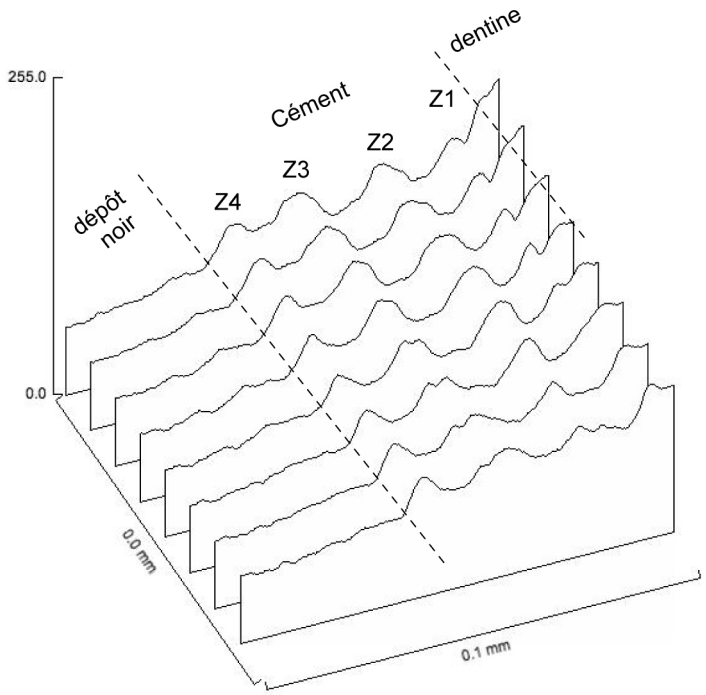


Figure 22 : Méthode - Succession de profil de luminescence. Les *zones* sont indiquées par un Z suivi de leur ordre d'apparition.

Le profil (Figure 23) confirme les observations précédentes puisqu'il met en évidence trois couples de bandes et un dernier dépôt dont les valeurs de luminescence sont supérieures à celles du dépôt précédent : c'est donc une *zone*.

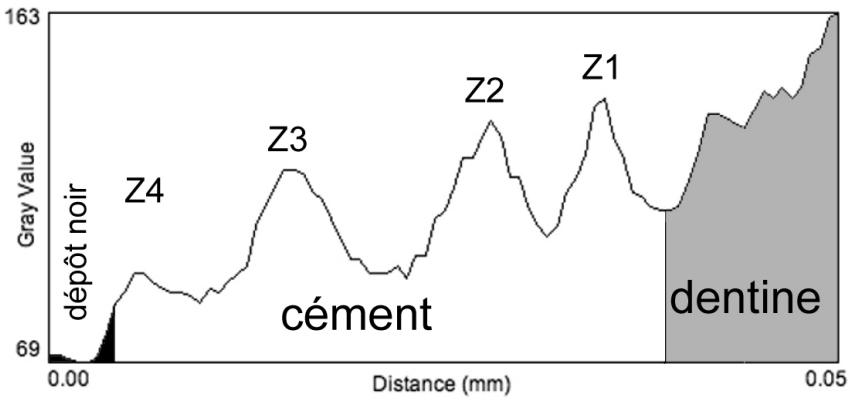


Figure 23 : Méthode - Profil. Sur le profil, la dentine apparaît en gris, en noir : les dépôts extérieurs au cément et le cément en blanc. Les valeurs sont données en niveaux de gris (Grey values) et la distance est exprimée en millimètres. Les *zones* sont indiquées par un Z suivi de leur ordre d'apparition.

Une mesure précise du dernier dépôt montre que sa largeur représente environ la moitié de la largeur du dépôt précédent de même nature. L'animal est donc mort en le milieu de bonne saison.

VI Condition d'acceptation d'une détermination

Le plus grand problème dans l'étude du cément en contexte archéologique est la préservation de ce dernier. Il s'exprime, pour l'analyste, dans la détermination du lisible/pas lisible. Si la très grande majorité des auteurs, pour ne pas dire la totalité, définit très clairement leurs conditions d'observations et de déterminations saisonnières, très peu, pour ne pas dire aucun, définissent ce qu'ils considèrent comme lisible ou illisible. Certains auteurs ont mis au point des grilles d'estimation de la qualité du cément comme Gordon (1988) ou encore Gourichon (2004). Cependant, ce système ne résout pas le problème de la valeur qui doit être accordée à une dent considérée comme moyennement voire difficilement lisible. Il peut, dans ces conditions, devenir tentant d'écarter les dents « moyennement » lisibles si elles s'écartent du profil général sous prétexte de la difficulté d'accès à l'information saisonnière.

La définition de ce qui est lisible (ce que l'on recherche donc) ne peut se faire évidemment que si ce qui ne l'est pas (donc illisible) est défini parallèlement.
Cette définition caractérise le seuil d'acceptation ou de rejet d'une détermination.

Souhaitant être le plus rigoureux possible, nous avons retenu la méthode suivante :
Quatre observations échelonnées dans le temps sont réalisées alternativement par série, de manière à ne pas être influencé par les résultats précédents. Deux observations sont conduites en

mélangeant les lames minces issues de collections archéologiques distinctes. Les lectures sont menées sur chacune des racines et sur chacune des lames minces réalisées de la dent.

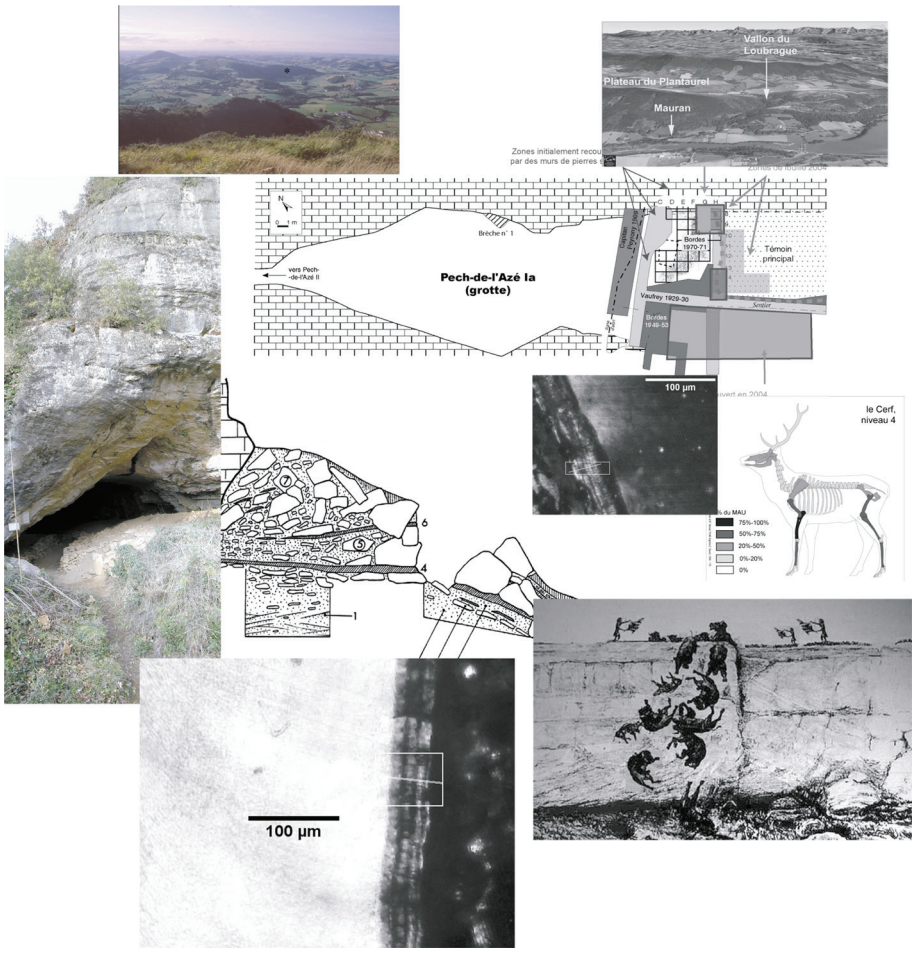
Est ainsi considérée comme illisible une dent dont les 4 déterminations ne fournissent pas au moins 3 résultats strictement identiques. Si un résultat est très différent des trois autres (quand il y a plus d'une saison d'écart), nous en recherchons la raison. Si aucune explication ne peut être apportée les données obtenues sont rejetées. En revanche si une lame est illisible mais que sa consœur (l'autre lame obtenue sur la même dent) permet une détermination saisonnière, les résultats de ces lames seront pris en compte dans l'étude saisonnière.
Notons, de plus, que nous avons toujours préféré les résultats informatiques à ceux de l'observation directe quand ils étaient sensiblement différents.

Nous allons maintenant appliquer le protocole présenté aux sites retenus pour cette étude

Les études

Pech-de-l'Azé I - La Quina – Mauran

Isturitz



Chapitre II : Pech-de-l'Azé I

Complémentarité des approches archéozoologiques et cémentochronologiques

Le Pech-de-l'Azé I (Figure 24) fait partie d'un complexe de quatre gisements paléolithiques sur la commune de Carsac-Aillac (Dordogne).
Il constitue l'un des gisements les plus importants pour saisir les mécanismes d'évolution du Moustérien de tradition acheuléenne de type A vers le type B (Soressi, 2002). Jusqu'alors, les études de la faune, incomplètes, étaient fondées sur un matériel issu de fouilles sélectives. Face à cette lacune, nous avons choisi de mener une analyse archéozoologique complète du gisement permettant de fournir un cadre interprétatif aux données saisonnières obtenues.

Ainsi, nous souhaitons montrer la complémentarité des études archéozoologiques et cémentochronologiques.

Figure 24 : Pech-de-l'Azé I – Photographie du porche actuel (cliché : M. Soressi)

I Présentation du site du Pech-de-l'Azé

I-1 Cadre géographique

Le site de Pech-de-l'Azé est au point de contact de trois régions géomorphologiques majeures. À l'Ouest, s'étendent sur près de 200 kilomètres les formations sédimentaires du Bassin Aquitain. À une soixantaine de kilomètres à l'Est, commencent les reliefs cristallins du Massif Central. Enfin, au Sud, le massif calcaire des Causses du Quercy distant d'une dizaine de kilomètres constitue le dernier élément structurant de la région.

La vallée de la Dordogne joue un rôle majeur dans ce paysage en délimitant tout d'abord le Périgord et les contreforts des Causses, mais aussi en offrant un axe de circulation important en direction du Massif Central (Figure 25).

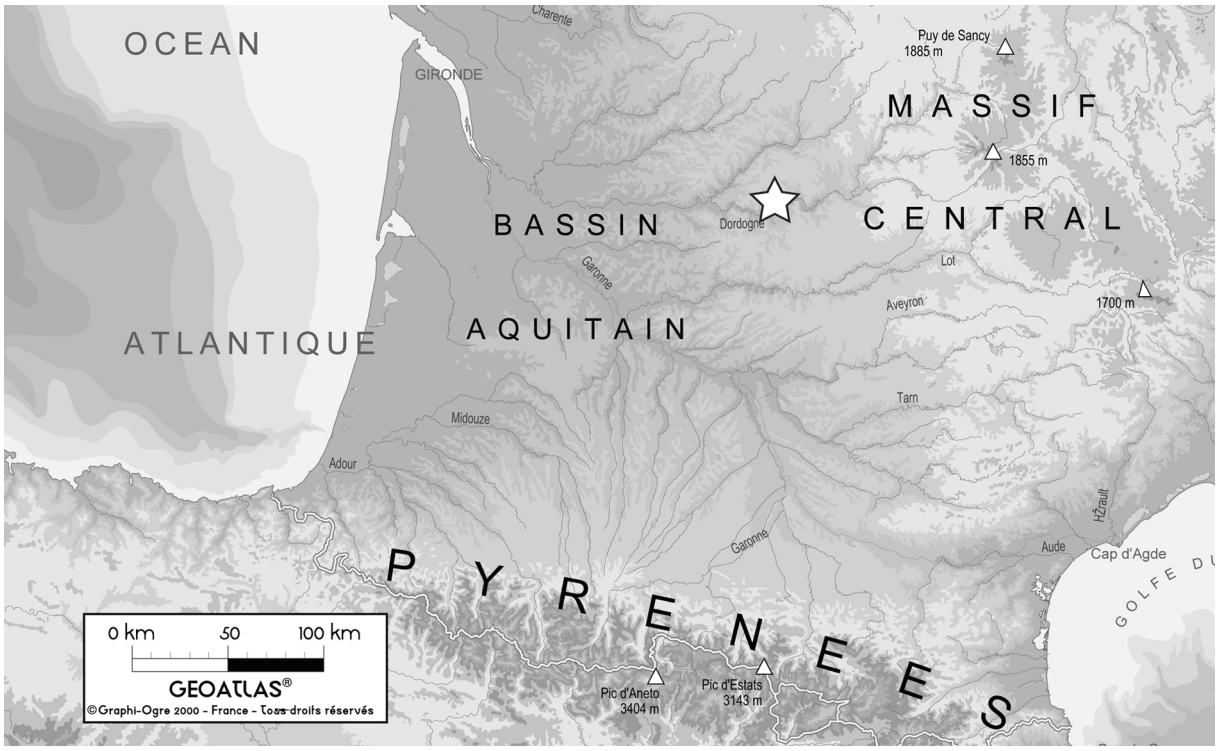


Figure 25 : Pech-de-l'Azé I - Localisation du gisement de Pech-de-l'Azé.

I-2 Implantation du site dans la vallée

Le site de Pech-de-l'Azé, et les quatre gisements qui le constituent, dominent de 30 mètres la vallée du Farge, affluant de l'Énéa qui se jette dans la Dordogne à quelques kilomètres de là (Figure 26).

Figure 26 : Pech-de-l'Azé I - Implantation du Pech-de-l'Azé dans son environnement géographique (modifié d'après Géoportail, 2007).

La colline de l'Azé se trouve au sein des terrains des calcaires gréseux bioclastiques à silex noir du Coniacien, qui sont à l'origine de la très grande majorité des falaises et des abris de la région. De nombreuses vallées sèches découpent ce massif calcaire en petites collines (les Pechs) dont l'altitude absolue excède que rarement les 200 m. À l'Ouest, les terrains plus tendres du Santonien forme un paysage un peu moins vallonné.
À l'Est, se développent les terrains calcaires du Jurassique dont l'altitude s'élève progressivement. Dans ces derniers, à moins de 10 km du Pech, des gisements de lignites sont à signaler.

II Le gisement du Pech-de-l'Azé I

Le gisement de Pech-de-l'Azé I (Figure 24) est un abri sous roche qui se trouve à l'extrémité SSE d'une grotte sèche qui le relie au Pech II (Bordes, 1975). Il se trouve actuellement au pied d'une falaise haute d'une vingtaine de mètres, qui se poursuit jusqu'au Pech-de-l'Azé IV, 80 mètres plus loin (Figure 27). Le Pech-de-l'Azé III est en contrebas du gisement qui nous intéresse.

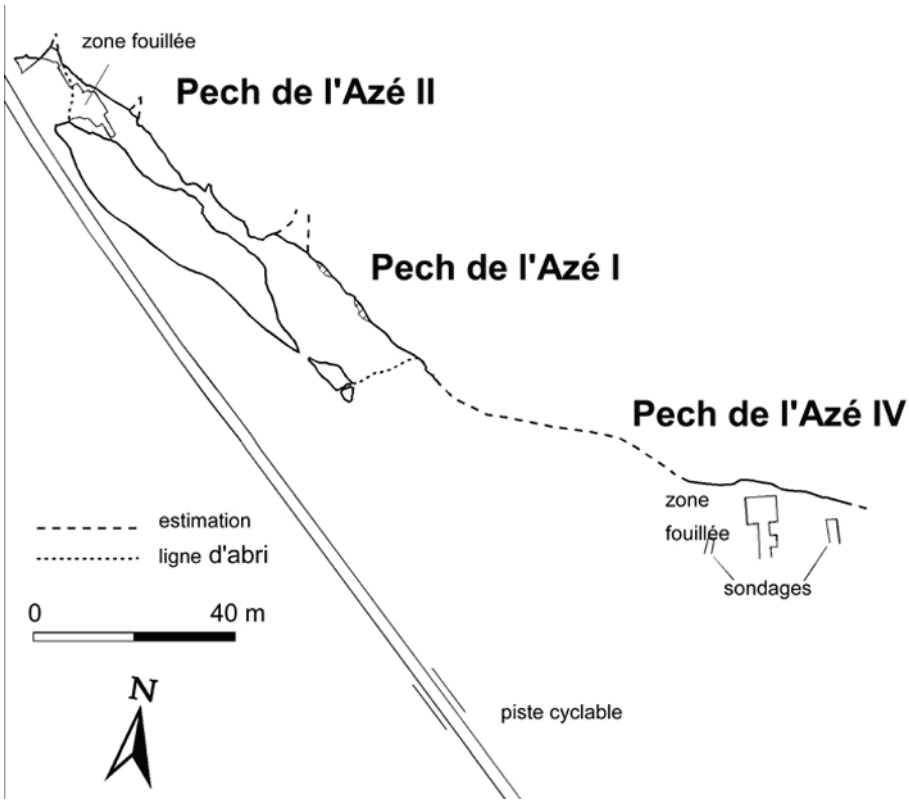


Figure 27 : Pech-de-l'Azé I - Positionnement relatif des gisements de Pech-de-l'Azé I, Pech-de-l'Azé II et Pech-de-l'Azé IV.

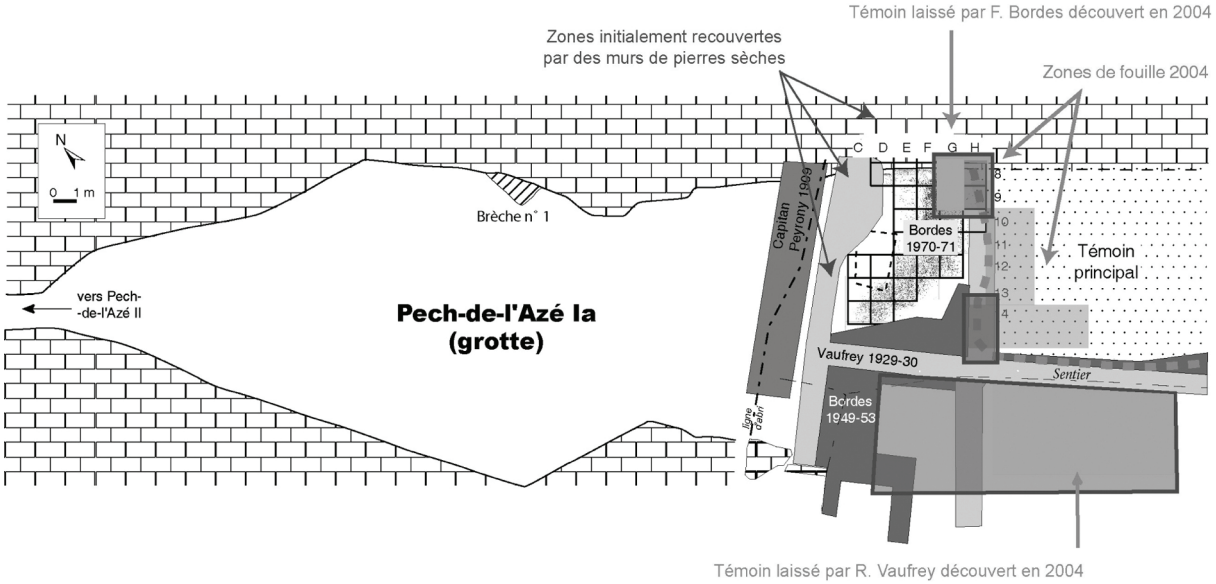


Figure 28 : Pech-de-l'Azé I – Localisation des différentes zones de fouilles (*in* Soressi, 2004, p. 6). La partie « grotte » est la zone fouillée par l'abbé Audierne.

II-1 Historique des fouilles

Le Pech-de-l'Azé I a été l'un des premiers sites préhistoriques à faire l'objet de fouilles archéologiques. Découvert en 1816 par de Jouannet il est ensuite exploité par l'abbé Audierne à partir de 1828 (Bordes, 1954-55), qui vide presque complètement la «*grotte*». L. Capitan et D.

Peyrony (1909) en ouvrant une tranchée (Figure 28) à l'entrée de la *grotte*, découvrent en 1909 le crâne et la mandibule d'un enfant au sein d'un niveau moustérien. R. Vaufrey (1933) mène ensuite une campagne de fouille en 1929 et 1930 sur la terrasse et identifie deux niveaux archéologiques.

Les campagnes de prospection entreprise par F. Bordes entre 1949 et 1952 sont à l'origine de la renommée du site. Ainsi, découvre-t-il, lors de ses prospections, les gisements de Pech-de-l'Azé II, III et IV (Bordes et Bourgon 1950, 1951 ; Bordes 1954-55).
Parallèlement à ces découvertes, il dirige les fouilles de la terrasse du Pech-de-l'Azé I qu'il dénommera Pech-de-l'Azé Ib par opposition à la grotte Pech-de-l'Azé Ia (Bordes, 1954-55). Il établit alors la stratigraphie actuelle du gisement. En 1970 et 1971, il réinvestit le gisement et fouille une superficie de près de 25 m^2. Cette campagne a fourni la majorité de notre matériel d'étude.
En 1999, dans le cadre de sa thèse, M. Soressi (1999, 2000, 2001, 2002) lance la dernière campagne de recherche sur le gisement ayant pour objet l'étude des processus de mise en place des dépôts archéologiques et l'obtention de datations sur l'intégralité de la séquence archéologique. Dans le même temps, elle conduit une étude de l'industrie lithique issue des collections Bordes 70-71. À partir de 1999, les collections osseuses commencent à être réexaminées (Laparra, 2000 ; Rendu, 2002). Cette campagne débouche sur une reprise des fouilles en 2004 et 2005 par M. Soressi et une équipe scientifique à laquelle nous sommes associés. En ce qui concerne la faune, ces os ont permis de recueillir un échantillon non-biaisé.

II-2 Stratigraphie :

Le gisement archéologique est constitué de sept niveaux, définis sur des critères lithologiques (Bordes, 1954-55) ; du bas au sommet de la stratigraphie ce sont :
« Niveau 1 *: sables jaunes, stratifiés et stériles se chargeant de petits éboulis vers le haut.*
Niveau 2 *: "dallage" probablement naturel*
Niveau 3 *: sables bruns remaniés contenant du Moustérien de tradition acheuléenne de type A*
Niveau 4 *: foyers noirs ou noirâtres de 10 à 25 cm de puissance, Moustérien de tradition acheuléenne de type A*
Niveau 5 *: gros éboulis cimentés par du sable jaune avec une industrie rare attribuée au Moustérien de tradition acheuléenne de transition entre le type A et le type B*
Niveau 6 *: foyers supérieurs peu visibles dans des éboulis plus petits moustériens de tradition acheuléenne de type B*
Niveau 7 *: éboulis avec des traces de foyers contenant une industrie Moustérien de tradition acheuléenne finale »* (Bordes, 1954-55).

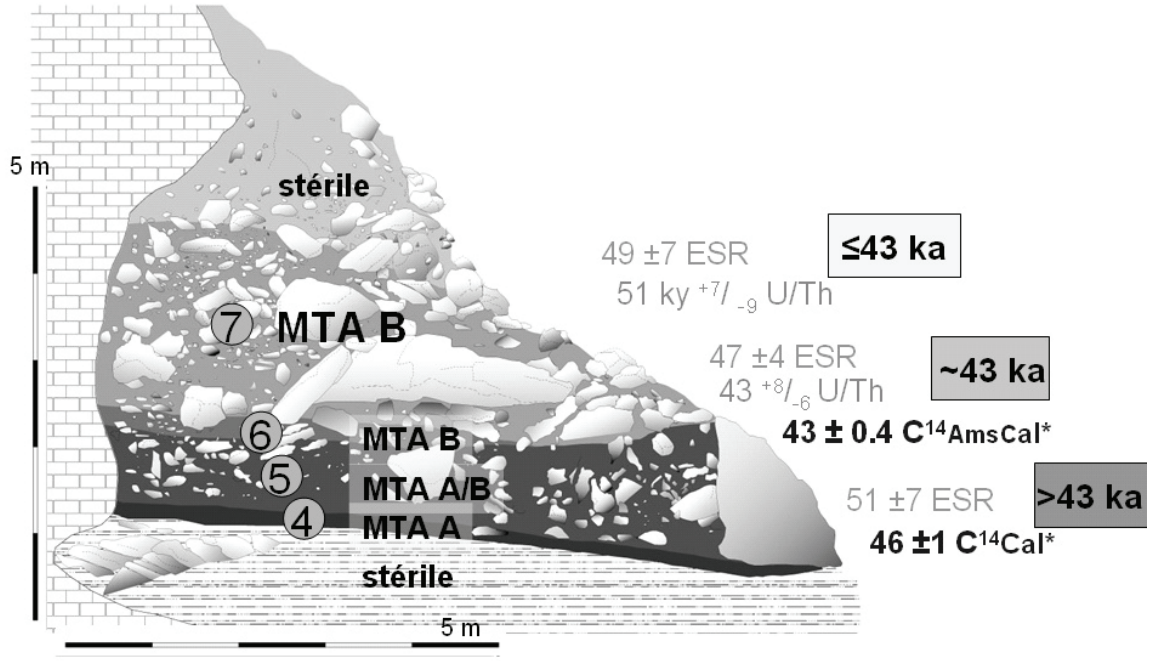


Figure 29 : Pech-de-l'Azé I – Relevé du témoin principal de Pech-de-l'Azé I. Positionnement des niveaux archeologiques et premiers résultats radiométriques (Soressi *et al.*, 2007 ; Soressi *et al.*, en preparation).

II-3 Données géoarchéologiques (J.-P. Texier, 2004)

J.-.P. Texier (2004 ; Soressi *et al.,* en préparation) a mené l'étude des processus de mise en place des dépôts archéologiques et de l'évolution morphologique de la cavité (Figure 30). La première étape de remplissage (A) correspondant au niveau 4 est dominée par les phénomènes d'éboulisation modérée et surtout de ruissellement qui remanient les sables endokarstiques. La dissolution sur place des blocs de calcaires suggère un environnement tempéré. La phase B, est plus ou moins contemporaine de l'occupation correspondant au niveau 6. Elle se caractérise par une importante phase d'éboulisation de l'auvent de l'abri qui perd la moitié de son extension. « *L'espace habitable, qui s'est réduit à la fois en hauteur et en profondeur, est limité vers l'avant par un amas de dalles et de blocs qui constituent une protection naturelle.* [...] *L'espace habitable devient de plus en plus confiné et ne permet sans doute d'accueillir que des groupes restreints pour des durées réduites* » (Texier, *in* Soressi *et al.,* en préparation). Le ruissellement qui se poursuit colmate les vides. L'histoire du remplissage se

poursuit (phase C) par une importante phase d'éboulisation correspondant à la mise en place du niveau 7.

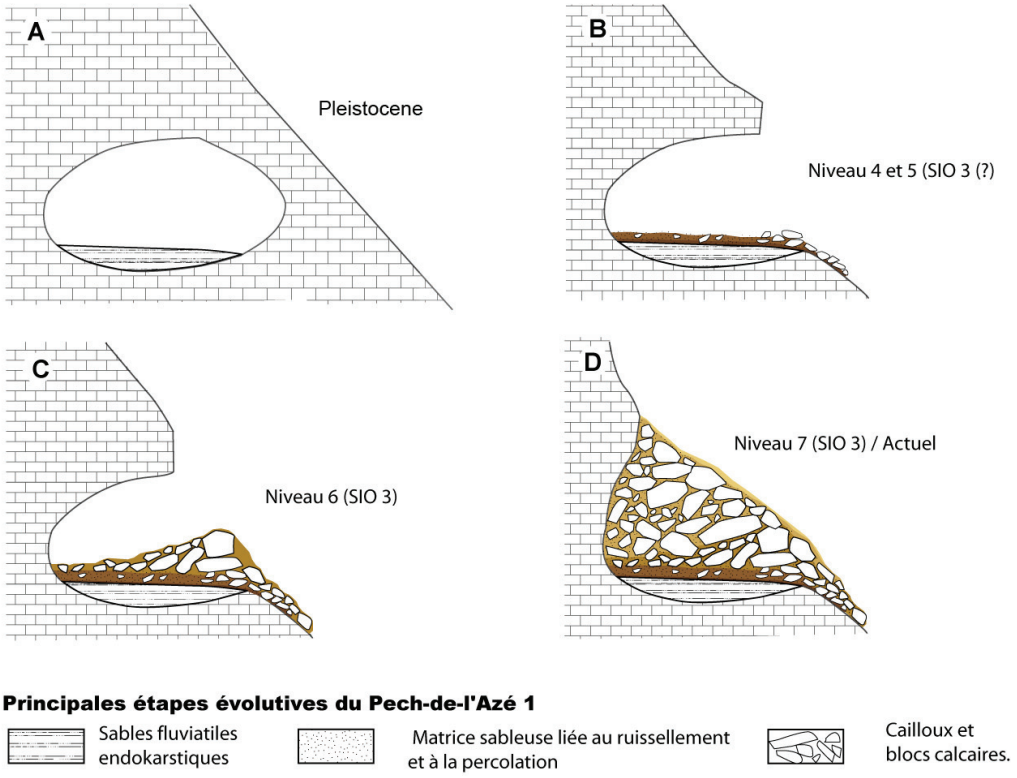


Figure 30 : Pech-de-l'Azé I - Principales étapes évolutives du Pech-de-l'Azé I d'après J.-P. Texier (Texier *in* Soressi *et al.*, en préparation).

II-4 Archéostratigraphie

Niveau 4

Ce niveau a fourni une très importante industrie rattachée au Moustérien de tradition acheuléenne (MTA) de type A (Bordes, 1954-55 ; Soressi, 2002), qui se caractérise, notamment, par une importante quantité de bifaces MTA et d'objets retouchés. Dans sa thèse, M. Soressi (2002) a montré que de nombreuses pièces avaient été utilisées emmanchées. Ce niveau est également caractérisé par une quantité exceptionnelle de pigments : plus de 450 blocs de manganèse ont été retrouvés. Leur étude a montré que la plupart d'entre eux portaient des traces d'utilisation sur matière souple (Soressi et d'Errico, en préparation). De nombreuses structures de combustion avaient été mises au jour lors des fouilles des années 50 et 70 (Bordes, 1954-55 ; 1972) ; la reprise des fouilles a permis de mieux les définir.

Niveau 5

Ce niveau, pauvre en matériel, décrit par F. Bordes (1954-55) comme un niveau archéologiquement intermédiaire entre le MTA de type A et de type B semble être un niveau stérile, contaminé par les ensembles archéologiques sus- et sous-jacents (Soressi, 2002).

Niveau 6 et 7

Attribués au Moustérien de tradition acheuléenne de type B, ces ensembles se caractérisent par une nette diminution du nombre de bifaces. Les pigments y sont extrêmement rares, alors que les foyers y sont toujours présents. Dans le niveau 7, le matériel archéologique s'organise en lentilles d'épaisseurs variables.

II-5 Chronostratigraphie

Les données chronostratigraphiques ont été obtenues par les méthodes absolues et relatives. Trois séries de datations ont été réalisées par trois méthodes différentes et ont donné des résultats compatibles ; si ce n'est une datation ^{14}C réalisée par D. de Sonneville-Bordes inédite et discutable (Soressi, 2002 ; Soressi *et al.*, 2006) qui a donné un âge à *minima* de 40 000 ans aucune datation directe n'était encore disponible pour le niveau 4. Le niveau 5, pour lequel une datation ESR propose un âge de 43 ka, lui donne un âge minimum.

Les mesures des séries de l'uranium couplées aux datations ESR ont permis de proposer un âge compris entre 41 et 58 ka pour le niveau 7 et 38 et 58 ka pour le niveau 6 (Soressi *et al.*, 2007).

Les études paléontologiques menées sur le niveau 4 (Laparra, 2000) et le niveau 6 (Rendu, 2002) ont permis de proposer une attribution de ces niveaux au stade isotopique 3. Dans un travail précédent, en se basant sur le spectre faunique tempéré et la forte proportion du Bison nous avions proposé une attribution entre 50 et 40 ka. (Rendu, 2002, 2006a) compatible avec les résultats obtenus avec les datations absolues.

II-6 Anthropologie

Le crâne et la mandibule du jeune enfant retrouvé par L. Capitan et D. Peyrony (1909) appartiennent au taxon néandertalien (Patte, 1957 ; Ferembach, 1969 ; Ferembach *et al.*, 1970 ; Tillier, 1996). Un âge de 1,5 à 2 ans a été donné à cet individu. Il a été attribué à l'ensemble supérieur par ses inventeurs, et provient, plus précisément du niveau 6 (Maureille et Soressi, 2000 ; Soressi *et al.,* 2007).

Lors de la dernière campagne de fouille dirigée par M. Soressi, E. Campmas a découvert et identifié une dent humaine dans le niveau 4. Cette deuxième molaire déciduale inférieure droite présente une résorption racinaire qui permet de l'attribuer à un enfant de 9 à 14 ans (Maureille et Tillier, 2004).

II-7 Les données sur les comportements de prédations

Les ensembles archéozoologiques ont été analysés de manière très inégale jusqu'à présent. Il s'agit des collections Vaufrey et de la première campagne de fouille de F. Bordes. Les collections Vaufrey et Bordes 1949-1951 ayant été analysées simultanément, nous les présenterons donc ensemble.
Le plus grand soin sera accordé à l'exposé des données issues des études partielles du matériel faunique issu des fouilles des années 1970. Ces dernières fournissent, en effet, les résultats les plus intéressants et c'est sur ce matériel qu'a porté l'étude cémentochronologique.

II-7-a données sur la faune issue des fouilles Vaufrey et Bordes 1949-1951

J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) propose un bref inventaire de la faune issue des fouilles Vaufrey 1929–1930 et Bordes 1949–1951 basée sur l'analyse des restes dentaires de la macrofaune, et des restes osseux de la mésofaune.
Pour le niveau inférieur (niveau 4) il décrit une liste faunique (sans quantification) largement dominés par le Cerf et les Bovinés, suivi du Chevreuil, du Cheval, du Renne et du Bouquetin.
Au sein de l'ensemble supérieur (niveaux 5 à 7), les mêmes espèces sont décrites (Cerf, Bison, Chevreuil, Cheval, Hydruntin, Renne, Bouquetin, Lièvre) auxquelles viennent s'ajouter le Chamois, le Renard, la Belette, la Marmotte et le Castor.

En se basant sur l'étude des éruptions et des usures dentaires (Baumann, 1949), J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) propose une prédation du Cerf s'étendant de mai à octobre pour le niveau 4, et une chasse au Renne de juin à novembre. Il conclut à une occupation de la cavité pendant l'ensemble de la belle saison.
En revanche, parce qu'il propose un abattage du Cerf de juillet à mars, et un abattage du Chevreuil entre décembre et février, il interprète l'ensemble supérieur (niveaux 5 à 7) comme résultant d'une occupation sur l'ensemble de l'année.

C. Mourer-Chauviré (1975) a étudié l'avifaune issue de ces collections. Son travail est rapporté par V. Laroulandie à la fin de ce chapitre.

II-7-b Les données de la faune issue des fouilles Bordes 1970-1971

La collection issue des fouilles Bordes 1970 - 1971 est actuellement la plus importante en quantité de vestiges recueillis, soit 2342 lots de vestiges coordonnés (ces lots pouvant aller d'une à

plusieurs dizaines de pièces) et de plusieurs milliers d'esquilles non coordonnées (Soressi 1999, 2000, 2002 ; Laparra 2000 ; Armand *et al.*, 2001 ; Rendu, 2002, 2006a).

II-7-b-1 Méthodes de fouilles et incidences sur le stock faunique

Les fouilles de F. Bordes 1970-1971 se sont concentrées sur la terrasse et ont concerné une superficie de 25 m^2. L'intégralité de la séquence a été échantillonnée. Lors de la fouille, les vestiges récoltés ont été coordonnés dans les trois dimensions de l'espace.

Bien que l'intégralité des vestiges lithiques ait été ramassée, il n'en est pas de même pour les restes osseux dont la collecte n'était pas systématique, mais conditionnées par la nature de la pièce considérée. L. R. Binford (1981, p.99) souligne un aspect important des méthodes de fouilles de F. Bordes: *« Bordes followed traditional procedures relative to the collection of faunal materials, instructing his crew to save only teeth, articulator ends, and phalanges in the belief that ribs, long-bone splinters, vertebrae, small fragments of skull, scapula blades, and pelvic parts other than the acetabulum were not suitable for species identification »*[20].

Les conséquences de ce tri, déjà mis en évidence dans des travaux précédents (Rendu, 2002, 2004, 2006a) se font sentir sur toutes les études portant sur le stock faunique de ces fouilles. La Figure 31 résume cet impact. Le ramassage d'une pièce était donc directement soumis aux compétences de d'identification du fouilleur. Dans ces conditions, seul le matériel dentaire qui lui a été systématiquement ramassé, ne semble pas avoir été biaisé par l'emploi de ces méthodes de fouilles, n'a pas directement été biaisé.

[20] Bordes suivit la tradition relative aux éléments fauniques, demandant de ne récolter que les dents, les épiphyses et les phalanges en considérant que les cotes, les diaphyses, les vertèbres, les petits fragments de crâne, les lames de scapulas et les parties du pelvis autre que l'acétabulum n'étaient pas appropriés à la détermination spécifique.

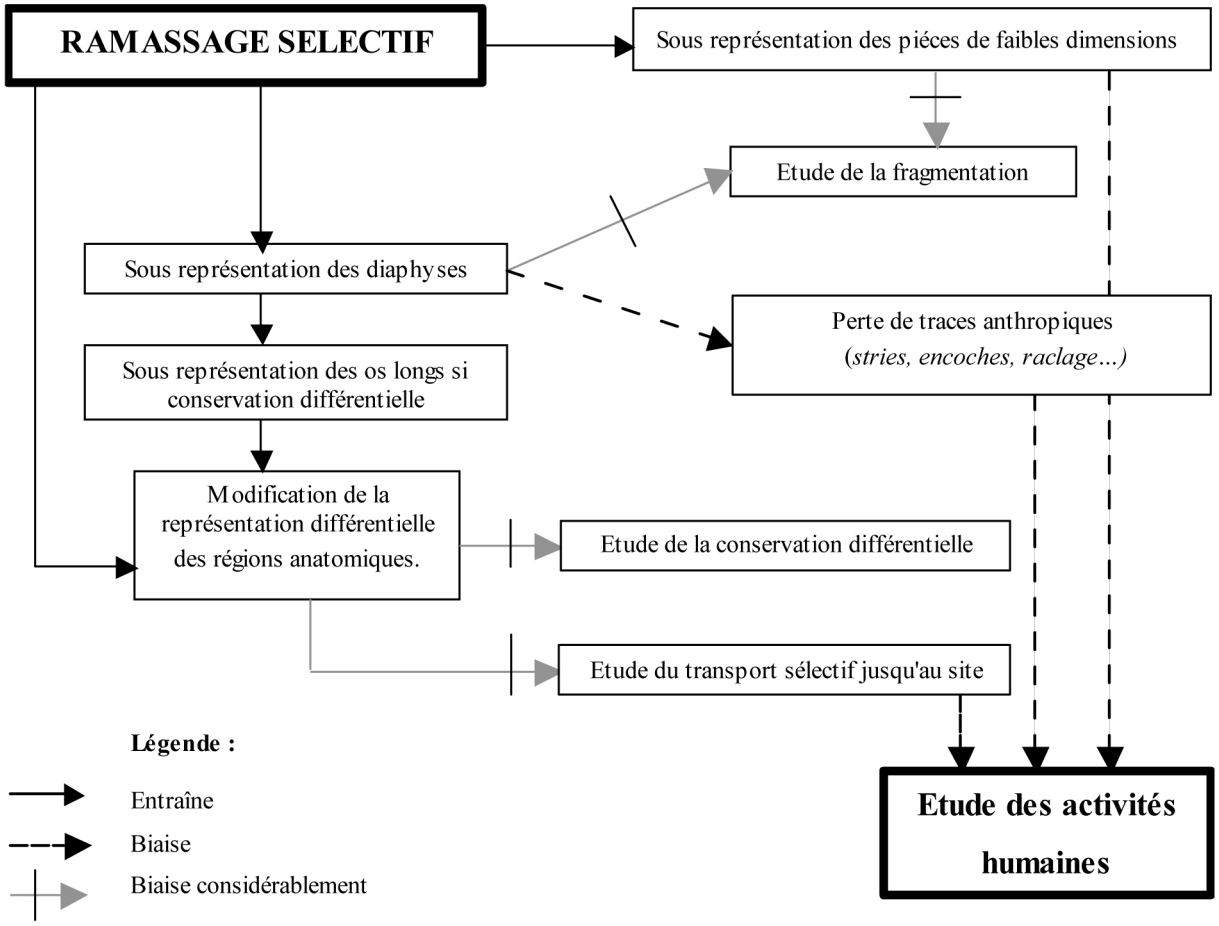


Figure 31 : Pech-de-l'Azé I - Conséquences du ramassage sélectif (*in* Rendu, 2002) des ossements lors des fouilles Bordes.

II-7-b-2 L'assemblage

Lors de la fouille, « 168 appellations différentes ont été utilisées dans les carnets de fouille pour désigner les cinq niveaux archéologiques définis par F. Bordes» (Soressi, 2000, p. 7). Après un travail d'identification stratigraphique mené par M. Soressi (2000, 2002) basé sur la distribution spatiale des vestiges, cette dernière a proposé une attribution stratigraphique pour 1651 vestiges (et groupe de vestiges) osseux soit 70% des pièces ou des ensembles de pièces coordonnés lors de la fouille. Les 691 vestiges (et lots de vestiges) restants appartiennent à des ensembles intermédiaires (ou « inter-niveaux » 3/4, 4/5, 5/6 et 6/7) (Tableau 7).

Attribution stratigraphique	remanié	3	3/4	4	4/5	5	5/6	6	6/7	7	**TOTAL**
Lithique	16	24	3	3628	182	1710	1711	2354	1512	1753	**12533**
Osseux	**8**	**2**	**0**	**303**	**62**	**199**	**208**	**339**	**421**	**800**	**2342**
Autre	0	0	0	7	0	14	23	13	1	9	**67**
Total	24	26	3	3938	244	1923	1942	2706	1934	2562	**14942**

Tableau 7 : Pech-de-l'Azé I - Nombre de vestiges et de lots de vestiges coordonnés lors des fouilles Bordes 1970-1971, par niveaux, d'après Soressi, 2000.

II-7-b-3 Les études précédentes

Les deux niveaux les plus denses en matériel ont fait l'objet d'une analyse paléontologique, taphonomique et archéozoologique par C. Laparra (2000) pour le niveau 4 et nous même pour le niveau 6 (Rendu, 2002, 2004, 2006a).

Ces études ont mis en évidence un spectre faunique diversifié (Tableau 8), largement dominé par le Cerf et les Bovinés. Il est complété par le Renne, le Chevreuil, l'Hydruntin, le Sanglier, le Chamois. Les Carnivores sont très faiblement représentés. L'utilisation des groupes d'Ongulés (Delpech *et al.*, 1983) souligne la très large domination du groupe d'Ongulés de milieu forestier sur le groupe de milieu ouvert non arctique et la quasi-absence du groupe de milieu ouvert arctique. Notons que les différences entre les deux niveaux ne sont pas significatives ($\chi^2 = 0,96$; $P<0,05$).

Taxon	Niveau 4		Niveau 6	
	NRDt	**NMI**	**NRDt**	**NMI**
Canis lupus	-	-	1	1
Vulpes vulpes	2	1	1	1
Crocuta spelaea	-	-	1	1
Sus scrofa	1	1	2	1
Cervus elapus	201	16	229	10
Rangifer tarandus	13	5	6	1
Cervidés indéterminés	-	-	15	1
Megaloceros giganteus	1	1	-	-
Capreolus capreolus	18	1	4	1
Bovinae	95	10	150	11
Rupicapra rupicapra	-	-	4	1
Equus caballus	-	-	12	1
Equus hydruntinus	2	1	5	1

Tableau 8 : Pech-de-l'Azé I - Spectre faunique des niveaux 4 et 6 issus des fouilles Bordes 1970-1971, en Nombre de restes déterminés taxinomiquement (NRDt) et NMI de combinaison. Données du niveau 4 d'après Armand *et al.*, 2001 modifié de C. Laparra 2000 et Niveau 6 d'après Rendu 2002, 2004, 2006.

D'après leur faible représentation et leur faible impact sur l'assemblage (inférieur à 1 % des vestiges), les carnivores ne peuvent être à l'origine de l'accumulation des vestiges osseux (Laparra, 2000 ; Rendu, 2002, 2004, 2006a). En revanche, l'impact anthropique sur l'assemblage (18 % pour le niveau 4 et 25 % pour le niveau 6), la présence de structures de combustion (Bordes, 1954-55 ; Soressi, 2004 ; Texier, 2004 ; Soressi *et al.*, 2006) et l'importance de l'assemblage lithique (Soressi, 2002) permettent de conclure à une origine humaine des assemblages osseux issus de ces deux niveaux.

- Étude de la population chassée

Pour le niveau 4, la prédation du Cerf s'est concentrée sur les adultes (NMI = 11), mais juvéniles (NMI = 3) et séniles (NMI = 2) sont aussi présents dans l'assemblage (Laparra, 2000). Notons que D. Armand et collaborateurs (2001) signalent la présence de deux craches de Cerf attribuées à des femelles au sein de l'assemblage et l'absence de bois de cervidé.

Lors de l'étude du niveau 6, nous avons mis en évidence une prédation des jeunes (NMI = 4) et des adultes (NMI = 6). Tout comme pour le niveau 4, aucun reste de bois de Cervidé n'a pu être identifié et quatre craches ont été attribuées à des femelles par la méthode de F. d'Errico et M. Vanhaeren (2002).

- Saisonnalité de prédation

D. Armand et collaborateurs (2001) ont mené une étude cémentochronologique sur le Cerf et le Bison du niveau 4. Cette étude a mis en évidence une prédation du Cerf s'étendant de la fin de la mauvaise saison jusqu'au milieu de la bonne saison. La prédation du Bison aurait eu lieu en début et fin de mauvaise saison (Figure 32).

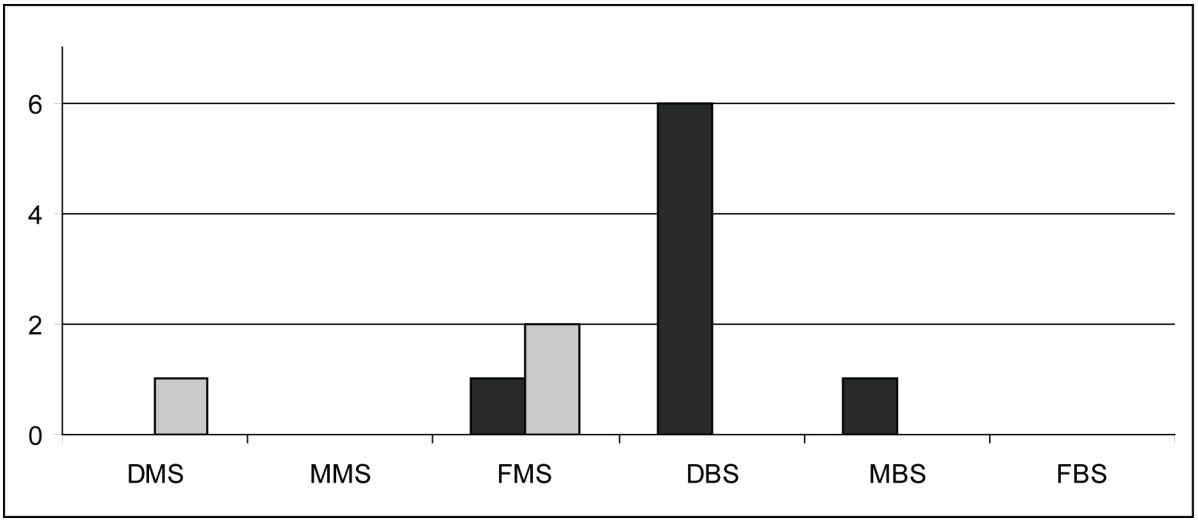


Figure 32 : Pech-de-l'Azé I – Saison d'abattage du Cerf et du Bison dans le niveau 4 (modifié d'après Armand *et al.*, 2001). En noir le Cerf, en gris le Bison. DMS : début de mauvaise saison ; MMS : milieu de mauvaise saison ; FMS : fin de mauvaise saison ; DBS : début de bonne saison ; MBS : milieu de bonne saison ; FBS : fin de bonne saison.

Pour le niveau 6, nous n'avons obtenu que des données très partielles. Une première incisive de Cerf ayant appartenu à un individu âgé de 15 ou 17 mois indiquerait une mort en milieu ou fin de bonne saison (Rendu 2002, 2006a). Un rocher de Boviné, attribué par J.-L. Guadelli, à un Bison âgé d'environ 2 mois par J.-L. Guadelli (*in* Rendu 2002, 2006a) aurait été chassé en milieu de bonne saison.

- Exploitation des carcasses

Du fait du ramassage sélectif, les modalités de transport des carcasses sont difficilement accessibles. Signalons simplement que tous les éléments anatomiques du Cerf et du Bison sont présents dans l'assemblage faunique des deux niveaux.

L'étude des stigmates anthropiques montre une différence dans l'intensité des activités menées sur le site (Figure 33). Les os brûlés, fréquents dans le niveau 4, sont presque absents du niveau 6. À l'inverse, les stries de découpe sont mieux représentées sur le matériel issu du niveau MTA de type B (le niveau 6).

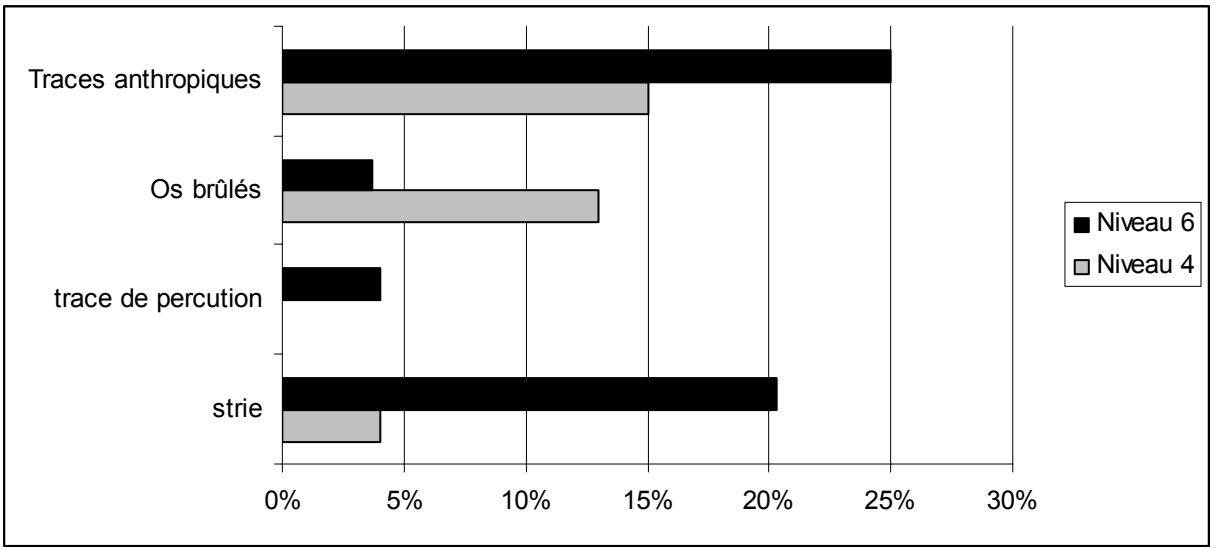


Figure 33 : Pech-de-l'Azé I – Impact anthropique sur le matériel des niveaux 4 et 6 de la collection Bordes 70-71. Données du niveau 4 d'après Armand *et al.*, 2001 modifié de C. Laparra 2000 et Niveau 6 d'après Rendu 2002, 2004, 2006a. La fréquence des traces de fracturations dans l'assemblage n'a pas été renseignée pour le niveau 4. Le pourcentage de trace anthropique correspond à la proportion de vestiges qui porte des témoignages de l'action humaine.

II-8 L'avifaune du Pech-de-l'Azé I

Le paragraphe qui suit est une note de V. Laroulandie (PACEA-UMR 5199) sur l'étude de l'avifaune du Pech-de-l'Azé I. Nous remercions ici ce chercheur. Nous retranscrivons dans son intégralité ce travail.

Observations sur des restes aviaires inédits de Pech-de-l'Azé I
Le 10 mai 2007

V. Laroulandie

Rappel des travaux antérieurs

Les restes aviaires recueillis à Pech-de-l'Azé I lors des fouilles effectuées par R. Vaufrey puis Fr. Bordes ont fait l'objet de plusieurs travaux de détermination. Le premier d'entre eux est redevable à J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55). L'auteur y regroupe les vestiges exhumés par R. Vaufrey (1929-30) et Fr. Bordes (1949-51). Il établit la liste suivante sans distinction des niveaux (les chiffres correspondent au NMI)

Oie à bec court, *Anser brachyrhynchus*,1
Aigle, *Aquila* sp. 1
Faucon hobereau, *Falco subbuteo*, 1
Faucon crécerellette, *Falco naumanni*, 9
Faucon crécerelle, *Falco tinnunculus*, 10
Tétras lyre, *Lyrurus tetrix*, 1
Perdrix grise, *Perdix perdix*, 14
Caille des blés, *Coturnix coturnix*, 9
Râle d'eau, *Rallus aquaticus*, 1
Alouette cf. calandrelle, *Calandrella cf. brachydactyla*, 4
Alouette cf. des champs, *Alauda cf. arvensis*, 1
Pipit cf. spioncelle, *Anthus cf. spinoletta*, 2
Merle/Grive, *Turdus* sp. 6
Niverolle alpine, *Montifringilla nivalis*, 3
Etourneau sp., *Sturnus* sp., 8
Pie bavarde, *Pica pica*, 8
Crave à bec rouge, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*, 5
Chocard à bec jaune, *Pyrrhocorax graculus*, 14

Une vingtaine d'années plus tard, C. Mourer-Chauviré (1975) effectue un travail sur du matériel non étudié provenant de la couche 4. Les espèces suivantes sont mentionnées :

Aigle royal, *Aquila chrysaetos*,1
Faucon crécerelle, *Falco tinnunculus*, 2
Perdrix grise, *Perdix perdix*, 1
Chocard à bec jaune, *Pyrrhocorax graculus*, 2.

L'aigle royal est représenté par deux phalanges du doigt postérieur III : une griffe et la phalange la précédant. Cette dernière porte, sur sa face supérieure et en position distale, des incisions réalisées, semble-t-il, lors du détachement de la griffe (Mourer-Chauviré 1975, p. 493 fasc. 2 ; pl. 7, fig. 6, p. 61, fasc. 1). Selon l'auteur, les espèces correspondent, pour la plupart, à un milieu de steppe, de rochers et de toundra. Les taxons arboricoles sont très rares. Les espèces froides sont représentées mais peu abondantes.

Enfin, dans le cadre d'un mémoire de DEA portant sur la couche 4, Chr. Laparra (2000) signale une phalange d'aigle portant des stries. Elle sépare en outre quelques vestiges (NR = 5) qui n'ont vraisemblablement jamais été déterminés.

Matériel étudié

Le présent travail concerne les ossements isolés par Chr. Laparra et W. Rendu lors de leurs analyses concernant la faune mammalienne. À l'exception de la phalange d'aigle signalée par Chr.

Laparra (2000), il s'agit d'un matériel inédit provenant des fouilles conduites anciennement par Fr. Bordes et plus récemment par M. Soressi.
Au total, 55 pièces sont étudiées dont plus de la moitié sont issues des fouilles récentes. Les espèces (Tableau 9), ont, pour la plupart d'entre elles, été signalées dans les rapports précédents. Notons, toutefois, la présence nouvelle dans les niveaux 6 et 7 d'un canard de petit taille, *Anas* sp., identifié d'après deux fragments de carpométacarpes gauches. Par ailleurs, quatre pièces du niveau 7 appartiennent à un Vautour (extrémité proximale d'humérus, corps d'ulna et de tibiotarse, phalange de l'aile), mais leur état fragmentaire n'autorise pas une détermination plus poussée. Le Choucas des tours, *Corvus monedula*, est identifié dans les trois niveaux. Cette espèce est morphologiquement très proche du Chocard, mais s'en distingue néanmoins par plusieurs caractères, notamment la conformation des extrémités du tarsométatarse. Dans ce contexte, où les deux espèces sont identifiées, cette ressemblance morphologique gêne la détermination spécifique d'un certain nombre de pièces appartenant en particulier aux individus immatures. Enfin, un fragment de tarsométatarse témoigne de la présence du Lagopède des Alpes, *Lagopus mutus* dans le niveau 7.

Les informations paléoenvironnementales fournies par cette liste ne diffèrent pas fondamentalement de celles qui sont présentées par C. Mourer-Chauviré (1975). On y retrouve une dominance d'espèces de milieu ouvert ou faiblement boisé, et de rochers. Les espèces « d'espaces découverts tempérés » (Vilette, 1983) dominent tandis que les taxons « froids » sont rares. Étant donné le faible nombre de restes considérés, il est délicat d'apprécier, sur la base des seuls restes aviaires, les modifications environnementales éventuelles entre le bas et le sommet de la séquence.

	4	6	7	Total
Canard, *Anas* sp.	0	1 (1)	1 (1)	2
Vautour, *Gyps/Aegypus* sp.	0	0	4	4
Aigle royal, *Aquila chrysaetos*	1 (1)	0	0	1
Faucon, *Falco* sp.	0	0	3	3
Lagopède des alpes, *Lagopus mutus*	0	0	1 (1)	1
Perdrix grise, *Perdix perdix*	1 (1)	0	8 (2)	9
Caille des blés, *Coturnix coturnix*	0	0	3 (1)	3
Chocard à bec jaune, *Pyrrhocorax graculus*	2 (1)	0	1 (1)	3
Crave à bec rouge, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*	0	0	2 (1)	2
Choucas des tours, *Corvus monedula*	0	2 (1)	8 (2)	10
Corvidés taille Choucas/Chocard	5	1	6	12
passériformes (petits)	0	0	1	1
Indéterminés	1	0	3	4
Total	10	4	41	55

Tableau 9: Pech-de-l'Azé I - Liste taxinomique de l'avifaune par niveaux, exprimée en NR et en NMI entre ( ).

Origine de l'accumulation et données paléocomportementales

Afin d'appréhender les agents à l'origine de l'accumulation, les vestiges ont été observés sous binoculaire (X10) à la recherche de traces diagnostiques. Les méthodes fondées sur la

représentation différentielle des éléments anatomiques sont inutilisables en raison du faible nombre de restes (cf. Laroulandie 2000).

À l'exception de la phalange d'Aigle royal de la couche 4, aucun des vestiges aviaires étudiés ne porte de traces d'intervention des chasseurs-cueilleurs préhistoriques.
Dans la couche 7, des traces de digestion visibles sur l'extrémité proximale d'un fémur de Perdrix grise et le tarsométatarse d'un Lagopède des Alpes témoignent d'un apport par un prédateur. De possibles traces se trouvent également sur une ulna de perdrix grise provenant de cette même couche et sur un carpométacarpe de Canard de la couche 6. Toutes ces pièces sont complètes et sont exemptes de traces de manducation. Il semble donc plus probable qu'elles aient été introduites dans la cavité par le biais de pelotes de rapace nocturne, que par un carnivore ou un rapace diurne. En effet, pour ces derniers prédateurs, les ossements ingurgités sont généralement fragmentés. Le Grand-duc est un bon candidat car il susceptible de consommer des proies de la taille de ces galliformes et de vivre dans ce type d'environnement climatique et topographique.
Sur les ossements de Corvidés (Choucas, Chocard, Crave) les stigmates de prédateur sont absents. Plus d'un tiers des pièces appartient à de jeunes individus immatures du point de vue ostéologique (moins de deux mois environ). Les données biologiques indiquent que les trois espèces établissent leurs nids dans les falaises et que la mortalité des jeunes avant l'envol est importante. D'après ces éléments, il est probable que les restes de Corvidés appartiennent à des individus morts naturellement sans intervention de prédateur comme cela a déjà été mis en évidence dans d'autres gisements préhistoriques (*e.g.* Laroulandie, 2000).

La phalange striée, fracturée lors de la fouille ou du stockage, a été recollée assez grossièrement sans que cela ne gène pas la lecture des stries. Il s'agit d'une première phalange d'un doigt III droit. Elle est marquée, sur la face supérieure et en partie disto-médiale d'une série de stries obliques dont la plus distale, logée contre le renflement de la poulie articulaire, est profonde. L'orientation et la morphologie des stries montre que le geste fut porté de l'extrémité proximale vers l'extrémité distale et que le tranchant formait un angle relativement fermé avec la surface de l'os. Chaque strie, y compris la plus profonde, résulte d'un seul passage du tranchant. Cette partie anatomique étant dépourvue de chair, le geste à l'origine de ces marques ne peut pas être associé à une recherche de matière carnée. Il s'agit au contraire, d'une action visant à segmenter le doigt, en vue d'une utilisation technique et/ou symbolique qui reste à définir. La phalange qui est décrite par C. Mourer-Chauviré (*cf. supra*) provient également d'un troisième doigt droit. Il est donc envisageable que les trois phalanges d'aigle de la couche 4 (deux striées et une griffe) appartiennent à un seul et même individu. Si tel est le cas, le doigt III aurait été segmenté en deux points : au niveau distal de la première et de la troisième phalange. L'intension n'en reste pas moins ignorée. La présence de ces éléments n'implique pas nécessairement que les néanderthaliens ont chassé l'Aigle royal. En effet, comme cela a été suggéré dans des contextes plus récents (Laroulandie, 2003), il est possible qu'il s'agisse d'un ramassage sur un squelette plus ou moins complet. La peau, qui forme un revêtement d'écailles sur les pieds de l'aigle, aurait pu maintenir les phalanges en connexion. Notons par ailleurs, que des arguments indubitables de chasse et de consommation d'oiseaux font défaut dans le Paléolithique moyen d'Europe de l'Ouest. Cet « intérêt » pour les phalanges du pied dans le niveau 4 du Pech-de-l'Azé trouve des parallèles dans d'autres gisements moustériens. Une griffe d'Aigle royal striée au niveau de son extrémité articulaire est signalée à la grotte de Fumane (Italie) à la base des niveaux A (fin du Paléolithique moyen) (Fiore *et al.*, 2004). Une autre phalange appartenant à ce rapace se trouve à la grotte de l'Hyène (Mourer-Chauviré com. orale *in* Fiore, *op. cit.*). Enfin, une phalange (2 du doigt IV) de Cygne sauvage, *Cygnus cygnus*, portant des stries qui semblent résulter d'une tentative de sciage est présente dans la couche XV de la Baume de Gigny (Mourer-Chauviré, 1989). Cette pièce est la seule se rapportant au Cygne dans l'ensemble du site.

Conclusion
Le site du Pech-de-l'Azé I fourni une des rares preuves d'exploitation, au sens large, des ressources aviaires connues pour le Paléolithique moyen. Au terme de cet examen, il serait intéressant de réétudier des collections vues par J. Bouchud et C. Mourer-Chauviré afin de vérifier les hypothèses concernant les facteurs d'accumulation et d'affiner, le cas échéant, les reconstitutions environnementales.

II-9 Résumé des travaux menés sur les vestiges fauniques

Les différentes études menées sur les vestiges osseux du Pech-de-l'Azé I ont livré des résultats très divers. L'analyse des fouilles Vaufrey et Bordes 49-51 souligne que le spectre faunique ne connaît que peu de variations sur l'ensemble de la stratigraphie, mais qu'en revanche, des changements dans les comportements saisonniers de prédation sont à noter (Bouchud, *in* Bordes, 1954-55). Le fait que J. Bouchud livre une liste faunique sans quantifier la contribution relative de chacun des taxons et qu'il considère l'ensemble supérieur comme une entité homogène alors que les études géologique et lithique plaident pour des histoires taphonomiques et archéologiques différentes, rendent difficile l'interprétation des données.

Les analyses portant sur la deuxième campagne de fouille de F. Bordes ont montré, malgré les nombreux biais d'échantillonnage, la même constance du spectre faunique, ainsi que des évolutions dans les stratégies d'exploitation des carcasses (Rendu, 2002). L'apport principal de ces analyses concerne la définition des groupes chassés et la sélection des individus abattus.

L'étude cémentochronologique (Armand *et al.*, 2001) souligne, premièrement, une bonne conservation du cément et, deuxièmement, une exploitation saisonnière des proies dans le niveau 4.
En résumé, il apparaît que les données archéozoologiques obtenues, partielles, ne permettent pas de cerner l'ensemble des activités humaines de subsistance conduites par les Néandertaliens sur le gisement. De plus, aucune information n'est disponible pour le niveau 7 qui constituerait l'ultime évolution du MTA de type B (Soressi, 2002). Il nous est donc paru essentiel d'analyser les vestiges fauniques du niveau 7, pour connaître la constitution des groupes chassés et obtenir des données quant à la sélection des proies. Simultanément, la reprise des fouilles au Pech-de-l'Azé I par M. Soressi offre l'occasion d'étudier une collection faunique non biaisée et de mieux appréhender les activités de subsistances. L'objectif final de cette double analyse faunique est d'offrir un contexte archéozoologique pour l'intégration et l'interprétation de nos données saisonnières.

III Taphonomie et Archéozoologie

L'étude archéozoologique n'étant pas l'objectif principal de ce travail, nous avons opéré des choix, en nous concentrant sur les points qui paraissaient essentiels. L'objectif de ce travail étant de proposer un cadre pour l'interprétation des données saisonnières, l'analyse de la faune doit répondre aux deux objectifs suivants :

1. caractériser l'agent à l'origine de l'accumulation des stocks fauniques, et reconstituer l'histoire taphonomique de l'assemblage, pour proposer une première approche des comportements de subsistance des Moustériens de Pech-de-l'Azé I ;
2. mettre en évidence les populations animales chassées par les néandertaliens pour identifier d'éventuelle(s) sélection(s) dans la prédation.

Le matériel du niveau 7 issu des fouilles Bordes n'a pu faire l'objet d'une étude archéozoologique complète en raison des biais inhérents aux méthodes de fouilles. Un inventaire des restes osseux a été réalisé afin de proposer un spectre faunique autorisant l'échantillonnage du matériel dentaire pour l'étude cémentochronologique. Par ailleurs, la quantité importante de vestiges dentaires constitue une source non négligeable d'information pour la caractérisation de la population chassée avec, notamment, l'établissement des profils de mortalité.
La collection récente (Soressi, 2004 ; Soressi *et al.*, 2006) fournit une quantité plus limitée de vestiges. Cependant, ces derniers, issus d'une fouille non sélective, peuvent faire l'objet d'une étude taphonomique et archéozoologique exempte des biais précédemment évoqués.
L'étude s'est donc déroulée en trois étapes :

- La première a consisté en la détermination taxinomique du matériel du niveau 7 issu des fouilles Bordes 1970-71.
- Nous avons ensuite conduit l'étude archéozoologique et taphonomique collections issues des fouilles Soressi, tous niveaux confondus, afin de caractériser les processus taphonomiques qui ont agi sur le stock faunique et les modalités de transport et de traitements des carcasses par les Néanderthaliens.
- Enfin, l'étude de la population chassée a été conduite en mettant en commun le matériel issu des deux ensembles pour les trois niveaux principaux.

Remarque sur les vestiges provenant du niveau 7, issus des fouilles Bordes 1970-71

L'ensemble des vestiges provenant de la fouille Bordes a été analysé d'un point de vue taxinomique et anatomique. Au total, 461 restes ont été observés et 73% ont été déterminés taxinomiquement. Le spectre faunique ne diffère pas fondamentalement des autres niveaux. Il est dominé par le Cerf et le Bison. Les Equidés, le Bouquetin, le Renne, le Sanglier, le Chamois et le Chevreuil complètent le cortège des Ongulés. Seuls deux carnivores sont à signaler, le Renard et le Putois. Le Castor est représenté par deux restes.

TAXON	NR	%NRDt	NMI
Castor fiber	2	0,6%	1
Mustela putorius	2	0,6%	1
Vulpes vulpes	1	0,3%	1
Sus scrofa	2	0,6%	1
Cervus elaphus	179	53,3%	10
Rangifer tarandus	8	2,4%	2
Capreolus capreolus	1	0,3%	1
Bovinae	103	30,7%	11
Rupicapra rupicapra	2	0,6%	1
Capra Ibex	11	3,3%	3
Equidae	5	1,5%	1
Equus caballus	20	6,0%	3
Ongulé de classe de taille 2	41		
Ongulé de classe de taille 3/4	39		
Mammifère indéterminé	45		
Total	461		

Tableau 10 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Spectre faunique établi à partir des vestiges de mammifères de la collection Bordes 1970-71

Note sur la mésofaune

La mise en évidence d'une exploitation des oiseaux sur ce site (Mourer-Chauviré, 1975 ; Laroulandie, *supra*) nous a poussé à regarder systématiquement à la binoculaire tous les vestiges attribués à la mésofaune (le Castor et les petits Carnivores). Les deux restes de Castor : un métacarpien et une épiphyse proximale de phalange 1 porte une strie de découpe, attestant de l'origine humaine de leur accumulation. Ces stries de découpe semblent être concordantes avec du dépouillement.

À notre connaissance avec la pièce du gisement de Taubach, il s'agit de la première preuve de l'exploitation du Castor en contexte moustérien.

La Collection Soressi

III-1- Méthodes de fouille

La fouille a concerné le témoin laissé par François Bordes et la « grande coupe » (Figure 28). La surface totale fouillée est de dix mètres carrés. La fouille s'étant effectuée en gradins, les ensembles stratigraphiques ont été exploités sur des surfaces et des volumes différents. Les pièces osseuses déterminables, tous les fragments dentaires et les esquilles faisant plus de 2,5 cm ont été systématiquement coordonnés ; la position spatiale des vestiges a été relevée à l'aide d'une station totale (théodolite laser). Le sédiment, prélevé par volume constant de 7 litres, a été tamisé à l'eau sous des mailles de 5 mm et 2 mm. La fraction osseuse du refus de tamis a alors été isolée au laboratoire de fouille ; ce tri étant contrôlé par M. Soressi, le responsable du laboratoire de fouille ou nous-même.

III-2 Matériel étudié

La totalité des pièces coordonnées a été observée d'un point de vue anatomique, taphonomique et archéozoologique.

L'étude des refus de tamis s'est faite en deux temps. Tout d'abord les pièces qui répondaient aux critères de collecte établis lors de la fouille ont été isolées et intégrées à notre analyse, afin de limiter l'influence du fouilleur sur la collecte du matériel. Ces pièces ayant déjà un numéro d'inventaire (celui du tamis), un sous-numéro leur a été attribué commençant par la lettre T.

Les pièces du tamis restantes ont été triées et décomptées sur une colonne de tamisage (le carré G8, niveau 4) par nature de l'os (spongieux, cortical et spongieux/cortical) par classe de taille de 5 mm, et suivant s'il avait été carbonisé/calciné ou non. Ce travail a bénéficié de la contribution de S. Rigaud et E. Campmas[21].

Unité	Vestiges coordonnés	Vestiges issus du tamis	Nombre total de pièces étudiées
Déblais	76	-	76
Niveau 7	377	46	423
Niveau 6	91	4	94
Niveau 5	106	-	106
Niveau 4	1614	1017	2632
Total	**2264**	**1067**	**3331**[22]

Tableau 11 : Pech-de-l'Azé I – Nombre de restes (NR) étudiés d'un point de vue anatomique, taphonomique et archéozoologique par unité stratigraphique.

[21] Alors étudiantes en Master 1 à l'Université Bordeaux 1

[22] Les analyses suivantes non pas toutes été conduites sur la totalité des vestiges. Le nombre de restes analysés (ou NRA) est précisé dans chacun des tableaux.

Au total **3331** vestiges ont été analysés d'un point de vue anatomique et taphonomique dont 2264 coordonnés et 1067 isolés du tamis (Tableau 11), et **5017** vestiges ont été décomptés des refus de tamis (Tableau 11).

III-3 Spectre faunique

Le taux de détermination des vestiges coordonnés est très variable d'un ensemble à l'autre (Tableau 12). Quel que soit le niveau considéré, le Cerf domine toujours l'assemblage suivi du Bison. Viennent ensuite le Chevreuil, les Chevaux, le Renne et le Sanglier. Les carnivores sont représentés par l'Hermine, le Loup et le Renard. Au sein du niveau 7, une mandibule de hérisson vient compléter le spectre faunique (non-reportée dans le tableau). Aucun vestige de *Bos primigenius* n'a été identifié.

Taxon	Niveau 4			Niveau 5			Niveau 6			Niveau 7		
	NRDt	% du NRDt	NMI	NRDt	% du NRDt	NMI	NRDt	% du NRDt	NMI	NRDt	% du NRDt	NMI
Vulpes vulpes	1	0,2%	1	-	-		-	-		-	-	
Canis lupus	-	-		1	4,3%		-	-		-	-	
Mustela erminea	-	-		-	-		-	-		2	1,4%	1
Lepus sp.	2	0,3%	1	-	-		-	-		-		
Equus Caballus.	7	1,2%	1	3	13,0%	1	2	5,6%	1	3	2,0%	1
Equus hydruntinus	-	-		-	-					2	1,4%	1
Bovinae	**127**	**20,9%**	**4**	**3**	**13,0%**		**11**	**30,6%**	**1**	**44**	**29,9%**	**2**
Sus scrofa	-	-		-	-		2	5,6%	2	-	-	
Cervus elaphus	**394**	**64,9%**	**7**	**14**	**60,9%**	**2**	**16**	**44,4%**	**2**	**90**	**61,2%**	**3**
Capreolus capreolus	47	7,7%		-	-		5	13,9%		6	4,1%	
Rangifer tarandus	17	2,8%		2	8,7%		-	-		-	-	
Cervidae ind.	12	2,0%		-	-		-	-		-	-	
NRDT	**607**	**-**		**23**	**-**		**36**	**-**		**147**	**-**	
Ongulés Classe 1	12	-		-	-		-	-		1	-	
Ongulés Classe 1/2	36	-		-	-		-	-		4	-	
Ongulés Classe 2	835	-		26	-		21	-		119	-	
Ongulés Classe 2/4	29	-		2	-		3	-		2	-	
Ongulés classe 3/4	345	-		14	-		6	-		57	-	
Mammifères indéterminés	764	-		40	-		24	-		64	-	
Avifaune	4	-		1	-		4	-		28	-	
Ichtiofaune	-	-		-	-		-	-		1	-	
NR total	**2632**	**-**		**106**	**-**		**94**	**-**		**423**		

Tableau 12 : Pech-de-l'Azé I – Spectre faunique obtenu à partir de l'étude des collections Soressi, pièces coordonnées et issues du refus de tamis. NR = Nombre de Restes, NRDt : Nombre de Restes Déterminés taxinomiquement.

Seuls les niveaux 4 et 7 fournissent suffisamment de matériel déterminé anatomiquement et spécifiquement pour une analyse taphonomique et archéozoologique.

On constate une diminution de la fréquence relative des Ongulés de classe 2 (Cerf, Renne, Hydruntin, Sanglier) en remontant dans la stratigraphie au profit des Ongulés de classe 3/4

(Bovinés, Equus caballus) (Tableau 13). Or, des ongulés de taille moyenne, seuls le Cerf et le Renne sont présents dans le niveau 4. Compte-tenu de la participation de ces deux taxons au NRDt, il est probable que la presque totalité des vestiges attribués aux Ongulés de taille 2 soit du Cerf, parallèlement, les vestiges attribués aux Ongulés de grande taille (Ongulé 3/4), peuvent être rattachés aux Bovinés.

C'est donc la diminution de la fréquence du grand Cerf au profit des grands Bovidés qui constitue le principal changement du spectre faunique du niveau 4 au niveau 7.

	4		7	
	NR	% NRong	NR	% NRong
Ongulés de classe de taille 1	59	3,2%	8	2,4%
Ongulés de classe de taille 1/2	46	2,5%	6	1,8%
Ongulés de classe de taille 2	**1273**	**68,3%**	**209**	**63,7%**
Ongulés de classe de taille 3/4	**479**	**25,7%**	**104**	**31,7%**
Ongulés de classe de taille 2/4	8	0,4%	1	0,3%
Nombre de Restes d'Ongulés	**1865**		**328**	

Tableau 13 : Pech-de-l'Azé I - Contribution des différentes classes d'Ongulés (Fosse, 1994) à la taphocénose des niveaux 4 et 7. NRong = Nombre de Restes d'ongulés.

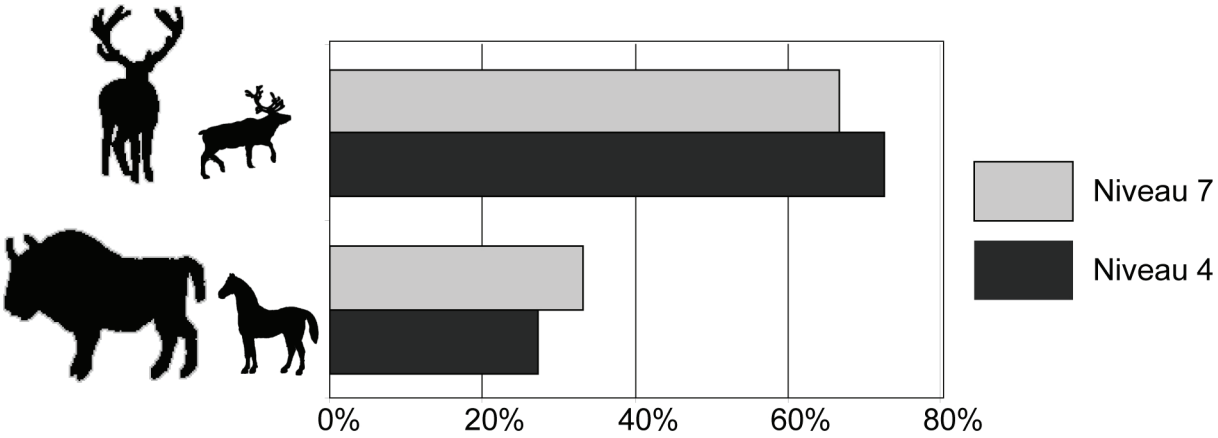


Figure 34 : Pech-de-l'Azé I – Rapport du nombre de restes d'Ongulés de classe de taille 2 et de ceux de classe de taille 3 à 4 au sein des niveaux 4 et 7. Le premier groupe est probablement constitué principalement d'esquille de Cerf complétées par des vestiges de Renne. Le second est constitué probablement de fragments osseux de Boviné et complétés par des restes d'Équidé.

III-4 Impact des agents non anthropiques sur l'assemblage

III-4-a Les agents naturels non biologiques

Altérations météoritiques

L'altération météoritique (Behrensmeyer, 1978) est fréquente sur le stock faunique mais son intensité reste peu poussée. Les fissurations longitudinales, ou craquelures, sont présentes sur

plus du tiers des vestiges (Tableau 14) et l'exfoliation est plus fréquente sur le matériel du niveau inférieur. Les délitements sont relativement peu fréquents dans l'assemblage, quel que soit le niveau concerné. Ces derniers sont les seuls qui peuvent, en faisant disparaître une partie de la surface corticale des vestiges, avoir un impact notable sur la lisibilité des vestiges archéologiques.

	Fissuration		**Exfoliation**		**Délitement**		**NR analysés**
	NR	%	NR	%	NR	%	
Niveau 7	173	38%	78	17%	38	8%	423
Niveau 4	888	34%	635	24%	302	11%	2632

Tableau 14 : Pech-de-l'Azé I – Impact des agents météoritiques sur l'assemblage. En nombre de reste et pourcentage du nombre total de restes observés.

Altérations physico-chimiques et concrétionnement

Les os émoussés sont relativement rares (une pièce sur dix dans notre échantillon Tableau 15), et ne montrent généralement qu'un léger arrondi de leurs bords de fracture, qui ne modifie jamais réellement la forme de l'os. Cette faible action suggère un faible déplacement du matériel archéologique.
La corrosion, quant à elle, est presque absente.

Le concrétionnement a un impact très différent d'un niveau à l'autre. Tout d'abord, les os concrétionnés sont presque deux fois plus fréquents dans le niveau de base que dans le niveau supérieur. Il revêt des formes très diverses. Dans le niveau 7, les plages de concrétions sont généralement de petite extension, alors que, dans le niveau 4, des dépôts importants sont plus fréquemment observés, englobant parfois plusieurs os, et empêchant, dans quelques cas, d'observer leur surface, voire même d'identifier leur forme.

	Émoussé		Corrosion		Concrétionnement		NR analysés
	NR	%	NR	%	NR	%	
Niveau 7	40	9%	4	1%	78	18%	423
Niveau 4	227	9%	29	1%	775	29%	2632

Tableau 15 : Pech-de-l'Azé I - Impact des agents physico-chimiques et du concrétionnement sur l'assemblage. En nombre de reste et pourcentage du nombre total de restes observés.

Conséquences de l'impact des agents taphonomiques non-biologiques sur la lisibilité des surfaces.

Les agents météoritiques et plus généralement les agents non biologiques ont eu pour conséquence une détérioration de la matrice osseuse de certains os, limitant ainsi les observations des impacts d'origine anthropique et animale.

Afin de juger de l'impact de ces agents sur la lisibilité des vestiges, nous avons quantifié la proportion de surface corticale détruite pour chaque esquille osseuse. Cinq stades ont été établis :

- 0 matrice osseuse intacte ;
- 1 entre 0 et 25 % de disparition de la matrice osseuse ;
- 2 entre 25 et 50 % de disparition de la matrice osseuse ;
- 3 entre 50 et 75 % de disparition de la matrice osseuse ;
- 4 entre 75 et 100 % de disparition de la matrice osseuse.

Sur la Figure 35, la différence de préservation des surfaces corticales entre les niveaux 4 et 7 est clairement visible. Ceci explique notamment la plus grande difficulté d'identification taxinomique du niveau de base. Cette différence de lisibilité est directement corrélée au très fort taux de concrétionnement des pièces de ce niveau (31%) ainsi qu'à la très forte contribution des vestiges brûlés à l'assemblage (*Cf. infra*).

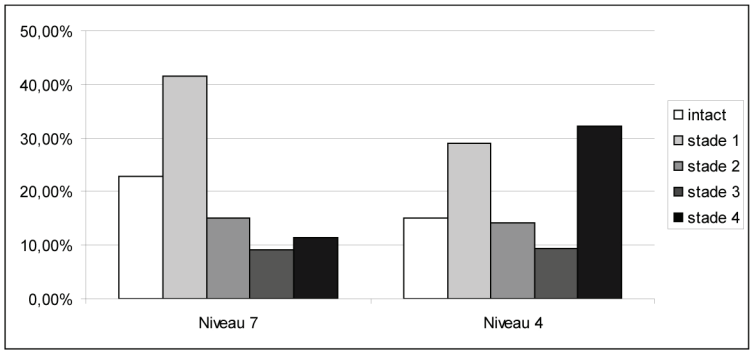


Figure 35 : Pech-de-l'Azé I – État de préservation de la surface corticale des os. Intact : 100% préservé, 1 : plus de 75% préservé, 2 :plus de 50% 3 : plus de 25 % 4 : moins de 25 % de préservé. Niv 7 NRa =341 ; Niv 6 NRa= 2632 ;Analyse ne portant que sur les vestiges osseux.

III-4-b Les agents naturels biologiques

Les agents biologiques n'ont eu qu'un impact limité sur l'assemblage (Tableau 16). Les traces de piétinement sont négligeables, contrairement aux traces de racine un peu mieux représentées. Les creusements de sillons, qui gênent potentiellement l'observation, sont visibles sur 5,6% des vestiges du niveau 7, et seulement 2,5% de ceux du niveau de base. Les dépôts rouges laissés par ce même agent sont cinq fois plus fréquents dans le niveau supérieur que dans le niveau 4, suggérant une histoire taphonomique différente pour ces deux unités (ce critère n'a qu'une valeur stratigraphique). Peut-être est-ce la preuve d'un enfouissement plus rapide des vestiges du niveau 4 ?

	Racines		Piétinement	NR analysés
	sillon	**dépôt**		
Niveau 7	5,6%	16,4%	1,5%	423
Niveau 4	2,5%	3,5%	0,5%	2632

Tableau 16 : Pech-de-l'Azé I - Impacts des agents biologiques non humains sur l'assemblage.

L'impact des carnivores

Nous avons recherché d'éventuelles traces de carnivores sur l'assemblage telles les traces :

- de dents comme les *pits* qui sont des dépressions circulaires sur la compacta et les *puncture* dépression créé par l'enfoncement de la matrice osseuse, généralement localisé près des extrémités) ;
- de rognage caractérisés par des sillons de rognage dans le spongieux (*groove marks*) ou sur la corticale et transverse à l'axe de la diaphyse (*Scoring*) ;
- de mâchonnement (*crenulated edges*) : bord de fracture avec indentation pouvant présenter un lustré ou un poli ;
- les encoches de carnivore : résultant de la fracturation des os longs pour la moelle ;
- les os digérés : esquilles osseuses aux bords émoussés et affinés par l'action des sucs digestifs, pouvant présenter des perforations et un poli (d'Errico et Villa, 1997).

Dans les deux niveaux, vingt-neuf pièces seulement sont porteuses de stigmates identifiés à l'action des carnivores (Tableau 17).

	Action des carnivores		Dents	Rognage	Encoché	Os digérés	NR analysés
	NR	%					
Niveau 7	6	1,8%	5	1	0	2	423
Niveau 4	23	0,9%	9	2	3	10	2632

Tableau 17 : Pech-de-l'Azé I – Impact des carnivores sur l'assemblage (en NR). Un os peut porter plusieurs stigmates.

Ce pourcentage est très largement inférieur à celui mis en évidence dans les repaires de carnivores actuels (*e. g.* : Cruz-Uribe, 1991 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984a ; Fosse, 1994). De la même manière,

Le faible impact des carnivores, couplé à leur absence dans le spectre faunique nous poussent à rejoindre C. Laparra (2000) et à rejeter l'hypothèse d'une accumulation des vestiges osseux liée à l'action de cet agent dans les niveaux 4 et 7.

De plus, le nombre de restes portant le témoignage de l'activité de ces agents taphonomiques est très largement inférieur à ce qui a été montré expérimentalement sur les assemblages anthropiques artificiels modifiés par des carnivores (Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Blumenschine et Marean, 1993). Nous en déduisons que les carnivores probablement n'ont eu qu'un impact limité sur les vestiges osseux de ces deux niveaux et n'en ont probablement pas modifié drastiquement la représentativité.

III-5 Impact de l'Homme sur l'assemblage

L'impact de l'Homme sur les deux assemblages est particulièrement élevé et diversifié (Tableau 18). Au sein des deux unités stratigraphiques, 30% des vestiges ont été modifiés par l'Homme. Il est intéressant de constater que, même si cet impact est comparable dans les deux niveaux, il ne s'exprime pas de la même manière. Des différences significatives existent :

- Les stries de découpe sont deux fois plus fréquentes dans le niveau 7 que dans le niveau 4. Ceci reste vrai si l'on prend en considération l'état de préservation des surfaces corticales en excluant du calcul les pièces présentant le stade 3 ou 4 (C.f. Figure 35).

- Les os brûlés (de plus de 2,5 cm) sont près de 4 fois plus communs dans le niveau de base que dans le niveau supérieur.
- Les éclats osseux sont plus communs dans le niveau 4.

	Modifications Anthropiques		Strie		Stries de raclage		Retouchoir		Encoche de percussion		Éclats osseux		Os brûlés	
	NR	% NRT	NR	% NRT	NR	% NRT	NR	% NRT	NR	% NRT	NR	% NRT	NR	% NRT
Niveau 7 NRa = 371 (NRa = 303)	**130**	**35%**	95 (88)	25,6% (29,0%)	7	1,9%	3	0,8%	23	6,2%	11	3,0%	9	2,4%
Niveau 4 NRa = 2500 (NRa = 1478)	**800**	**32%**	305 (266)	12,2% (18,0%)	39	1,6%	15	0,6%	174	7,0%	119	4,8%	273	10,9%

Tableau 18 : Pech-de-l'Azé I – Impact anthropique sur l'assemblage. (Un os peut porter plusieurs stigmates). Le matériel dentaire a été ôté du calcul. Le nombre entre parenthèse correspond à l'impact anthropique observé sur les vestiges présentant une préservation des surfaces corticales bonne ou moyenne (Stade 0, 1 et 2 C.f. Figure 35).

Tous les ongulés retrouvés dans ces deux niveaux portent des témoignages de l'action humaine (Tableau 19).

	Niveau 4		Niveau 7	
	NRant	NRa	NRant	NRa
Équidé	3	7	1	5
Bovinés	38	127	13	44
Cerf	159	394	35	90
Chevreuil	16	47	4	6
Renne	4	17	-	-
Cervidé ind.	4	12	-	-

Tableau 19 : Pech-de-l'Azé I - Fréquence des modifications anthropiques sur l'assemblage par niveau et par taxons d'ongulés. NRant = nombre de restes avec traces anthropiques ; NRa : Nombre de restes analysés.

Ces éléments pris en comptes et mis en parallèle avec l'abondance de l'industrie lithique (Bordes, 1954-55 ; Soressi, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004), la présence de structures de combustion (Soressi, 2004 ; Texier 2004) et de restes humains (Capitan et Peyrony, 1909 ; Maureille et Soressi, 2000 ; Maureille et Tillier, 2004), confirment l'origine anthropique de l'assemblage osseux déjà proposée sur la base de l'analyse des vestiges des niveaux 4 et 6 issus des collections Bordes (Laparra, 2000 ; Armand *et al.*, 2001 ; Rendu, 2002, 2006a).

III-6 Représentation différentielle des éléments anatomiques

La représentation différentielle des éléments anatomiques a été étudiée pour le Cerf et le Bison du niveau 4, les autres taxons ne fournissant pas assez de vestiges. Pour le niveau 7, seul le Cerf livre un NRDt suffisant pour le calcul du NME (Tableau 20 et Figure 36, Figure 37 et Figure 38).

Régions anatomiques	éléments	Niveau 4						Niveau 7		
		NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU
Region 1	Bois/Cheville Osseuse	1	0,50	11%	1	0,50	11%	1	0,50	11%
	Crane	2	2,00	44%	0	0,00	0%		0,00	0%
	Rocher	1	0,50	11%	3	1,50	33%	1	0,50	11%
	Os hyoïde	2	1,00	22%	0	0,00	0%	2	1,00	22%
	Mandibule	3	1,50	33%	0	0,00	0%	3	1,50	33%
	Total	**5**			**3**			**7**		
Région 2	cervicale	1	0,14	3%	1	0,14	4%		0,00	0%
	thoracique	1	0,08	2%	1	0,08	2%	2	0,15	5%
	lombaire	2	0,33	7%	1	0,17	4%	1	0,17	6%
	Sacrée	1	1,00	22%	0	0,00	0%	0	0,00	0%
	Caudale	1	1,00	22%	0	0,00	0%	0	0,00	0%
	Total	**6**			**3**			**3**		
Région 3	Côte	6	0,23	5%	2	0,08	2%	2	0,08	3%
	Total	**6**	0,23	5%	**2**	0,08	2%	**2**	0,08	3%
Région 4	Scapula	1	0,50	11%	1	0,50	13%	1	0,50	17%
	Coxal	2	1,00	22%	0	0,00	0%	1	0,50	17%
	Total	**3**			**1**			**2**		
Région 5	Humérus	6	3,00	67%	8	4	100%	3	1,50	50%
	Radio-ulna	9	4,50	100%	5	2,5	63%	3	1,50	50%
	Fémur	6	3,00	67%	3	1,5	38%	1	0,50	17%
	Tibia	5	2,50	56%	6	3	75%	6	3,00	100%
	Total	**26**			**22**			**13**		
Région 6	Métacarpe	5	2,50	56%	2	1	25%	1	0,50	17%
	Métatarse	6	3,00	67%	2	1	25%	1	0,50	17%
	Total	**11**			**4**			**2**		
Région 7	Os Malléolaire	0	0,00	0%	0	0,00	0%	0	0,00	0%
	Carpien	1	0,08	2%	0	0,00	0%	0	0,00	0%
	Tarsien	5	0,50	11%	2	0,20	5%	0	0,00	0%
	Phalange 1	5	0,63	14%	3	0,38	9%	3	0,38	13%
	Phalange 2	3	0,38	8%	0	0,00	0%	1	0,13	4%
	Phalange 3	1	0,13	3%	1	0,13	3%	1	0,13	4%
	Sésamoïde	1			4			0		
	Total	**16**			**9**			**5**		

Tableau 20 : Pech-de-l'Azé I - Décompte du nombre minimum d'éléments, EN NME, MAU (Minimum Animal Unit, Binford, 1981) et en % MAU (%MAU=MAU de l'élément/MAUmax Binford, 1984). Région 1 : crâne ; Région 2 : Vertèbre ; Région 3 : Côtes ; Région 4 : Ceinture ; Région 5 : Os longs ; Région 6 : Métapodes ; Région 7 : Os courts.

Toutes les régions anatomiques (Fosse, 1994) sont présentes dans les deux assemblages osseux mais dans des proportions très différentes (Tableau 21). Quels que soient le niveau et le taxon considérés, les os longs et le crâne sont globalement mieux représentés que le squelette axial post-crânien (régions 2 et 3) et les os courts (région 7).

	Niveau 4						**Niveau 7**		
	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU
Région 1	5	1,67	51%	3	1	36%	6	2	100%
Région 2	6	0,22	7%	3	0,11	4%	4	0,15	7%
Région 3	6	0,23	7%	2	0,08	3%	3	0,12	6%
Région 4	3	0,75	23%	1	0,25	9%	2	0,5	25%
Région 5	26	3,25	100%	22	2,75	100%	14	1,75	88%
Région 6	11	2,75	85%	4	1	36%	2	0,5	25%
Région 7	16	0,28	8%	9	0,16	6%	7	0,12	6%

Tableau 21 : Pech-de-l'Azé I – Représentation anatomique par région anatomique de Fosse (1994). EN NME, MAU (Minimum Animal Unit, Binford, 1981) et en % MAU (%MAU=MAU de l'élément/MAUmax Binford, 1984). Région 1 : crâne ; Région 2 : Vertèbre ; Région 3 : Côtes ; Région 4 : Ceinture ; Région 5 : Os longs ; Région 6 : Métapodes ; Région 7 : Os courts.

Le Tableau 22 souligne la représentation différentielle des portions anatomiques des os longs. Malgré une faible quantité d'éléments, il est possible d'observer que le nombre minimum de diaphyses pour chacun des éléments est très largement supérieur au nombre d'éléments des extrémités, exceptées pour le fémur du Cerf du niveau 7.

Régions anatomiques	Éléments	Portions	Niveau 4		Niveau 7
Région 5	HUMERUS	Humérus proximal	0	0	1
		Humérus diaphyse	6	8	3
		Humérus distal	1	3	1
	RADIO-ULNA	Radio-ulainre proximal	1	0	2
		Radio-ulnaire diaphyse	7	5	3
		Radio-ulnaire distal	1	0	
	FEMUR	Fémur proximal	0	1	2
		Fémur diaphyse	6	3	1
		Fémur distal	3	2	1
	TIBIA	Tibia proximal	1	1	0
		Tibia diaphyse	5	6	6
		Tibia distal	0	1	0
Région 6	METACARPE	Métacarpe proximal	2	1	0
		Métacarpe diaphyse	4	2	1
		Métacarpe distal	1	0	0
	METATARSE	Métatarse proximal	4	0	1
		Métatarse diaphyse	5	2	1
		Métatarse distal	0	0	0

Tableau 22 : Pech-de-l'Azé I – Décompte du nombre minimum d'éléments par portion anatomique pour les éléments des régions 5 et 6 de Fosse (1994).

Trois facteurs principaux peuvent influencer la représentation différentielle des éléments anatomiques :

- La détermination différentielle, et la taphonomie de laboratoire ;
- La conservation différentielle ;
- Le transport différentiel des carcasses par les Moustériens.

Il est essentiel de connaître la contribution des deux premiers facteurs pour accéder au troisième, et ainsi discerner quels choix humains ont été mis en œuvre.

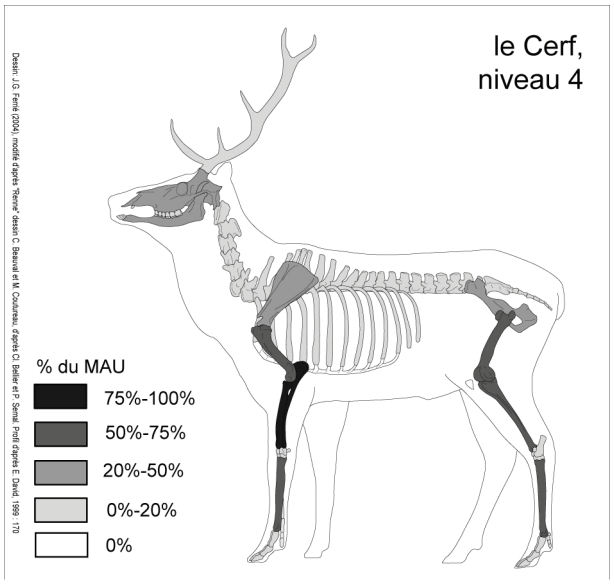


Figure 36 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Représentation différentielle des éléments squelettiques de Cerf en %MAU ; (Dessin J.-G. Ferrié).

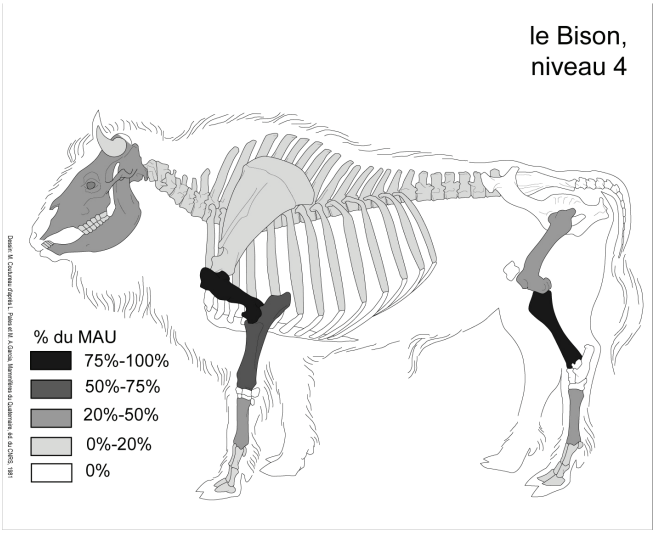


Figure 37 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation différentielle des éléments squelettiques de Bison en %MAU ; (Dessin M. Coutureau).

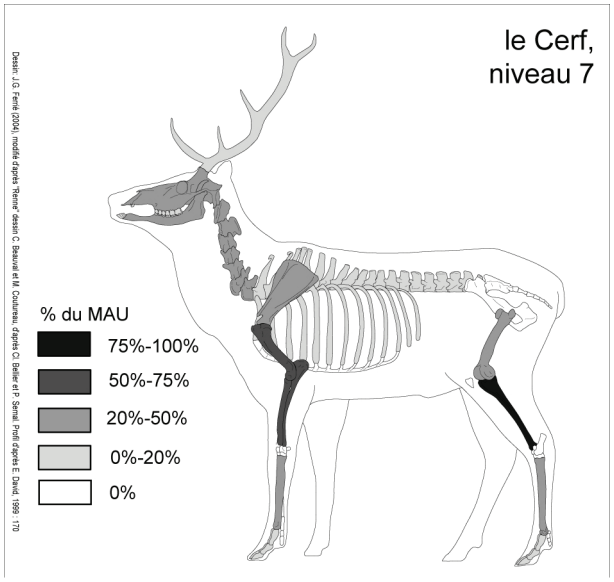


Figure 38 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Représentation différentielle des éléments squelettiques de Cerf en %MAU ; (Dessin J.-G. Ferrié).

III-6-a Détermination différentielle

L'identification différentielle des vestiges archéologiques peut être un facteur influençant la représentation différentielle des éléments anatomiques. En fonction de la fragmentation, de l'altération des surfaces corticales, et de la nature des portions anatomiques, tous les fragments osseux n'ont pas la même probabilité d'être déterminés. Bien que la contribution des différents facteurs intervenant soit variable d'un ensemble archéologique à l'autre, il est pourtant possible de dégager des tendances. Ainsi, les fragments de côtes et des os du crâne sont généralement plus difficiles à déterminer car délicats à localiser précisément au sein de l'élément osseux complet considéré. Ceci peut expliquer en partie la sous-représentation de certains éléments squelettiques. Ainsi E. Morin (2004) propose que la sous représentation du fémur par rapport aux autres os long, perceptible dans beaucoup de gisements archéologiques, est le fait de la plus grande difficulté de détermination précise des fragments de cet os. Les fragments de la face antérieure de cet os sont généralement difficiles à localiser avec précision sur l'élément squelettique du fait de l'absence de structure osseuse particulière. Il est ainsi probable que, dans nos calculs, le fémur soit artificiellement sous représenté.

Notons, cependant, que les fragments costaux restent rares dans l'assemblage. En effet, seuls 41 fragments de côte rattachés aux ongulés de classe de taille 2 (Cerf et Renne) et 23 rattachés aux ongulés de classe de taille 3/4 (Cheval et Boviné) ont été identifiés au sein du niveau 4, et 30 fragments de côte rattachés aux ongulés de classe de taille 2 pour le niveau 7. Ainsi, la détermination différentielle seule ne peut pas expliquer la sous représentation des côtes.

III-6-b Conservation différentielle

La conservation différentielle est directement corrélée à la densité de la partie squelettique (Brain, 1981 ; Kreutzer, 1992 ; Lyman, 1994). Ainsi les éléments les moins denses seront les premiers à être détruits lors de l'enfouissement. La comparaison de la représentation relative des portions squelettiques (%MAU) et de leur densité respective permet, dans le cas d'une corrélation positive, d'identifier ce phénomène (Lyman, 1994). Cette densité étant variable à l'intérieur d'un os, l'unité comparative choisie a été la portion squelettique (*e. g.* : Lyman, 1994) et les os courts ont été exclus des calculs. Les données de densité osseuse du Bison américain (Kreutzer, 1992) ont été utilisées pour les bovinés, et celle du Cerf de virginie (Lyman, 1984) pour le Cerf élaphe. Les résultats sont présentés dans les graphiques suivants.

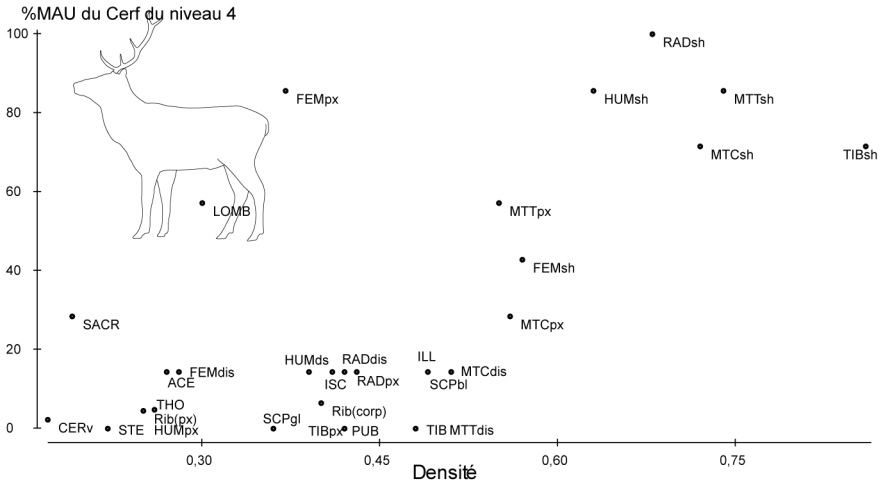


Figure 39 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation différentielle des éléments anatomiques du Cerf en fonction de leur densité.

Coefficient de corrélation : 0,6530

R^2=0,1155

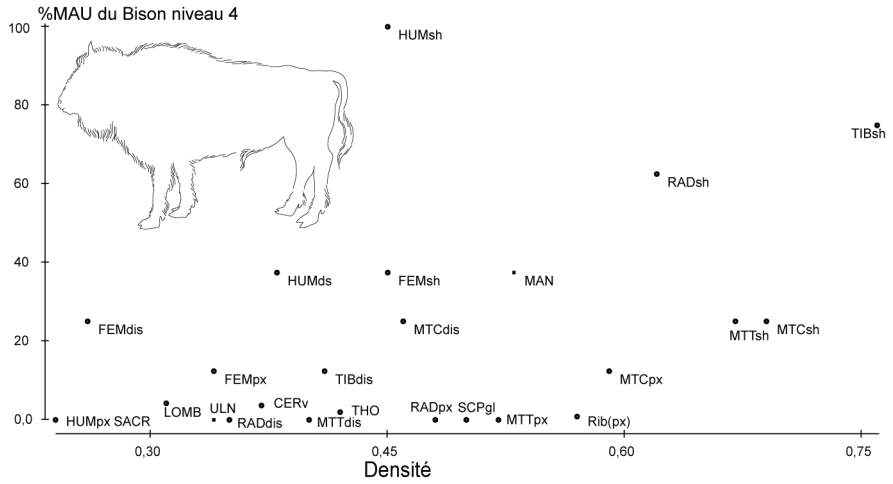


Figure 40 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation différentielle des éléments anatomiques du Bison en fonction de leur densité.

Coefficient de corrélation : 0,4268

R^2=0,0835

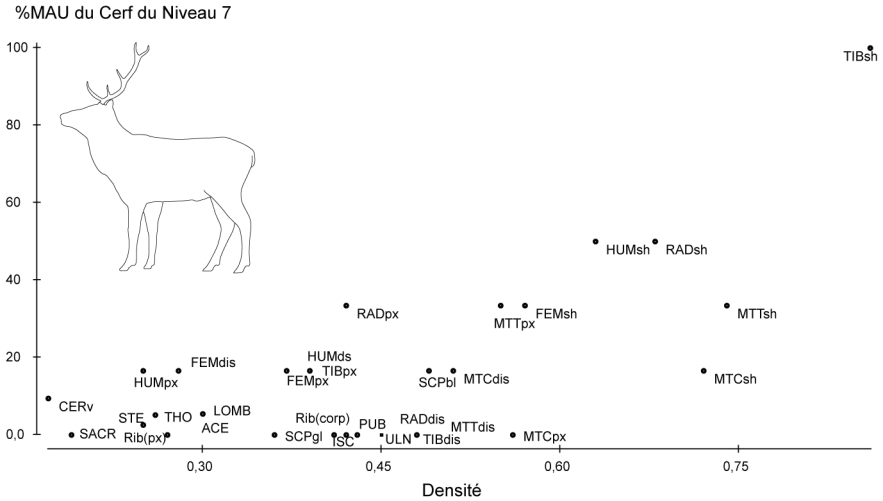


Figure 41 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Représentation différentielle des éléments anatomiques du Cerf en fonction de leur densité

Coefficient de corrélation : 0,6611

R^2 =0,0654

Pour les deux niveaux, il existe une corrélation positive entre la représentation différentielle des portions d'éléments anatomiques du Cerf et leur densité, mais celle-ci est non significative dans les deux cas. Il en est de même pour le Bison.

De ce test, il résulte que la conservation différentielle, à elle seule, ne peut pas expliquer les profils de représentation squelettique obtenus sur ces niveaux.

III-6-c Le transport différentiel

Les choix humains dans le transport différentiel des éléments d'une carcasse dépendent de l'apport nutritif des parties ainsi que de nombreux facteurs plus difficiles à appréhender. Comme cela a été démontré à travers les études ethnographiques, la taille de la carcasse, la distance au camp, le nombre de proies abattues, le nombre de chasseurs et la fraîcheur de la carcasse dans le cas de charognage (O'Connell *et al.*, 1989 ; O'Connell *et al,* 1990 ; Bartram, 1993) sont autant de facteurs pouvant déterminer ce transport sélectif.

Parmi ces éléments, seul un transport préférentiel des éléments en fonction de leur apport nutritif peut être testé. Différents index ont été établis pour évaluer cet apport comme le GUI et le MGUI (Binford, 1978, 1981, 1984), ainsi que le FUI. Ce dernier indice a été préféré au MGUI, pourtant plus utilisé, parce qu'il est plus simple de calcul et souffre peu de variabilité interspécifique (Metcalfe et Jones, 1988) .

Nous avons ainsi comparé la représentation différentielle des éléments anatomiques, exprimés en %MAU, à leur apport nutritif, exprimé par leur FUI. Le calcul du FUI peut se faire sur l'os entier ou sur les portions de l'os (extrémité, diaphyse...). Nous avons utilisé l'os complet afin de faire abstraction des problèmes de détermination et de conservation différentielle.
Pour le Cerf nous avons repris les valeurs du Caribou proposées par D. Metcalfe et K. T. Jones (1988), et pour des Bovinés celles du Bison de A. M. Emerson (1990).

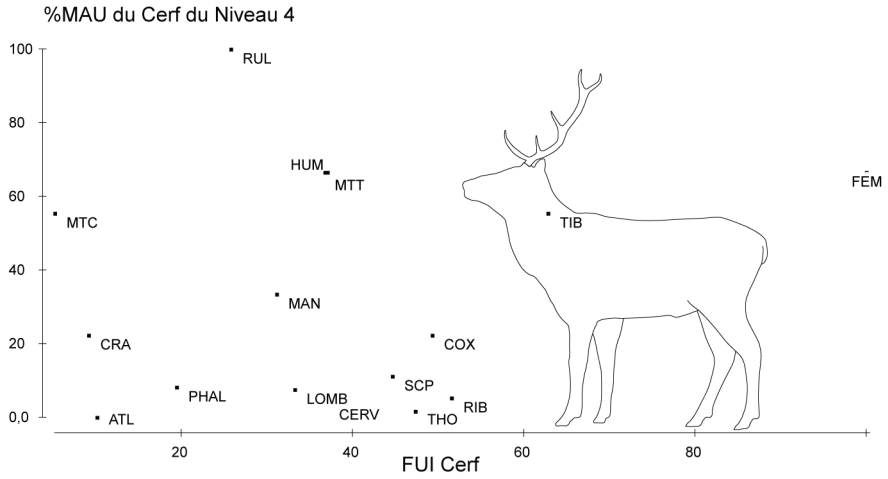
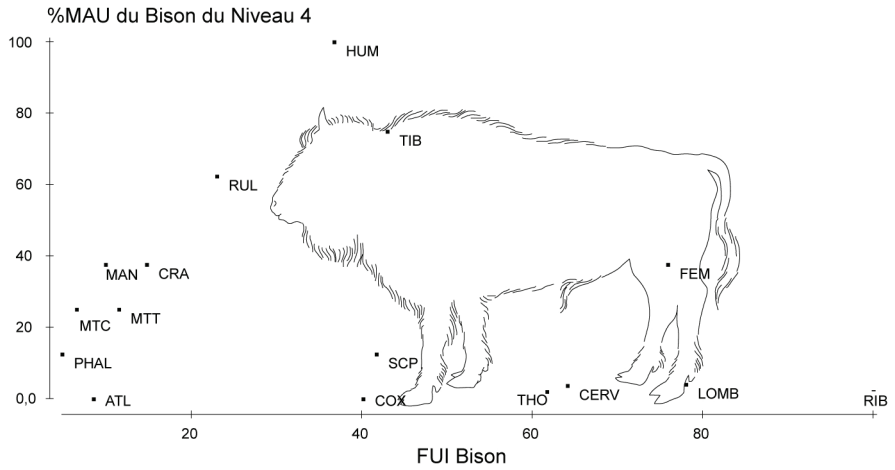


Figure 42 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation relative des éléments anatomique du Cerf (%MAU) en fonction de leur intérêt nutritif (FUI).

Coefficient de corrélation : 0,18

Figure 43 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation relative des éléments anatomique des bovinés (%MAU) en fonction de leur intérêt nutritif (FUI).

Coefficient de corrélation : -0,22



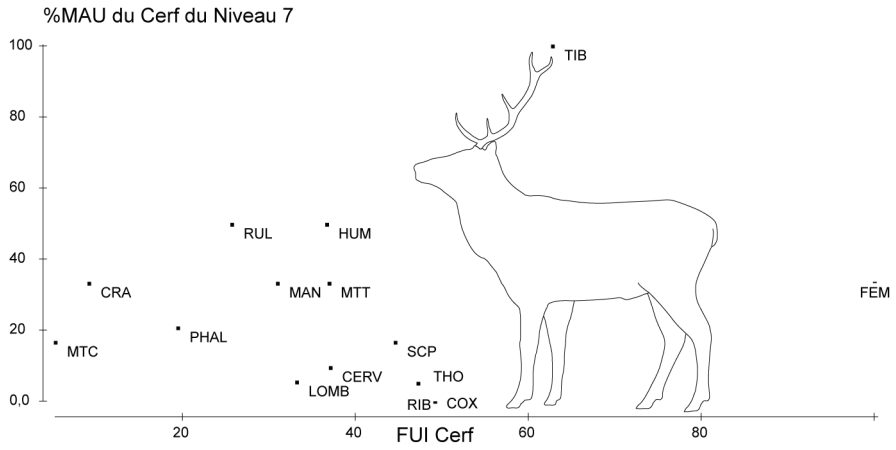


Figure 44 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Représentation relative des éléments anatomique du Cerf (%MAU) en fonction de leur intérêt nutritif (FUI).

Coefficient de corrélation : 0,07

Aucune corrélation statistiquement significative n'a pu être mise en évidence entre la représentation des portions anatomiques et leur intérêt nutritif. Plusieurs informations peuvent toutefois être tirées des trois graphiques précédents. Ainsi, les éléments du squelette axial post-crânien sont systématiquement sous représentés. De même, pour le Bison du niveau 4 et le Cerf du niveau 7, le fémur présente un %MAU inférieur aux autres os longs. Pour ces deux cas, il semble que la représentation des éléments crâniens et des éléments du squelette appendiculaire, à l'exception donc du fémur, soit liée à l'apport nutritif de ces éléments (FUI). En effet, la corrélation entre le %MAU de ces éléments et le FUI est hautement significative (pour le bison : $r = 0,926$, $p<0,01$; pour le Cerf : $r=0,881$, $p<0,01$). Pour le Cerf du niveau 4, même si les os longs sont bien mieux représentés au sein de l'assemblage, il n'est pas possible de mettre en évidence une telle relation ($r=0,314$, $p>0,05$).

Ces éléments vont dans le sens d'un transport préférentiel pour le Bison du niveau 4 et le Cerf du niveau 7 des pattes et du crâne, au détriment des éléments du squelette axial post-crânien qui aurait alors été abandonné sur le site d'abattage ou de premier traitement de boucherie.
Concernant le Cerf du niveau 4, nous pouvons souligner que la présence d'os de fœtus de Cerf suggérerait que l'éviscération d'au moins une femelle gravide se soit déroulée sur le site. Il est tentant, dans ces cas précis, d'évoquer un transport complet de la carcasse de cet individu du lieu d'abattage jusqu'au lieu de consommation. Ceci témoignerait par ailleurs d'une distance très réduite entre ces deux site (O'Connell *et al,* 1990).

III-7 Exploitation des carcasses

L'observation des traces anthropiques permet de proposer une première approche des différentes activités qui ont été menées sur le site quant à l'exploitation du cerf du niveau 4. Dans ce paragraphe nous nous intéressons au dépouillement, à la désarticulation, à la décarnisation, à la fracturation des os dans le but de récupérer la moelle et à leur combustion.
Les traces anthropiques observées sur les os ont été relevées et comparées aux référentiels ethno-archéologiques de L. R. Binford (1978, 1981) portant sur l'exploitation des caribous par les Nunamiuts et de Y. Abe (2005) sur la boucherie des rennes par les Evenks (Sibérie).

III-7-a- Dépouillement

Au sein du niveau 4, le dépouillement est attesté sur le matériel osseux pour le Cerf, mais aucune évidence d'une telle activité n'a pu être identifiée pour le Bison. Des stries présentes sur les premières phalanges, transversales à l'axe d'allongement de la diaphyse, permettent d'identifier le geste du Préhistorique, en indiquant que c'est à cet endroit que la peau était retirée. Au sein du niveau 7, la strie de découpe sur le métapode de Castor témoigne du retrait de la peau pour ce taxon. Pour le Cerf, des stries transverses sur des premières phalanges (similaire à celles observées dans le niveau 4) témoignent de l'intérêt des Néandertaliens pour la peau de cette animal (NR=3).

III-7-b Désarticulation

Le faible nombre d'extrémités articulaires complique la lecture du schéma de dépeçage des carcasses. Seul les vestiges attribués au Cerf témoignent de cette pratique. Pour le Niveau 4, la présence de stries sur l'olécrane (NR=1) et dans la partie distale de la diaphyse humérale, sur sa face postérieure, atteste de la désarticulation du coude. En l'absence d'extrémité distale de fémur suffisamment complète, la seule trace de désarticulation du genou est visible sur la partie proximale du tibia (NR=2), face postérieure. L'absence des éléments constitutifs de l'articulation du poignet, de la hanche et de la cheville, rend impossible toute observation. Au sein du niveau 7, la présence de strie sur les processus transverses de deux vertèbres thoraciques suggère leur désarticulation.

III-7-c Décharnement

La décarnisation est attestée sur de nombreux vestiges. Pour le Cerf du niveau 4, des stries sur les processus transverses des lombaires et sur la partie proximale du corps des côtes témoignent du retrait des filets. Les muscles de la mâchoire ont été retirés par des incisions sur le bord de la branche montante de la mandibule. Le prélèvement de la langue est attesté par la présence de stries de découpe sur le stylohyal (la plus grande partie de l'os hyoïde ; NR=3). Le fémur a été intensément décharné et des stigmates témoignent du retrait des muscles vastes intermédiaires, des jumeaux et de l'adducteur de la cuisse. Sur le tibia, des stries montrent la récupération des muscles couturiers, droits médiaux, demi-tendineux. De fines stries, de quelques millimètres de long, nombreuses et rapprochées les unes des autres indiquent l'enlèvement du muscle fléchisseur latéral des doigts. De nombreuses stries de découpe sur l'humérus nous permettent de proposer la récupération des muscles anconés, brachio-céphalique et extenseur du carpe. Sur le radio-ulnaire, les Moustériens ont prélevé les muscles brachiaux, les biceps, les extenseurs obliques du carpe et des doigts.

Concernant le Bison, l'ensemble des os longs présente des traces de décharnement. Notons que les muscles anconés, brachio-céphalique et extenseur du carpe ont systématiquement été ôtés de l'humérus (NR=5).

Pour le niveau 7, il est intéressant de noter que les mêmes produits ont été recherchés par les moustériens. Signalons notamment la présence sur deux stylohyals de stries de découpe témoignant de l'intérêt apporter par cette population à la langue de Cerf. Des stigmates laissés sur les côtes et les processus transverses des vertèbres lombaires témoignent de la récupération des filets.

III-7-d La fracturation des os en vue de récupérer la moelle et la graisse

Aucun os long complet n'a été retrouvé. La fracturation des os présentant une cavité médullaire importante a été particulièrement intense, comme en témoignent le grand nombre d'éclats osseux retrouvés dans le niveau 4 attribué principalement au Cerf. Les encoches sont présentes sur 56 fragments d'os longs de Cerf sur les 223. Les encoches sont aussi relativement fréquentes sur les 41 os longs de Bison (NR=8), elles sont présentes dans les mêmes proportions sur les vestiges de Cerf du niveau 7.

Le nombre important des stigmates de fracturation sur les restes de Cerf du niveau 4 nous autorise d'étudier le schéma d'exploitation de ce taxon.

Une récurrence dans la localisation des encoches (donc des points d'impacts) suggère l'existence d'une standardisation de la méthode. Ceci est sans doute à mettre en relation avec l'importance de cette activité dans ce niveau. Sur l'humérus, l'ensemble des encoches est localisé sur la face latérale dans la partie médiane de la diaphyse. Pour le radius et le fémur, les encoches sont présentes sur les faces médiales et latérales. La fracturation des vestiges s'est probablement déroulée sur enclume, ce qui explique la présence des stigmates de fracturation de part et d'autre

des fragments osseux. Enfin, sur le tibia, les os ont été percutés dans leur partie proximale sur les faces latérale et postérieure, évoquant ici aussi une fracturation sur enclume ; dans la partie distale c'est sur la face postérieure. Concernant les métapodes, la majorité des stigmates de fracturation est présente sur la face antérieure.

Les os riches en moelle ne sont pas les seuls à avoir été fracturés. Les phalanges, qui pourtant ont des cavités médullaires moins volumineuses que les os longs, semblent avoir été systématiquement exploitées sur l'ensemble de la stratigraphie. Les neuf premières et deuxièmes phalanges de Cerf dans le niveau 4 et trois premières phalanges et une deuxième, dans le niveau 7, ont toutes été fracturées sur os frais, deux d'entre-elles présentant même des encoches : témoignage de l'origine anthropique de cette fracturation. L'ensemble des phalanges de Bison a aussi été fracturé (NR=3).
Cet élément témoigne de l'importance accordée par ce groupe anthropique à la graisse et la moelle, et l'ampleur de l'investissement de ces derniers dans la recherche de ces substances.

III-7-e Les os brûlés

L'abondance des vestiges brûlés dans le matériel issu du niveau 4 et leur quasi-absence dans le niveau 7 (voir Tableau 18), constitue une différence majeure entre ces deux assemblages. Lors de la fouille, les refus de tamis ont systématiquement été observés, et ont permis de confirmer cette observation. Nous avons donc voulu mieuxcerner la raison de l'abondance de ces vestiges dans le niveau de base.
Afin de savoir si l'abondance d'os brûlés résulte de l'utilisation de ce matériau comme combustible :

- nous avons cherché à mettre en évidence une association spatiale entre ces derniers et les structures de combustion ;
- nous nous sommes intéressé à l'intensité de combustion des vestiges ;
- nous avons recherché une éventuelle sélection des fragments spongieux aux sein des osseux brûlés.

-Distribution spatiale

Au sein du niveau 4, il est possible de constater une différence de répartition des vestiges. Les restes brûlés sont deux fois plus fréquents (13,7%, NR=197) dans la zone 4 II caractérisée par la présence de foyers (Soressi, 2004 ; Soressi *et al*, 2006) que dans la partie du site qui n'en présente pas (6,35% ; NR=76). Cette différence est hautement significative (χ^2(ddl=1)=38.535; $p<<0,0001$).
La distribution spatiale des os brûlés est donc associée directement aux structures de combustion. Il est ainsi possible de proposer que les os n'ont que faiblement été remobilisés depuis leur combustion.

Intensité de combustion

Afin d'évaluer l'intensité de combustion, les pièces ont été codées suivant l'indice établi par M. C. Stiner (1994) reposant sur la couleur de la pièce (Tableau 23).

	Stade de combustion	NR	%NR
Os carbonisés	1	25	10,68%
	2	16	6,84%
	3	113	48,29%
Os calcinés	4	42	17,95%
	5	16	6,84%
	6	22	9,40%

Tableau 23 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Distribution des os brûlés coordonnés en fonction des stades de combustion de Stiner (1994). 1 : noir minoritaire ; 2 : noir majoritaire, 3 : pièce entièrement noire ; 4 : Noir et gris ou blanc minoritaire ; gris ou blanc majoritaire ; pièce entièrement grise ou blanche.

Il s'avère que 34% des os brûlés sont calcinés (Tableau 23), ce qui témoignerait de l'intensité de la combustion pour ces vestiges. Il est ainsi probable qu'ils aient été placés au cœur du foyer de combustion.

Sélection des tissus osseux brûlés

Les os brûlés représentent plus de 10% des vestiges coordonnés au sein du niveau 4 (Tableau 18), mais seul 9% (NR=27) de ces vestiges, soit 1% du stock faunique de ce niveau, ont été déterminés taxinomiquement.

TAXON	NRDT brûlés
Vulpes vulpes	0
Canis lupus	0
Mustela erminea	0
Lepus sp.	0
Equidae ind.	1
Equus hydruntinus	0
Bovine	7
Sus scrofa	0
Cervus elaphus	15
Capraeolus capraeolus	2
Rangifer tarandus	1
Cervidae ind.	1

Tableau 24 : Pech-de-l'Azé I - niveau 4 : Distribution des restes brûlés déterminés par taxons.

Le faible taux de détermination anatomique et spécifique des vestiges brûlés rend leur interprétation particulièrement délicate, il ne nous est notamment pas possible de savoir s'il y a eu une combustion préférentielle de certaines parties anatomiques ou si cette combustion a été menée en fonction de la nature des tissus osseux (spongieux *versus* compact). Les parties spongieuses, riches en graisse permettent, notamment, d'alimenter le foyer (Costamagno *et al.*, 1999).

Afin de palier ce problème, et pour identifier une éventuelle utilisation différentielle des os en fonction de leur nature, nous nous sommes intéressés aux tamis, qui livrent une grande quantité d'os brûlés.

Plusieurs centaines de refus de tamis ont été obtenus lors des campagnes de fouilles de 2004 et 2005. La fouille s'étant terminée il y a un tout juste an et demi, nous n'avons pas pu étudier leur intégralité dans le cadre de ce travail, nous avons choisi d'étudier un seul carré. C'est le carré G8 qui a été retenu. Ce dernier a été fouillé depuis le sommet de la couche 4 jusqu'à la profondeur maximale atteinte par la fouille. De plus, c'est le carré qui fournit le plus de matériel au sein du niveau 4.

Dix-huit refus de tamis (de largeur de maille de 5mm) ont été triés. Les restes brûlés et non brûlés ont été décomptés séparément, et les vestiges ont alors été triés en fonction de la nature de l'os (compact, spongieux ou spongieux+compact) et suivant leur classe de taille (inférieur à 10 mm ; entre 10 et 20 mm ; supérieur à 20mm et jusqu'à 25 mm, les os de plus grande dimension ayant été intégrés à notre base de données). Les informations relatives aux dimensions des particules triés ne sont pas traitées ici mais le seront dans un travail ultérieur.

		non brûlés									brûlés											
		Compact			Spongieux			Compact et spongieux			Compact			Spongieux			Compact et spongieux					
Carré	N°	5-10	10-20	20-25	5-10	10-20	20-25	5-10	10-20	20-25	5-10	10-20	20-25	5-10	10-20	20-25	5-10	10-20	20-25	NR brûlés	NR	%bru
G8	239	28	13	7	6	4	1	41	14	7	33	15	1	28	8	0	41	6	0	132	253	52%
G8	418	0	9	3	0	2	0	5	8	1	7	8	0	1	0	0	0	0	0	16	44	36%
G8	463	3	23	6	14	12	0	12	47	10	16	7	2	4	4	1	4	13	0	51	178	29%
G8	537	14	28	1	4	5	0	28	78	4	5	6	1	5	1	0	11	5	1	35	197	18%
G8	565	31	56	6	4	4	0	18	36	1	39	67	0	4	0	0	35	45	0	190	346	55%
G8	573	34	53	11	5	6	0	38	57	9	37	32	4	12	18	0	22	16	0	141	354	40%
G8	626	1	4	0	1	2	0	3	15	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	29	3%
G8	671	12	42	5	4	3	0	16	8	1	24	33	0	2	1	0	10	7	0	77	168	46%
G8	738	8	33	0	0	2	0	2	19	1	10	15	0	0	0	0	5	6	0	36	101	36%
G8	749	6	38	10	4	2	0	10	20	3	13	47	0	1	2	0	16	14	2	95	188	51%
G8	825	2	29	8	2	0	0	16	36	3	3	3	0	6	0	0	3	7	0	22	118	19%
G8	868	35	12	3	15	15	0	88	66	10	42	30	1	29	13	0	46	12	0	173	417	41%
G8	975	26	117	8	30	19	3	50	42	8	78	52	3	38	10	0	96	25	0	302	605	50%
G8	1100	62	74	7	5	0	0	23	43	4	23	79	2	21	4	0	83	22	2	236	454	52%
G8	1116	28	85	6	1	0	2	22	51	9	28	42	2	11	11	0	38	43	1	176	380	46%
G8	1291	72	118	16	24	15	3	37	68	4	114	92	2	25	11	0	63	68	1	376	733	51%
G8	1386	17	46	10	6	5	0	11	41	1	25	29	3	24	25	0	26	35	0	167	304	55%
G8	1453	10	20	3	1	0	0	9	23	2	8	14	1	14	12	0	11	20	0	80	148	54%

Tableau 25 : Pech-de-l'Azé I - niveau 4 : Tableau de décompte, en nombre de restes (NR), des vestiges brûlés et non brûlés issus du tri des refus de tamis de maille de 5 mm du carré G8, fouille Soressi.

Afin de connaître les modalités de combustion, nous avons comparé les vestiges issus des tamis à ceux produits lors de l'expérimentation de S. Costamagno et collaborateurs (2005). Au cours de celle-ci, différents foyers ont été alimentés à l'aide d'os complets, d'extrémités ou de fragments diaphysaires.

La Figure 45 montre que les différents prélèvements s'inscrivent soit dans la variabilité des foyers alimentés uniquement par des diaphyses, soit dans celle des foyers alimentés par des os complets (Costamagno *et al.*, 2005). La distribution des os brûlés pour l'ensemble du niveau (représentée sur la figure par la croix en gras) s'inscrit dans la distribution des vestiges issus de foyers alimentés uniquement en fragment diaphysaires.

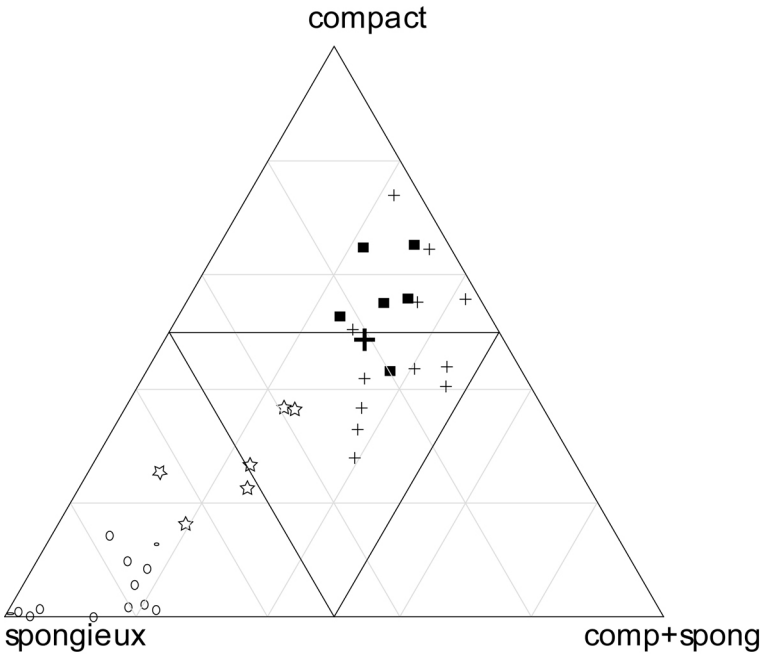


Figure 45 :Pech-de-l'Azé I – Proportions des différents tissus osseux brûlés présents dans les tamis (représenté par des croix), et comparaison aux données de Costamagno *et al.*, 2005.

Carré **: fragments de diaphyses brûlées**

Étoile **: Os complets brûlés**

Rond **: Épiphyses brûlées**

La grande croix représente la moyenne pour l'ensemble du niveau 4

Plusieurs hypothèses interprétatives peuvent être formulées :

- Deux types de combustion ont été pratiqués dans le niveau 4. Dans ce cas, il est possible que les Moustériens se soient servis d'os complets pour alimenter leur foyer, tout en ajoutant les déchets de la fragmentation des autres os qu'ils exploitaient pour la moelle.
- Les os brûlés trouvés dans ce niveau résultent de l'utilisation répétée de plusieurs foyers. Il est alors possible que plusieurs stratégies dans l'alimentation des foyers se soient succédées au cours du temps. Ainsi, les fragments de diaphyses ont put être mis dans les foyers pour nettoyer le camps.
- Nous n'avons pas pu écarter l'existence d'une conservation différentielle lors de l'étude de la représentation des éléments anatomiques. Or, par rapport à la *compacta*, la *spongiosa* présente une plus grande sensibilité face à l'action destructrice de la chaleur et des processus diagénétiques (Knight, 1985 ; Pearce et Luff, 1994). Dans ces conditions, il se pourrait que l'os spongieux a été utilisé en quantité, mais qu'une part non négligeable de ce tissu a disparu

au profit des deux autres (compact et compact+spongieux). Dans les tamis du Pech-de-l'Azé I, la proportion des fragments spongieux+Corticaux est supérieur à celle observée expérimentalement par S. Costamagno et collaborateurs (2005). Il est possible que ce soit la preuve de la disparition d'une partie des os spongieux qui aurait, par conséquent augmenter la proportion relative des deux autres catégories.

Bien que plusieurs éléments tendent à démontrer l'utilisation de l'os comme combustible (association spatiale entre os brûlé et zones de combustion, abondance relative des os calcinés), nous ne pouvons pas, à partir de nos données, déterminer les modalités de cette combustion, ni en préciser les raisons.

Les résultats obtenus ici sont mitigés, mais il faut rappeler que très peu de temps s'est écoulés entre la fin de la fouille et cette étude. Nous proposons, ainsi, de continuer l'analyse sur l'ensemble des refus de tamis. De plus, l'étude des tamis provenant directement des foyers permettra sûrement d'accroître notre résolution.

Toutefois, il est important d'insister sur l'abondance de ces os au sein du niveau MTA de type A et leur quasi-absence dans le niveau MTA de type B, au sein duquel, pourtant, des foyers ont été identifiés (Bordes, 1954-55). Cette remarque coïncide avec ce que nous avions mis en évidence dans l'étude du niveau 6 en nous appuyant sur le matériel issu des fouilles Bordes (Rendu, 2002).

III-8 Étude de la population chassée

L'étude populationnelle a été réalisée en mutualisant les informations disponibles pour les deux collections archéologiques. Les données pour le niveau 6 proviennent de notre analyse de la collection Bordes 1970-71 (Rendu, 2002).

III-8-a Recrutement des individus

Nous avons calculé un NMI dentaire de combinaison prenant en considération les données relatives à la latéralisation, au degré d'usure et la taille (Tableau 26).

Niveau 7	12	11
Niveau 6	10	6
Niveau 4	19	10

Tableau 26 : Pech-de-l'Azé I - NMI du Cerf et du Bison pour les niveaux 4, 6 et 7 établi à partir du matériel provenant des collections Bordes 1970-71 et Soressi.

On constate ici une diminution relative du nombre de Cerf au profit de celui du Bison de bas en haut de la séquence.

III-8-b Courbe de Mortalité

La fragmentation des dents a fortement gêné la reconstitution des profils de mortalité.
Les courbes d'abattage du Cerf ont été obtenues à partir de l'ensemble des collections (Bordes 1970-71 et Soressi). Du fait du faible nombre d'individus et surtout du faible nombre de dents par rang anatomique (prémolaire, molaire) il n'a pas été possible d'appliquer la méthode quadratique pour l'établissement de l'âge au décès (Klein et Cruz-Uribe, 1984b ; Steele, 2002 ; Pike-Tay *et al.*, 2001). Nous avons alors préféré une méthode moins précise mais qui s'applique à l'ensemble des dents en notre possession. Ainsi utilisons-nous la méthode basée sur la morphologie de la table d'usure des dents jugales pour déterminer l'âge au décès (Lowe, 1967). Afin de faciliter la comparaison entre les niveaux, les résultats sont présentés au sein de diagramme ternaire (Stiner, 1991). Les individus sont répartis, en fonction de leur âge, en trois catégories : juvéniles, adultes et séniles. Nous avons considéré immatures les individus non reproductifs et qui n'ont pas encore acquis leur comportement d'adulte, c'est à dire les individus de moins de deux ans et demi. La classe sénile correspond aux individus qui ont dépassé 61% de la durée de vie potentielle de l'espèce (Stiner, 1991). En considérant que le Cerf à une espérance de vie de 18 ans (Lowe, 1967), les cerfs de plus de dix ans ont été attribués à cette catégorie.

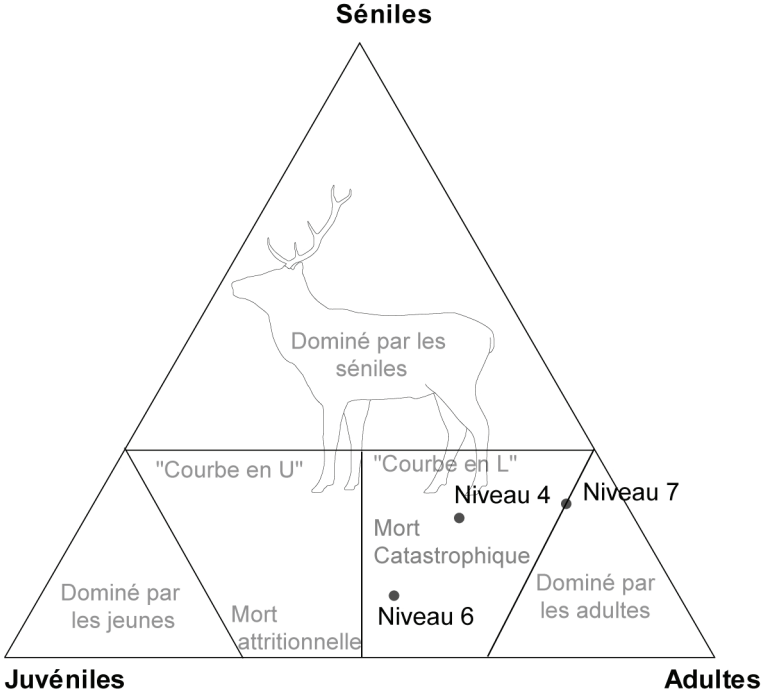


Figure 46 : Pech-de-l'Azé I – Représentation de la population de Cerf chassée.

Pour le **niveau 4**, l'ensemble des classes d'âge est représenté : immatures (NMI=5), adultes (NMI=10) et séniles (NMI=4) sont identifiés par leurs restes osseux ou dentaires (Figure 46). Ces résultats évoquent une courbe de type catastrophique, autrement dit, une image de la population vivante (*e. g.* : Stiner, 1994 ; Costamagno, 1999 ; Steele, 2002, 2003, 2004). Cela suggère soit un abattage aléatoire (ou sans sélection) dans la population de Cerf soit un abattage catastrophique.

La présence d'os de fœtus identifiés lors de l'étude des tamis et attribués au Cerf élaphe est à signaler (Figure 47).

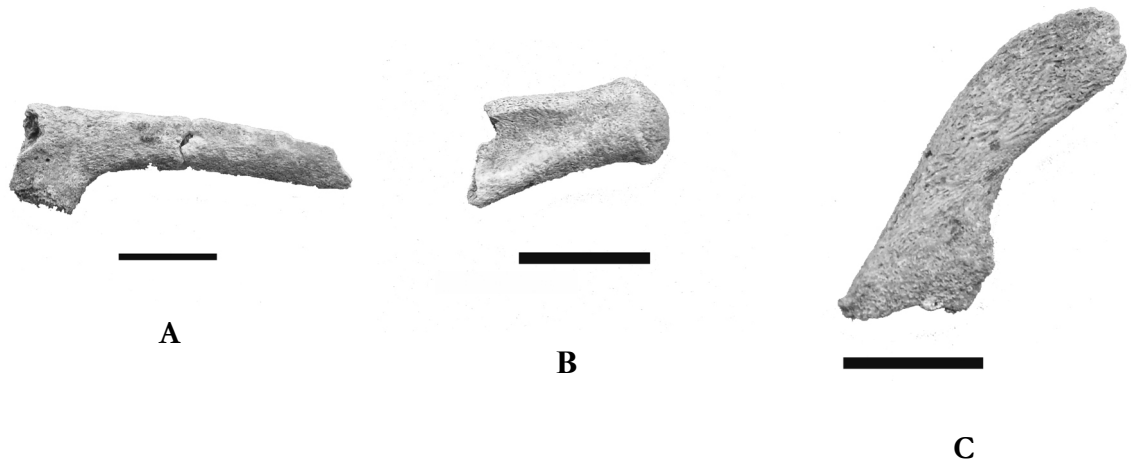


Figure 47 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Exemple d'os de fœtus identifiés dans les refus de tamis et attribués au Cerf. La barre noire représente 1cm. A :I14-19-T8 : côte ; B : G8-239-T1 : scapula droite ; C : H8-62-T1 : processus coronoïde de la mandibule

Pour le **niveau 6**, quatre jeunes, cinq adultes et un séniles constitue la population chassée. Si on se réfère à la Figure 46, cet assemblage résulterait d'une mortalité de type catastrophique. Il est possible de proposer un abattage sans sélection.

Pour le **niveau 7**, les individus abattus sont des jeunes adultes (1), des adultes (11) et un sénile. Ce type de profil correspondrait à un abattage centré sur les adultes (Figure 46).

Enfin notons que la conservation différentielle, précédemment évoquée, peut avoir eu un impact non négligeable. Les dents déciduales étant les plus fragiles (Guadelli et Ozouf, 1994), il est possible que leur contribution soit sous-évaluée.

III-8-c Données saisonnières

Dans certains cas, quand l'âge au décès est suffisamment précis et que la période de naissance du taxon concerné est connue, il est possible de proposer une saison de mort sur la base des séquences d'éruption dentaires (*e. g. :* Reher et Frison, 1980 ; Bouchud, 1954a, 1954b ; Varin, 1980 ; Lowe, 1969). Plusieurs marqueurs osseux et dentaires ont été recherchés.

Niveau 4

L'identification de plusieurs restes de fœtus de Cerf, (dont l'âge exact reste à définir) témoigne de l'abattage d'au moins une femelle gravide pendant la mauvaise saison.

Niveau 6

Dans ce niveau, des données osseuses et dentaires ont permis une approche de la saison de mort des individus (Rendu, 2002).

Une première incisive droite de Cerf ne présentant aucune marque d'usure a été retrouvée (Rendu, 2002, 2006a). L'absence d'usure atteste de la non fonctionnalité de la dent au moment de la mort, cette dernière était donc en cours d'éruption. La comparaison avec les référentiels concernant les âges de sortie et de mise en occlusion des dents de Cerf (Baumann, 1949 ; Lowe, 1967 ; Varin 1980) permet de proposer un âge au décès de 15 à 17 mois. Considérant que la majorité des naissances se déroulent entre mai et juin (Varin, 1980) et, en supposant que cette période de naissance soit rester la même au cours du temps, nous pouvons proposer une période de mort entre les mois de juillet et octobre (en faisant abstraction des différents biais liés aux variations de la période de naissance et des séquences d'éruption dentaire). Cette période correspond, selon notre méthode, au milieu de la bonne saison et à la fin de celle-ci.

L'étude du rocher F10 472 de Bison a conduit J.-L. Guadelli (*in* Rendu, 2002) à lui attribuer un « âge équivalent *Bos* » de moins de 2 mois. En supposant que ces deux genres ont la même séquence de croissance, ce Bison aurait été abattu au milieu de la bonne saison. Cependant, les incertitudes liées à la période de naissance et la variabilité de maturation osseuse et dentaire chez les Bovinés, rendent particulièrement douteuses les estimations saisonnières (Walde, 2006).

Niveau 7

Une seule information saisonnière est disponible pour le Cerf du niveau 7. Une troisième molaire supérieure (F10-106) en cours d'éruption (c'est à dire sans marque d'usure) a été identifiée (Rendu, 2002). Elle appartiendrait à un individu d'environ 26 à 29 mois. L'animal aurait donc été abattu en milieu ou fin de bonne saison. Cette attribution est à prendre avec précaution du fait de la forte variabilité d'éruption de cette dent.

Trois restes, identifiés dans le tamis, sont attribuables à un Boviné de quelques semaines. Il s'agit d'un fragment de talus, d'un grand sésamoïde et d'une première phalange complète. Si on faisait abstraction de la variabilité au sein des naissances de Bison (Walde, 2006), on peut établir que l'animal est mort en milieu ou fin de bonne saison.

III-8-d Sex-ratio

Les extrémités osseuses complètes sont trop rares pour permettre une estimation du sex-ratio (*e. g.* : Klein et Cruz-Uribe, 1984a). Seuls les restes de *Cervus elaphus* apporte des informations concernant le sexe des animaux abattus. Ces données, acquises par l'examen de l'ensemble des collections en notre possession, restent avant tout qualitatives.

Niveau 4 : Armand et collaborateurs (2001) ont mis en évidence la présence de craches appartenant à deux femelles. La reprise du matériel dentaire nous a permis d'identifier une troisième crache. Celle-ci a été attribuée à un mâle suivant la méthode de F. D'Errico et M. Vanhaeren (2002).

La collection Soressi a livré une grande variété de vestiges porteurs d'informations sexuelles. Une crache de Cerf mâle (G8-620) a été identifiée et de nombreux fragments de bois (sans qu'il soit possible de savoir à combien d'individus ils appartiennent) ont été reconnus. Pour finir, cinq restes de fœtus attribués au Cerf attestent de la présence de femelles gravides dans la population chassée.

L'ensemble de ces restes (bois, fœtus) a été retrouvé dans le tamis, expliquant pourquoi ils n'ont pas été identifiés d'après le matériel issu des fouilles anciennes qui étaient effectuées sans tamisage.

Niveau 6 : Seules les fouilles Bordes 1970-71 apportent des informations. Quatre craches de Cerf appartenant à quatre individus différents ont pu être attribués à des femelles (Rendu, 2002). Aucune preuve de la présence de mâle n'a pu être mise en évidence.

Niveau 7 : Au sein des collections Bordes, nous avons identifié deux craches de mâles. L'étude des refus de tamis de la collection Soressi a montré la présence de fragment de bois appartenant à ce grand Cervidé. Enfin, un fragment de frontal portant son pivot et la base d'un bois (J11-72) a été retrouvé. Nous pouvons donc affirmer que les mâles ont été exploités pendant la mise en place du niveau 7.

III-9 Synthèse sur l'étude des vestiges osseux

III-9-a Aspect paléoenvironnemental

Quel que soit le niveau considéré, le Cerf domine toujours l'assemblage en nombre de restes, suivi du Bison. Chevreuil, Renne, Sanglier et les deux Chevaux complètent le spectre faunique de la grande faune. L'Aurochs n'a pour le moment été identifié que dans la collection Bordes 1970-71. L'utilisation des groupes d'Ongulés (Delpech *et al.*, 1983) atteste d'un paysage forestier régulièrement entrecoupé par de larges prairies et suggère une phase tempérée du stade 3. L'étude de V. Laroulandie présentée ci-dessus et la présence du Hérisson (Collection Soressi) et du Castor (Collection Bordes 1970-71) confirment cette interprétation dans le spectre faunique. La présence de ce dernier taxon dans le niveau 7 laisse à penser qu'il existait alors une zone inondée, marécageuse, dans les abords proches du site.

III-9-b Spectres de chasse

Les spectres de chasse montrent une évolution de la base au sommet. En effet, Si le Cerf est le gibier prépondérant des Néandertaliens, le Bison prend une place plus importante dans le niveau 7.

L'étude des comportements de subsistance s'est concentrée sur ces deux taxons.

III-9-c Le transport des carcasses

L'étude de la représentation différentielle des éléments squelettiques nous a permis de proposer un transport préférentiel des membres du Bison au sein du niveau 4 et probablement du Cerf du niveau 7.

III-9-d Exploitation des carcasses

	Niveau 4	Niveau 6 (Bordes 70-71)	Niveau 7
Impact anthropique	32,0%	25%	35,0%
Stries	**18,0%**	**21%**	**29%**
Traces de Percussion	11,5%	2%	9%
Os Brûlés	**10,9%**	**2%**	**2,4%**

Tableau 27 : Pech-de-l'Azé I – Synthèse de l'impact anthropique sur l'assemblage à partir des collections Soressi pour les niveaux 4 et 7. Les données sur le niveau 6 proviennent des collections Bordes 70 – 71 (Rendu, 2002) et ne sont données ici qu'a but informatif. Les traces de percussion regroupent les encoches de percussion et les eclats osseux. Concernant les stries de découpe, nous avons utilisées les données qui prennent en considération l'état d'altération des surfaces corticales (Tableau 18).

D'importantes différences existent quant à l'exploitation des carcasses même si le faible nombre de restes ne nous permet pas d'en expliquer les raisons (Tableau 27). Il existe une sous-représentation des stries de découpe au sein du niveau 4 hautement significative (χ^2 =19.263 ; p<0,001). À l'inverse, les os brûlés sont plus abondants dans cet ensemble que dans le niveau 7, cette différence est très hautement significative (χ^2 = 26.315 ; p<0,001).

Pour l'ensemble des niveaux, des activités de dépouillement, de démembrement et de décarnisation semblent avoir été menées.

Les nombreux éclats de percussion vont aussi dans le sens d'une fracturation des os longs sur le site en vue de récupérer la moelle. Au sein du niveau 4 , il est possible que cette fracturation ait eu pour but, en plus de récupérer la moelle, d'isoler les parties spongieuses riches en graisse pour en alimenter les foyers.

III-10 Conclusion

L'étude archéozoologique du Pech-de-l'Azé I dégage des résultats très intéressants quant aux stratégies de prédation et d'exploitation des carcasses développées par les Moustériens. Non seulement on assiste à des changements dans l'exploitation des carcasses, mais surtout il existe un changement important dans la sélection des groupes de Cerf chassés.

Cependant les biais résultant de l'échantillonnage des deux collections (ramassage sélectif pour celle de Bordes et fouille limitée en extension et en nombre de vestiges pour la collection Soressi) limitent la portées des interprétations.

IV Cémentochronologie

IV-1 Problématique

Les problématiques de l'étude saisonnière s'articulent autour de trois axes principaux :

- Archéozoologique
- Contrôle des résultats précédents
- Réflexion sur la fonction du site

IV-1-a Archéozoologie

L'étude archéozoologique précédemment entreprise a mis en évidence des résultats intéressants quant à la sélection des proies. Cependant, elle s'est très vite trouvée limitée en raison des caractéristiques des deux stocks fauniques analysés :

- pour la collection Bordes 1970-71, l'analyse est biaisée en raison des méthodes de fouille aujourd'hui obsolètes ;
- la collection Soressi comporte un trop faible nombre de pièces pour permettre des interprétations poussées (c'est particulièrement vrai pour les niveaux 6 et 7).

L'étude saisonnière devrait nous permettre de dépasser ces biais en nous concentrant sur une partie non biaisée du matériel Bordes (les dents). La cémentochronologie pourrait expliquer peut être les modalités de sélection des proies mises en œuvre par les Moustériens au Pech-de-l'Azé I.

IV-1-b Contrôle des résultats précédents

Les premiers résultats cémentochronologiques ont été proposés par D. Armand et collaborateurs (2001). Ils concernent l'organisation saisonnière des comportements de prédation dans le niveau 4. Cette étude ayant été conduite sans une recherche d'éventuelle(s) modification(s) taphonomique(s) de l'enregistrement saisonnier, nous proposons une réévaluation critique de cette série.

IV-1c Réflexion sur la fonction du site

Les ensembles 4, 6 et 7 se sont déposés dans des contextes chronologiques et environnementaux proches (Rendu, 2002, 2006a et *supra* ; Texier, 2004). Cependant, des différences importantes apparaissent dans l'économie de production lithique et dans les populations animales chassées. A cela, M. Soressi (2002) a proposé l'explication d'un changement de stratégies de mobilité observable dans les sites MTA du Pech-de-l'Azé I, du Moustier, de La Rouquette et de la grotte XVI. D'une stratégie de type logistique (selon les critères de L. R. Binford, 1980 Figure 49), le

moustérien de tradition acheuléenne de type A évoluerait dans le type B en une stratégie de type résidentiel (Soressi, 2002 Figure 48). Les conséquences seraient une plus grande segmentation des activités au sein du territoire au MTA de type B avec, par exemple une réduction du nombre d'entre elle sur chacun des sites considérés. De plus, il y aurait aussi une réduction du temps d'occupation des sites d'habitats dans le MTA de type B.

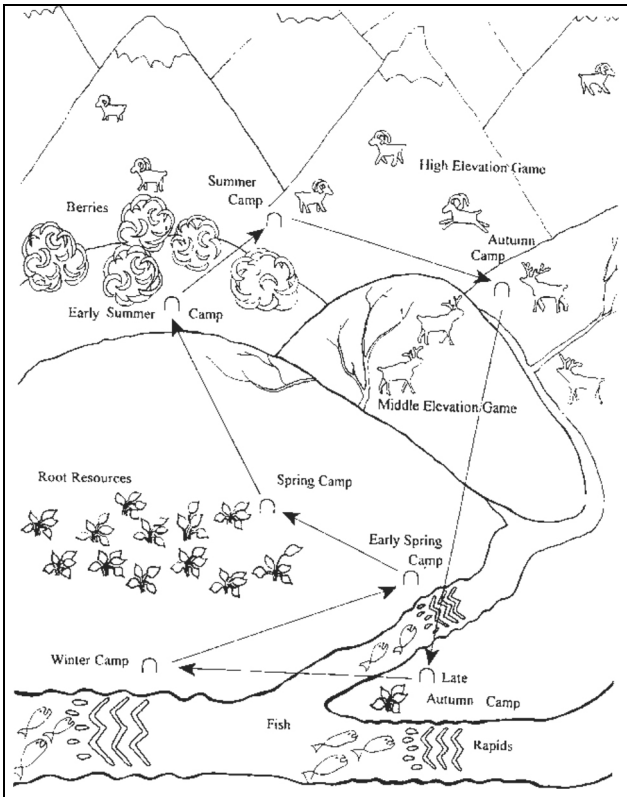


Figure 48 : Pech-de-l'Azé I – mobilité de type résidentiel (Binford, 1980) d'après Andrefsky, 1998 *in* Soressi, 2002, p. 268.

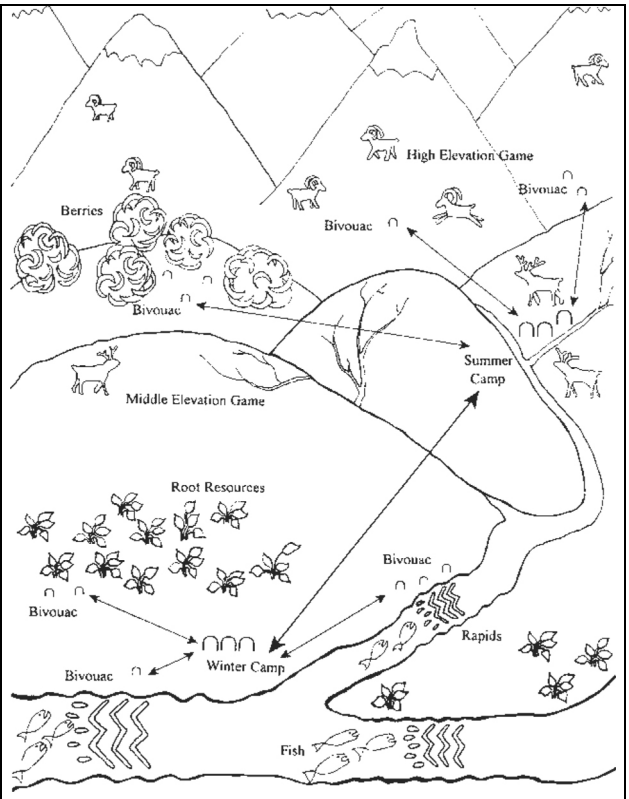


Figure 49 : Pech-de-l'Azé I – mobilité de type logistique (Binford, 1980) d'après Andrefsky, 1998 *in* Soressi, 2002, p. 268.

L'étude de l'organisation annuelle des comportements de prédation sur l'ensemble de la stratigraphie permet de s'interroger sur la validité de ces modèles.

IV-2 Matériel d'étude

IV-2-a Choix des niveaux

À l'exception du niveau 5 dont l'homogénéité semble incertaine, nous avons choisi d'échantillonner l'intégralité des niveaux archéologiques. Les niveaux 4, 6 et 7 ont donc été retenus pour identifier d'éventuels changements dans les stratégies saisonnières de prédation et d'occupation de la cavité.

IV-2-b Choix des taxons

Le spectre faunique des ensembles osseux du gisement de Pech-de-l'Azé I est largement dominé par le Cerf et le Bison. Ces deux taxons pour lesquels l'étude archéozoologique a fourni des résultats, ont été analysés pour la mise en évidence d'une éventuelle complémentarité de saisonnière de ces deux gibiers.

IV-2-c Choix des échantillons

À partir des NMI que nous avons calculés, nous avons prélevé, chaque fois que c'était possible, une dent par individu. Dans le niveau 4, neuf individus complètent l'échantillonnage de D. Armand et collaborateurs (2001). Sept cerfs et trois bisons constituent le matériel du niveau 6. Enfin, pour le niveau 7, neuf cerfs et six bisons ont été prélevés. Au total, c'est donc quarante-six individus qui ont été analysés (Tableau 28). Ainsi, près de 70% du NMI total du gisement (Cerf et Bison confondus) a été retenu pour l'analyse cémentochronologique.

Niveaux	Industrie associée (Bordes 1954-55 Soressi, 2002)		
Niveau 7	MTA type B évolué	9 / 12	6 / 12
Niveau 6	MTA type B	7 / 10	3 / 6
Niveau 4	MTA type A	15 / 19 (9)	6 / 10 (3)

Tableau 28 : Pech-de-l'Azé I - Échantillons retenus pour l'analyse cémentochronologique, en nombre d'individus par rapport au NMI du niveau considéré pour le Cerf et le Bison. Dans le cas du niveau 4, les chiffres entre parenthèses correspondent aux échantillons déjà retenus par Armant et collaborateurs (2001).

IV-3 Test Inter-observateurs

Afin de valider la reproductibilité de nos observations, un test inter-observateur a été réalisé.
Après que nous les ayons observées une première fois, les lames minces réalisées ont été confiées à E. Pubert (PACEA, Université Bordeaux 1, UMR 5199). Celui-ci a mené son étude en aveugles.

V Résultats

Avant de présenter les résultats obtenus sur l'ensemble du matériel de Pech, nous exposons les données issues de la reprise de l'étude du niveau 4 que nous comparons ensuite à celle obtenus par D. Armand et collaborateurs (2001).

V-1 Reprise de l'ancienne série du niveau 4

Dans cette étude, 23 lames minces provenant de 12 dents ont été ré-analysées. Les dents présentent un cément globalement bien lisible, en dépit d'un dépôt noir sur le pourtour extérieur du cément qui a été observé sur un quart de l'assemblage (vraisemblablement lié à un reste de consolidant utilisé lors de la fouille).

Des problèmes diagénétiques ont été identifiés lors de l'analyse. Ils ont eu des conséquences importantes quant au décompte des marqueurs de croissance.

Au total, cinq individus présentent des problèmes de perte de leur structure de collagène et de probable recristallisation (Geusa *et al.*, 1999 ; Stutz, 2002a, 2002b) de l'apatite inclue dans le cément, ce qui a conduit au rejet des données liées à l'âge. Pour trois d'entre eux d'ailleurs, les perturbations de la trame de collagène affectent le dernier dépôt, (un Bison (PAI n. inf. 145) et deux Cerfs (PAI n. inf. 69 et PAI n. inf. 33), la détermination saisonnière s'est avérée impossible.

Ainsi, neuf dents ont répondu favorablement à nos critères et ont autorisé une détermination de la nature et de l'état d'avancement de la dernière bande de croissance (Figure 50 et Tableau 29).

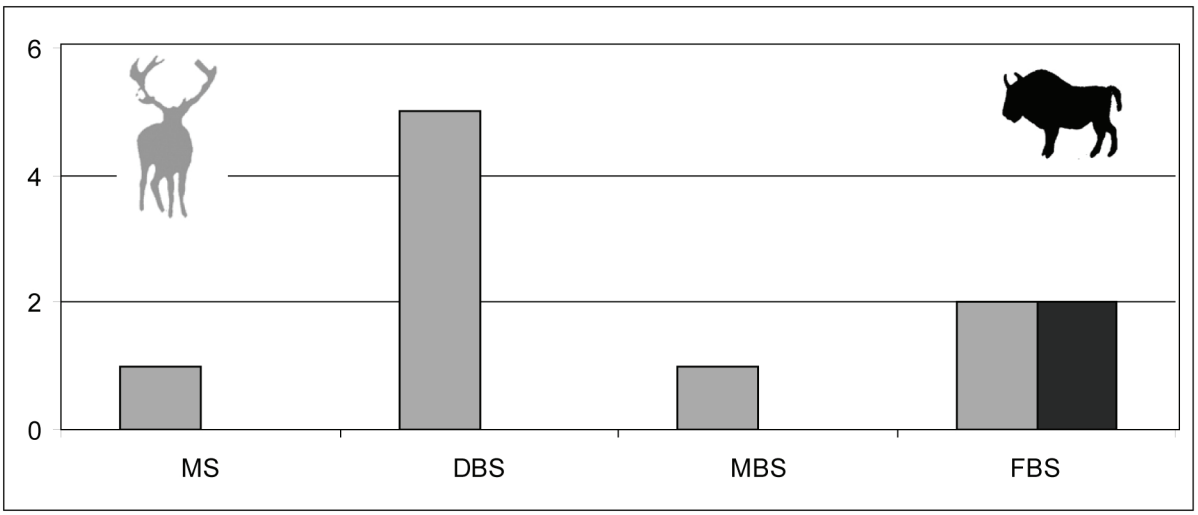


Figure 50: Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Nouveau résultats saisonniers à partir du matériel étudié par Armand *et al* (2001).

Malgré l'exclusion de deux dents de Cerf, le spectre saisonnier de ce dernier n'est que peu modifié par rapport à celui proposé par D. Armand et collaborateurs (Figure 32). Notons d'ailleurs que la dent PAI n. inf. 69 qui présente un cément recristallisé et qui correspond à l'une

des deux dents de Cervidé rejetées dans notre analyse, avait été considérée comme illisible par ces chercheurs.

Les résultats obtenus pour la saisonnalité de prédation du Bison sont, en revanche, très différents de ceux présentés par nos prédécesseurs. Premièrement, l'observation des processus post-dépositionnels nous a conduit à rejeter l'un des trois individus de l'analyse. Deuxièmement, l'étude de la nature et de l'état d'avancement de la croissance du dernier dépôt des deux dents restantes indique clairement un abattage en fin de bonne saison et non en mauvaise saison (Armand *et al.*, 2001). Un dépôt noir est présent entre le bord extérieur du cément et la résine. Sous les conditions d'observation habituelle (lumière polarisée analysée), il est ici difficile de distinguer les limites extérieures du cément, et l'on peut alors confondre ce dépôt noir avec un *annulus*. L'observation des bandes de cément suivant notre protocole, c'est à dire avec insertion de la lame 1/4 d'onde, permet de palier ce problème. Il devient alors facile de distinguer la limite externe du cément et de proposer une estimation saisonnière non biaisée. À la suite de nos résultats, nous avons demandé à E. Pubert de revoir les lames minces considérées en appliquant notre protocole sans connaissance de nos résultats. Il est arrivé aux mêmes conclusions que nous.

V-2 Résultats pour l'ensemble des niveaux

V-2-a Conservation du cément

Sur les 68 individus décomptés (NMI) dans ces trois ensembles stratigraphiques, 46 ont été analysés et 35 ont fourni des résultats d'ordre saisonnier. Les dents présentent un cément peu affecté par les agents météoritiques. Les craquelures et les délitements sont très rares. En revanche, des pertes de la structure de collagène et des recristallisations sont à noter sur certaines dents. Les modifications sont suffisamment poussées pour empêcher d'accéder aux données saisonnières dans près d'1/4 des cas.

Niveau 4

En complément des douze individus initialement étudiés et dont l'analyse a été reprise, six dents de cerfs et trois de bisons ont été échantillonnées et observées. Ces 21 dents ont globalement été épargnées par les agents météoritiques mais ne sont pas exemptes de modifications diagénétiques. Au total, cinq individus présentent un cément trop modifié pour autoriser une estimation saisonnière. Seize dents livrent des résultats relatifs à la saison de mort des individus concernés.

Niveau 6

Les résultats de l'étude cémentochronologique de ce niveau ont déjà fait l'objet d'une publication (Rendu, 2006a). Les dix dents échantillonnées présentent un cément peu affecté par les phénomènes météoritiques. Notons aussi qu'aucune modification diagénétique ne semble avoir

affecté le cément, ainsi l'ensemble du matériel analysé, c'est-à-dire 7 dents de cerfs et 3 de bisons, a été porteur d'informations sur la saison de mort des animaux considérés.

Niveau 7

Ce niveau est celui qui a fourni le matériel le moins bien préservé. Le cément de ces dents, bien qu'une fois encore épargné par la plupart des agents météoritiques, se caractérise par une conservation très moyenne. Les attaques microbiennes de type *focalised* (Geusa *et al.*, 1999) sont visibles sur la majorité des lames minces. Notons aussi que quelques dents présentent une perte de leurs structures en collagène (Stutz, 2002a, 2002b). Ainsi, sur les quinze dents analysées, seules neuf ont fourni des résultats d'ordre saisonnier.

V-2-b Présentation de quelques lames minces

215-niveau 4

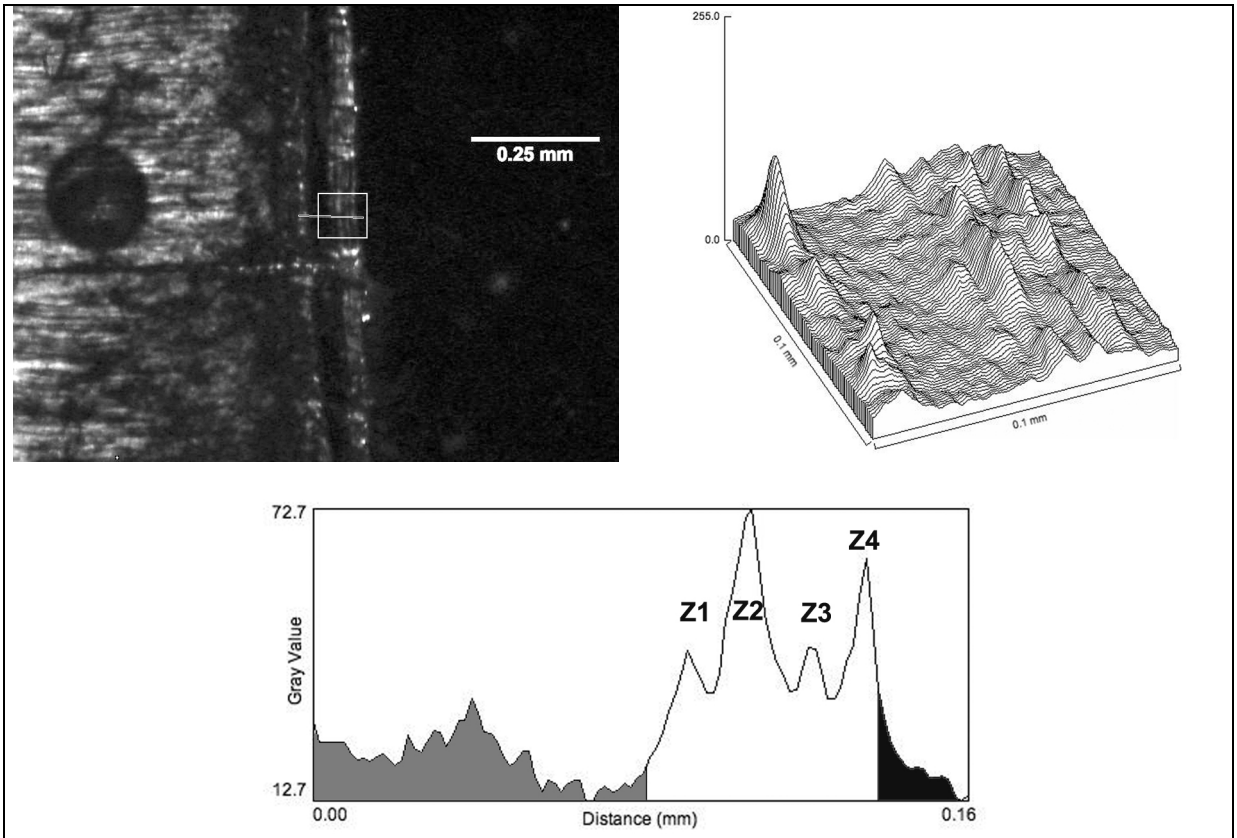


Figure 51 : Pech-de-l'Azé I – 215. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

Cette lame mince provient d'une molaire de Bison. L'observation avec insertion de la lame 1/4 d'onde a permis d'isoler d'importantes plages de remobilisation diagénétique dues, en partie, à une perte de la structure de collagène. Comme ont peut le constater sur la photographie, les tubules de dentine tendent à disparaître dans la partie externe de celle-ci (proche du contact avec le cément). De plus, ce tissu osseux a perdu de ses propriétés optiques et apparaît ici plus sombre. Un léger décollement du cément est observable le long du contact cément / dentine.
L'utilisation de la *pseudo-3D* a été d'une grande aide pour s'assurer de la continuité de l'épaisseur des bandes de céments observées. Comme on le voit sur la photographie ou encore sur le profil, quatre *zones* sont présentes sur la dent. La dernière, dont les dimensions sont équivalentes aux précédentes, clôt l'enregistrement saisonnier.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

229-niveau 4

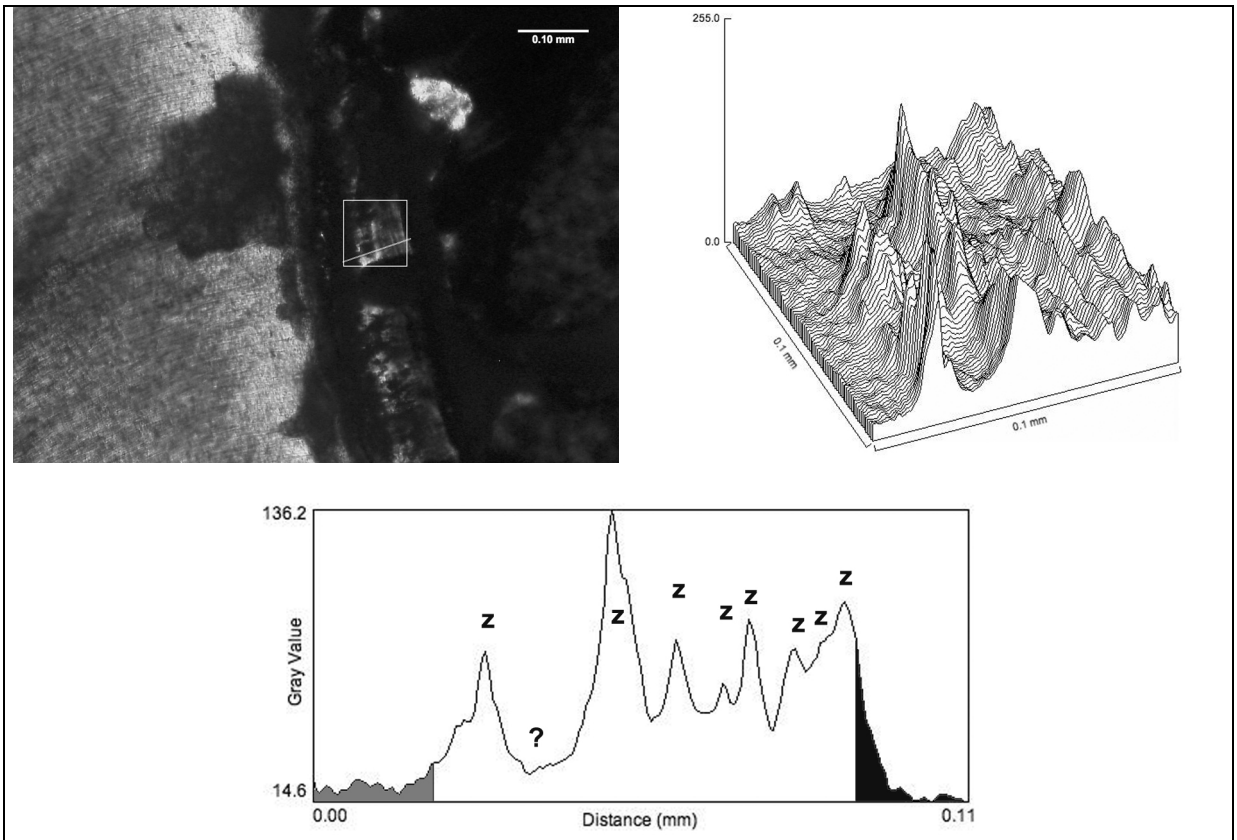


Figure 52 : Pech-de-l'Azé I- Sn4. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine..

Deux lames minces ont été obtenues dans cette jugale de *Bison priscus*. L'observation avec insertion de la lame 1/4 d'onde montre une remobilisation diagénétique modérée des tissus dentaires qui n'a pas eu de conséquence sur la préservation de l'enregistrement saisonnier. Une

importante segmentation transverse du cément est à signaler. La succession d'un grand nombre de couples de bandes est visible sur cette photographie. Le dernier dépôt est une *zone* dont la croissance semble approcher de son terme.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

272 – Niveau 4

Deux lames minces ont été obtenues dans cette première molaire de Cerf. Une usure trop importante de ces lames complique leur lisibilité. Aucune modification post-dépositionnelle majeure n'a été identifiée. Les dépôts saisonniers sont constitués de la succession de trois couples *zones/annuli* et d'une dernière *zone*. L'observation de celle-ci, ainsi que la série de mesures que nous avons réalisées à partir de différents profils, nous permettent de proposer une mort pendant le **milieu de la bonne saison** (MBS).

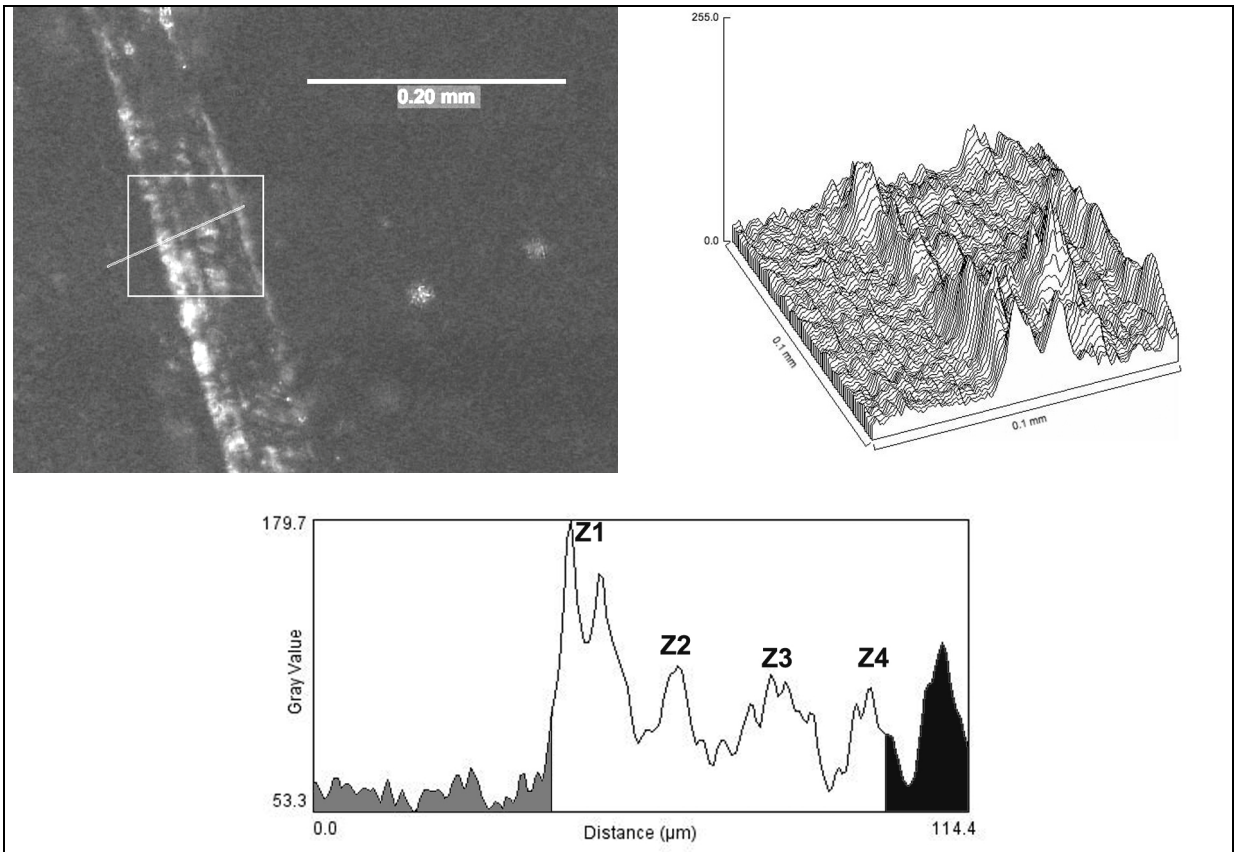


Figure 53 : Pech-de-l'Azé I – 272. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

19 – Niveau 4

Dans cette molaire de Cerf, deux lames minces ont été obtenues. Plusieurs inclusions de minéraux ont été observées au sein des tissus dentaires de cette dent. En outre, une modification de la dentine de type *focalised* (Geusa *et al.*, 1999) est à signaler. Les marqueurs de croissance sont facilement lisibles même si les premiers (les plus internes) ne nous sont pas accessibles à cause de l'attaque microbienne qui les a en partie obscurcis. Le dernier dépôt est une *zone* en cours de croissance comme nous pouvons le voir sur le profil.
Ce Cerf a été chassé au **milieu de la bonne saison** (MBS).

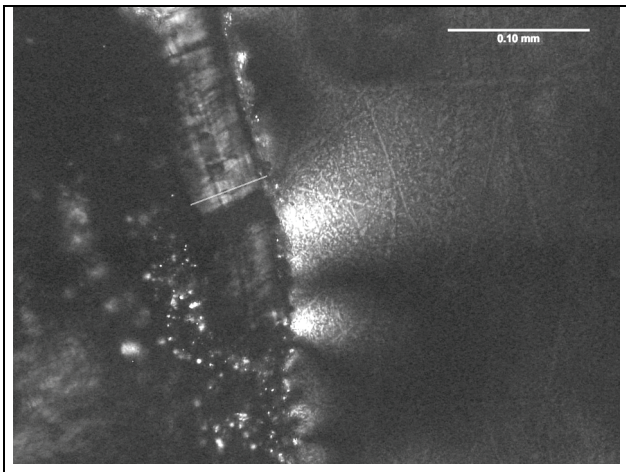
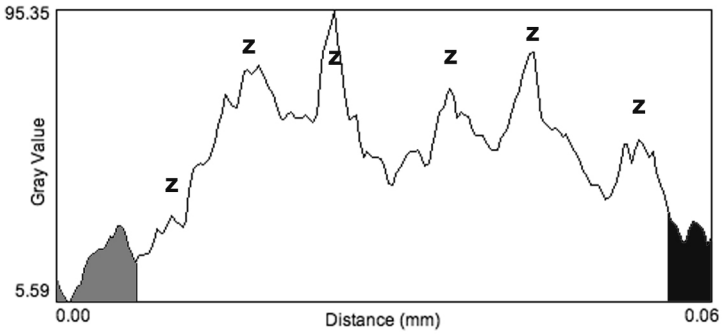
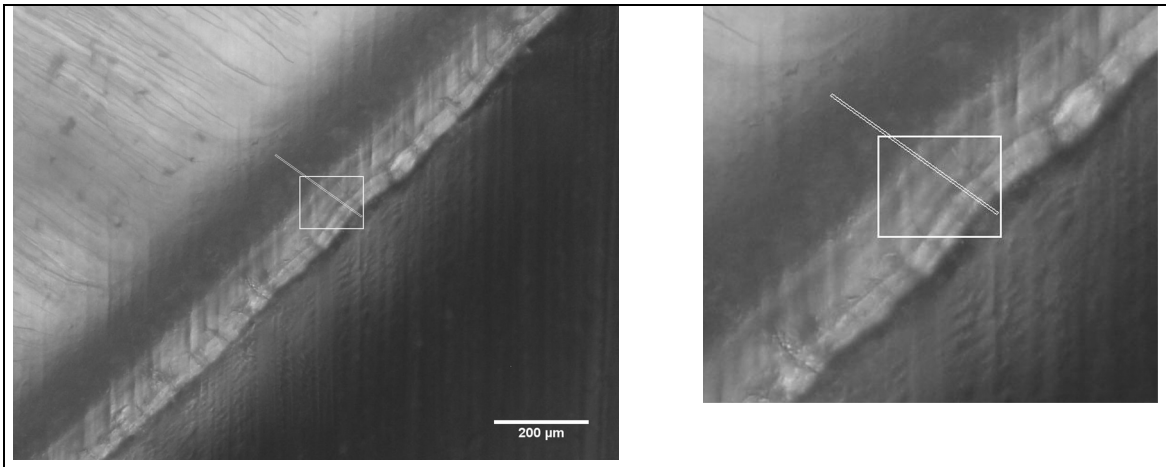


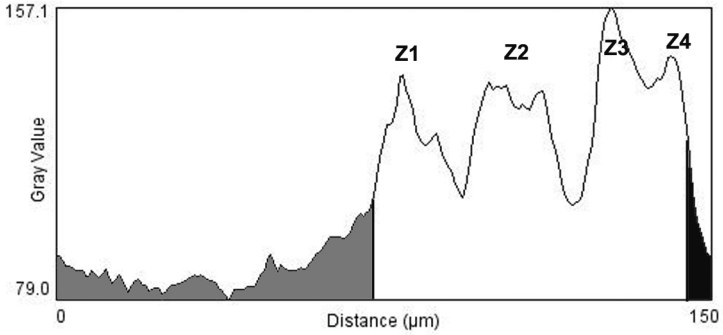
Figure 54 : Pech-de-l'Azé I -19. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.



F11-635-niveau 6

Cette dent de Cerf est l'une des mieux préservées de l'ensemble de la série du Pech-de-l'Azé I. L'ensemble des structures dentaires (tubules de dentines, incréments) sont particulièrement visibles. Les dépôts saisonniers sont constitués de la succession de trois couples *zones/annuli* et d'une dernière *zone*. L'observation de celle-ci, ainsi que la série de mesures que nous avons réalisées à partir de différents profils, nous permettent de proposer une mort pendant le **milieu de la bonne saison** (MBS).





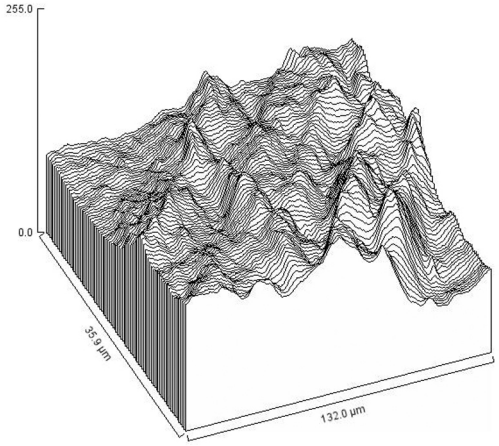
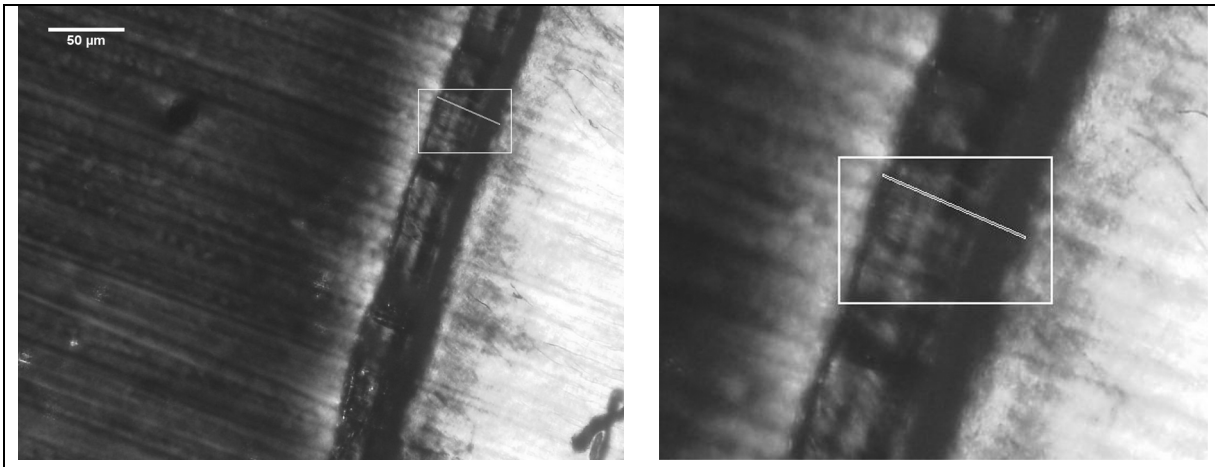


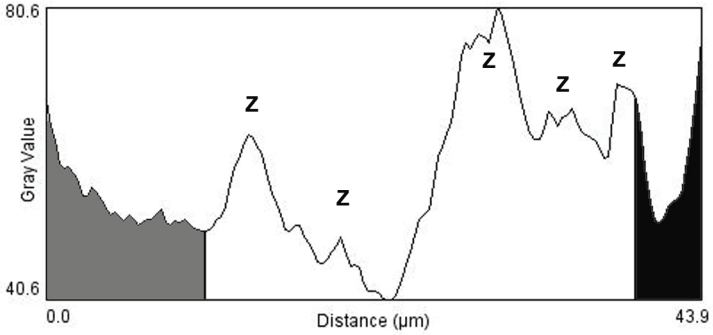
Figure 55 : Pech-de-l'Azé I – F11-635. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

D13-479 niveau 6

Cette molaire de Bison a fourni deux lames minces.

Aucune modification taphonomique n'est à signaler pour cette dent. Les marqueurs de croissance au sein du cément sont facilement identifiables, même si un polissage peut être un peu trop insistant en a estompé les limites. Quatre couples *zones/annuli* peuvent être observés. Une cinquième *zone* difficilement visible et dont la croissance vient de débuter est visible. L'individu auquel appartient cette dent est mort au **début de la bonne saison** (DBS).





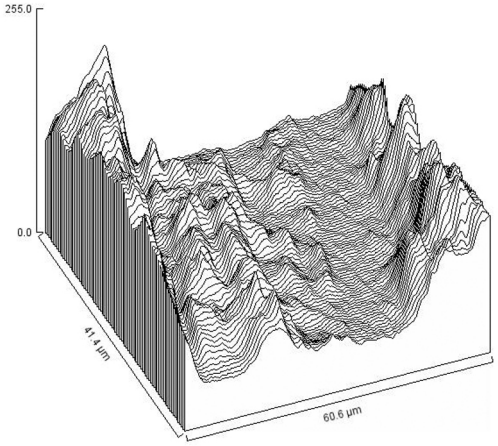
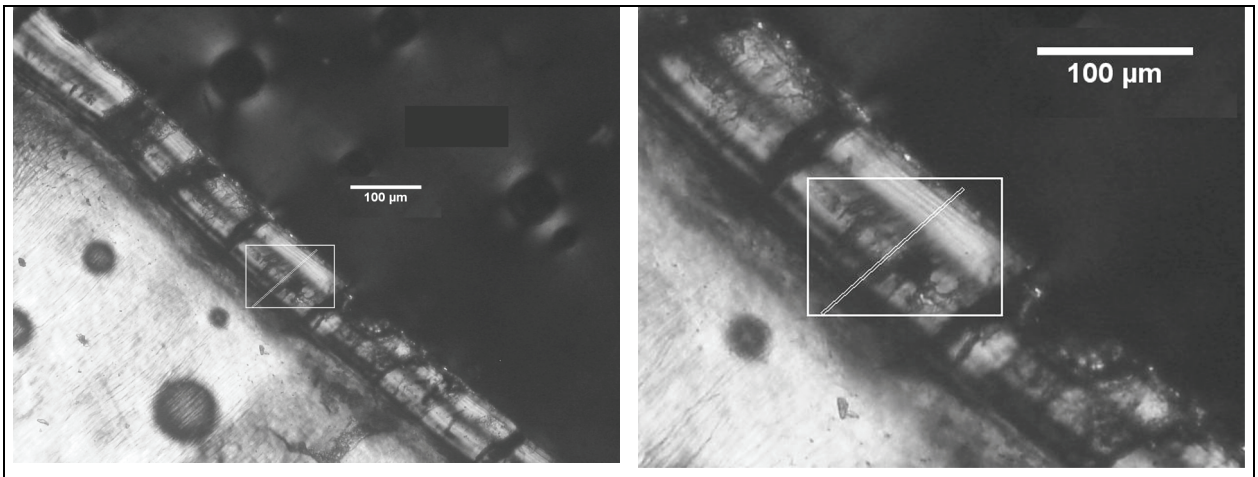
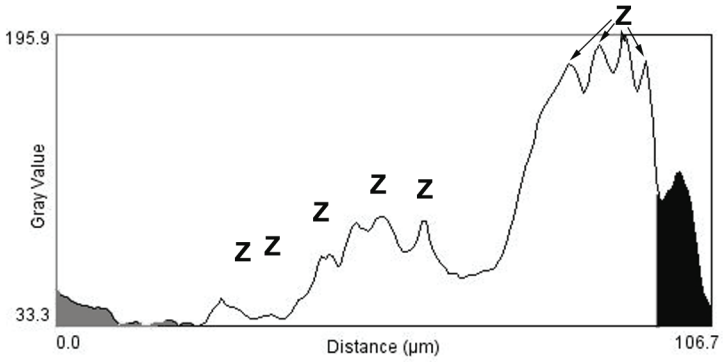


Figure 56 : Pech-de-l'Azé I - D13-479. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

D13-196 –niveau 7





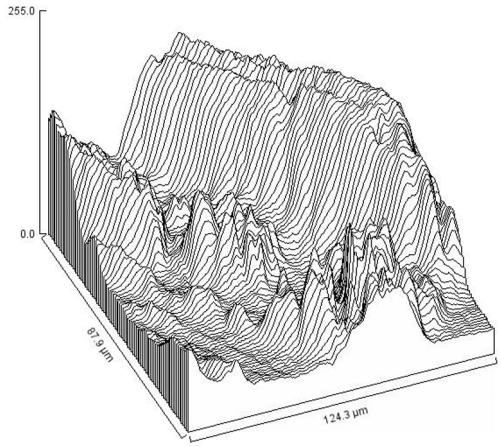


Figure 57 : Pech-de-l'Azé I – D13-196. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

Deux lames ont été réalisées dans cette première molaire inférieure de Cerf. Outre la lyse de collagène décrite dans la partie relative à la méthode (*V-3-c-3 Étude des phénomènes post dépositionnels : exemple d'emploi de la lame 1/4 d'onde*) et que nous ne reproduirons pas à nouveau, il est possible d'observer des attaques locales qui ont endommagé les dépôts saisonniers. Notons aussi une couche brillante qui souligne la limite extérieure du cément. Cette couche a été observée à l'intérieur de fractures de la dent, ainsi que sur une partie de l'émail. Il est probable que ce dépôt corresponde au consolidant utilisé lors de la fouille et identifié sur la dent avant son inclusion.

Les dépôts les plus internes sont particulièrement difficiles à lire à cause de la lyse de collagène. En revanche, la partie externe, mieux conservée, est constituée par la succession de trois couples *zones/annuli* et d'une dernière *zone,* qui semble être dans la seconde moitié de son développement. Bien que la reconstitution en *pseudo-3D* n'apporte rien à notre lecture, l'observation du profil permet de confirmer nos observations.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

F10-12-niveau7

Deux lames ont été réalisées dans cette première molaire de Cerf. La dent, encore en mandibule, a été incluse avec l'os alvéolaire pour éviter qu'une erreur lors de l'extraction (destruction des racines, exfoliation des dépôts saisonniers) n'altère la lecture. Des dépôts minéraux peuvent être observés entre la dent et l'os, dans la moitié droite de la photographie. Bien que le cément soit bien préservé, il a été difficile d'obtenir une photographie de qualité sur cette dent. Deux couples *zones/annuli* sont complétés par une troisième *zone* dont la croissance était presque achevée lors de la mort de l'animal. L'analyse de surface permet de suivre facilement l'extension de ces dépôts.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

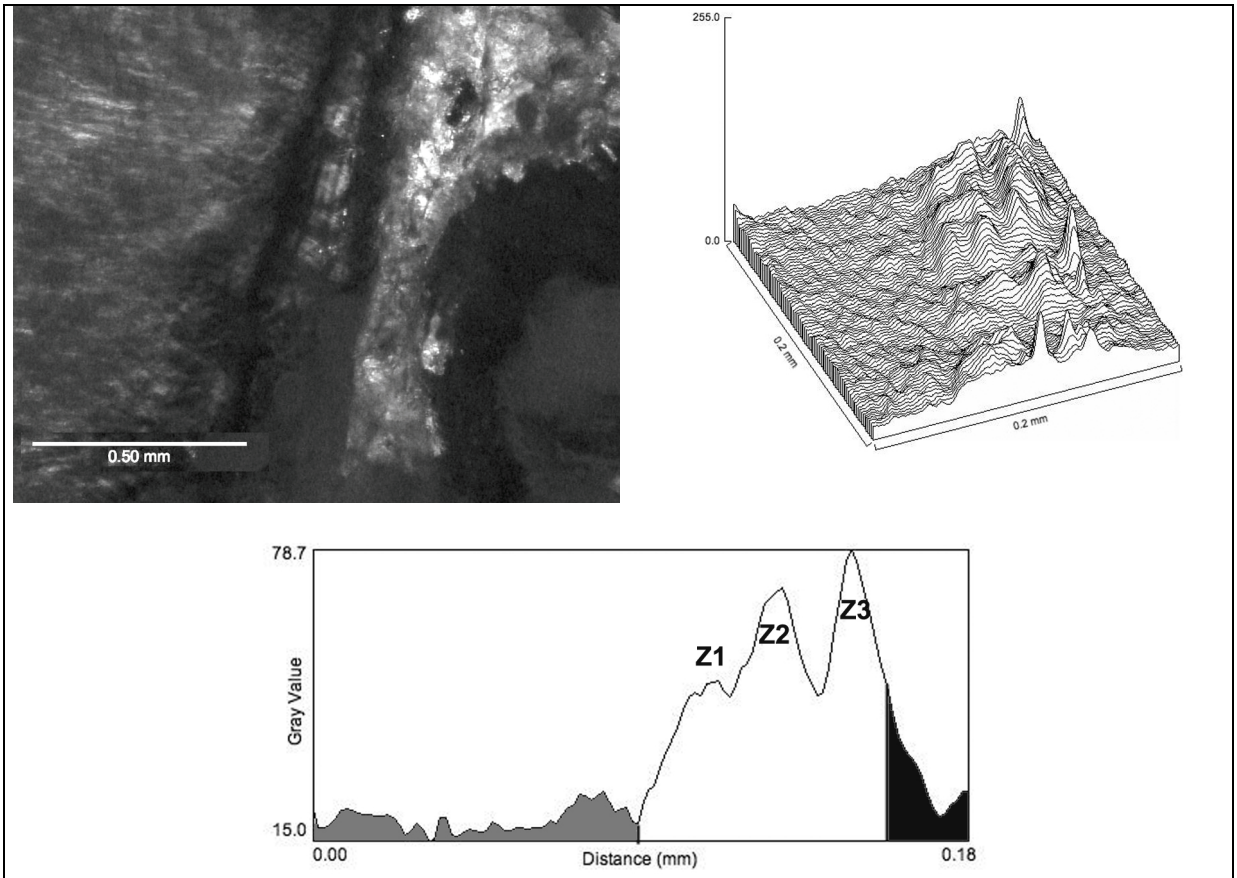


Figure 58 : Pech-de-l'Azé I – F10-12. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

G7-20 Niveau 7

Cette dent est une première molaire de *Cervus elaphus*. La modification post-dépositionnelle principale à signaler est une importante inclusion de substance noire (peut être du manganèse) au sein des tissus dentaires. Celle-ci gêne l'observation des tubules de dentines et altère, localement, l'observation du cément. Deux couples *zones/annuli* sont visibles. Une troisième *zone* dont les dimensions sont proches des dépôts précédents, comme nous pouvons le voir sur le profil, constitue la dernière structure saisonnière. L'analyse de surface permet de suivre facilement l'extension de ces dépôts et valide la réalité de ces structures.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

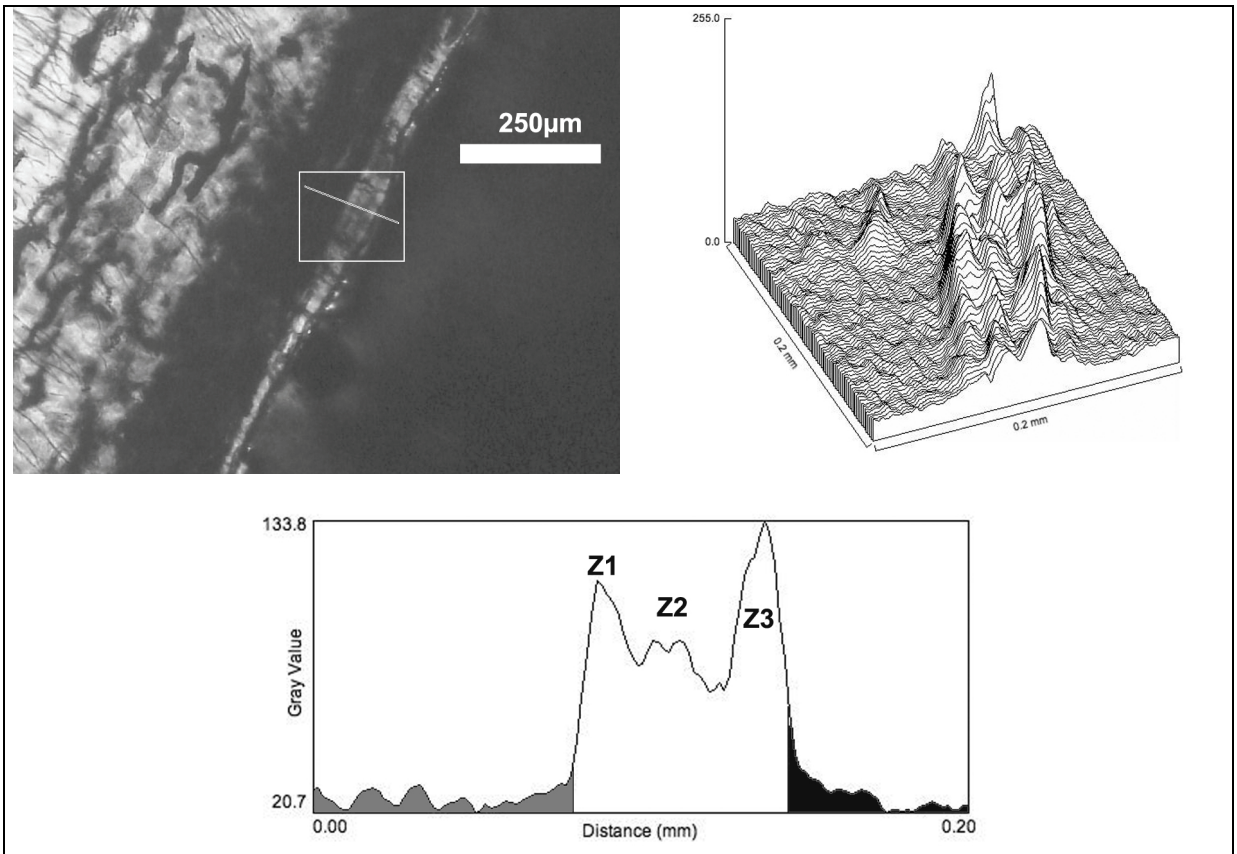
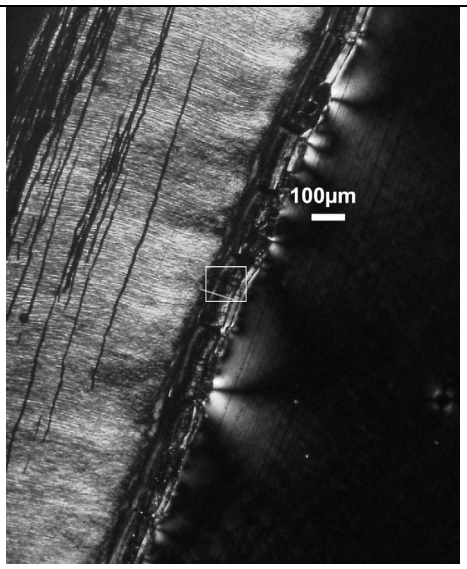


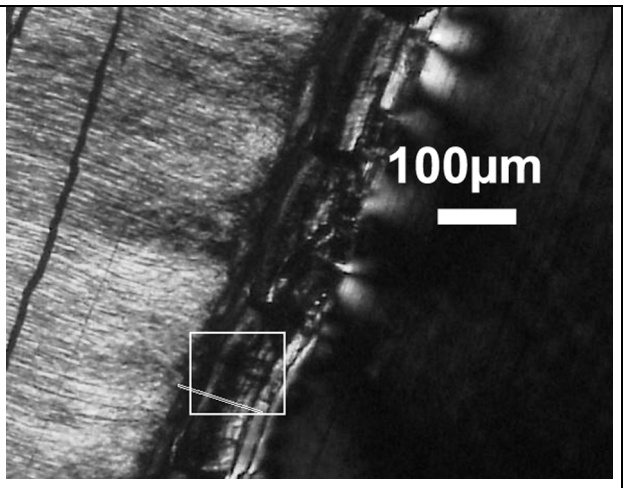
Figure 59 : Pech-de-l'Azé I – G7-20. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

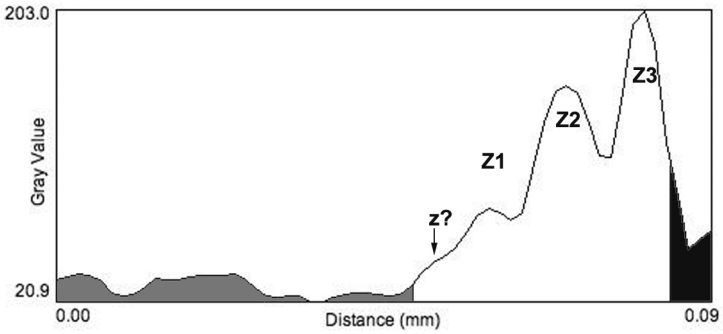
F8-90 Niveau 7

D'importantes inclusions d'une substance noire (manganèse ?) peuvent être observées au sein de la dentine et du cément de cette dent de Bison. Elles ont une orientation longitudinale et semblent être plus fréquentes dans la partie interne de la dent (à gauche sur la photographie).

Cependant, c'est surtout la présence de fracturations transverses et longitudinales du cément (de l'extérieur vers l'intérieur) qui a une incidence sur la lecture, masquant la nature des dépôts internes.







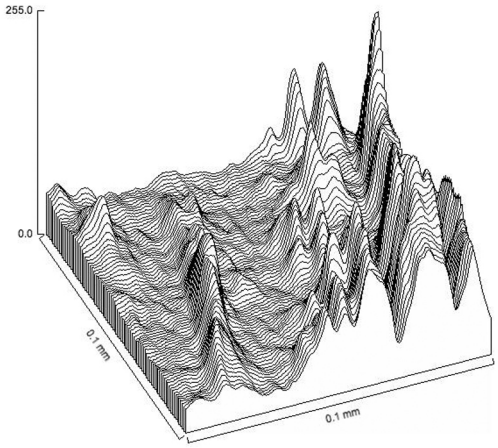


Figure 60 : Pech-de-l'Azé I - F8-90. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

En plus de ces altérations post-dépositionnelles, un problème relatif à la réalisation de la lame mince complique encore son observation. Un retrait de la résine (qui se produit lorsque celle-ci prend trop vite, notamment parce qu'elle a été chauffée) a eu pour conséquence de créer un « *vide* » entre celle-ci et la dent. Ce *vide* se caractérise par une importante luminescence. Il se

distingue d'une *zone* par sa plus grande épaisseur, des teintes de *réfringence* différentes. Enfin, il est très facile de l'isoler grâce à l'emploi de la lame 1/4 d'onde.
L'enregistrement saisonnier lisible est constitué de deux couples *zones/annuli,* complétés par une troisième *zone* dont la croissance était presque achevée lors de la mort de l'animal. Sur le profil, nous avons cru identifier une zone précédente, positionnée par le point d'interrogation.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

F8-72 Niveau 7

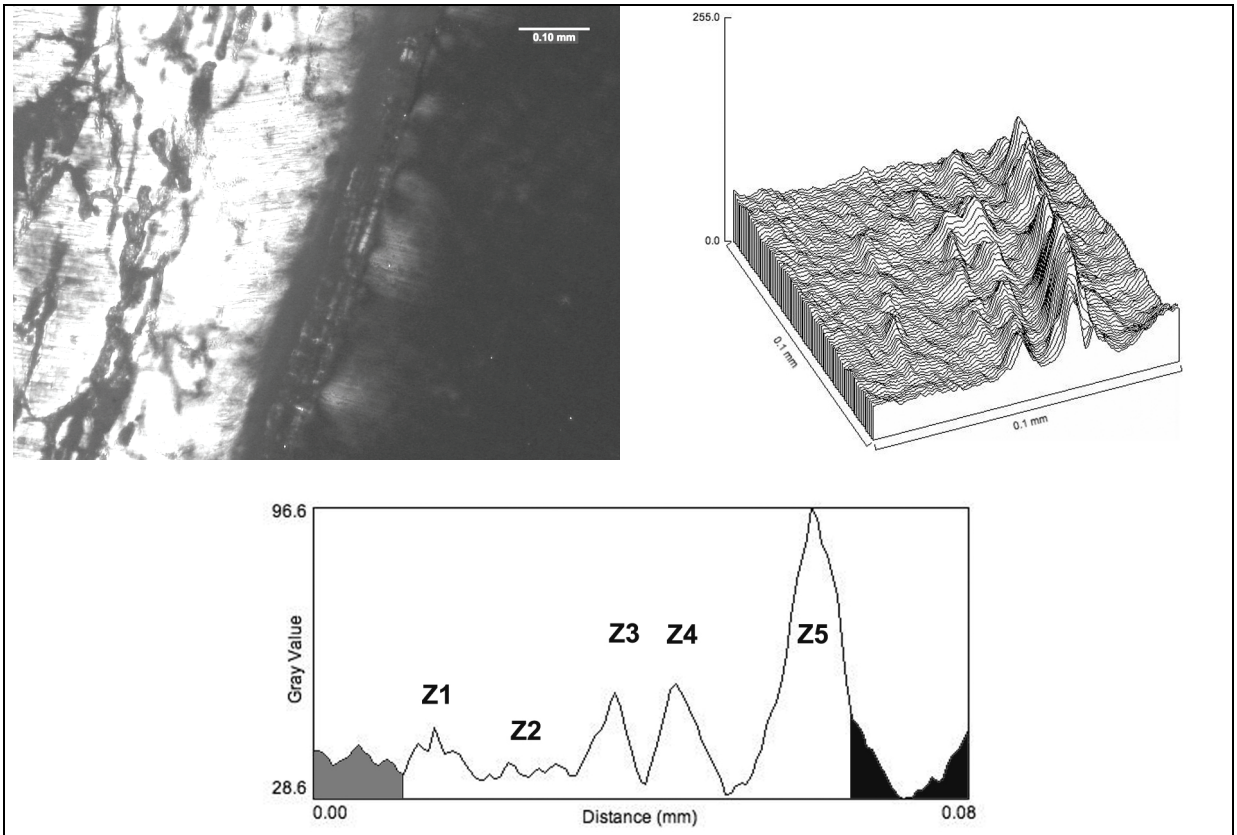


Figure 61 : Pech-de-l'Azé I - F8-72. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

Deux lames minces ont été obtenues dans cette molaire de *Bison priscus*. L'observation avec insertion de la lame 1/4 d'onde montre une perte de la structure de collagène de cette dent. De même, il est possible d'observer des modifications de type *focalised* (Geusa *et al.*, 1999) dans le cément et la dentine. Quatre couples *zones/annuli* complétés par une cinquième *zone* constituent l'enregistrement saisonnier. Nous pouvons noter que les deux premiers dépôts à croissance rapide sont beaucoup moins lumineux que les suivants. Ainsi les « pics » les représentant sur le profil, apparaissent-ils moins marqués.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

G11 - 7W1-niveau7 (dent ayant perdu son marquage)

Deux lames minces ont été obtenues dans cette dent de Cerf élaphe. La limite extérieure du cément est marquée par une ligne brillante, sans doute est-ce le consolidant utilisé lors de la fouille et identifié sur la dent avant son inclusion. La seule modification taphonomique conséquente est une altération microbactérienne de type *focalised* (Geusa *et al.*, 1999). Nous n'avons pas pu observer l'ensemble des bandes de cément simultanément. Nous avons donc choisi de réaliser le profil au sein d'une région où les dépôts les plus externes, ceux qui nous intéressent, sont visibles. Ainsi, dans la partie du profil concernant les dépôts internes (région marquée par un point d'interrogation), il n'est pas possible d'identifier avec certitude la succession de marqueurs saisonniers. Les flèches positionnent des *zones* que nous pensons avoir identifiées sur le profil, mais, n'ayant pu les reconnaître sur la photographie, nous ne pouvons être catégoriques quant à leur réalité. En revanche la partie externe, celle qui nous intéresse, et bien préservée ici. Les dépôts saisonniers sont constitués de la succession de trois couples *zones/annuli* et d'une dernière *zone* qui est dans la seconde moitié de son développement.
L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).

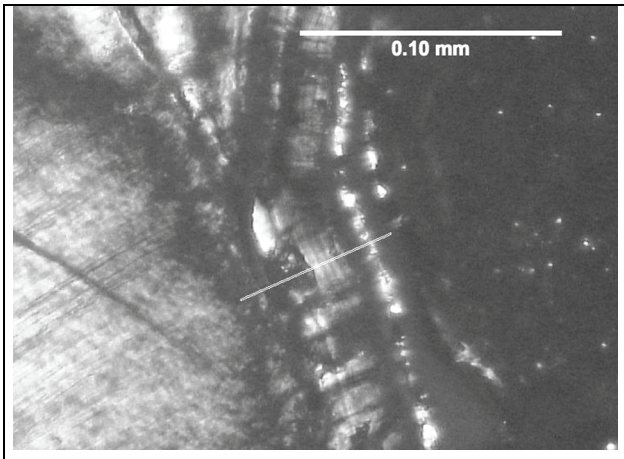
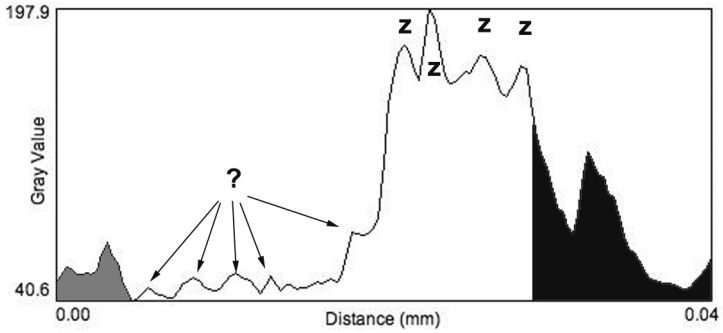


Figure 62 : Pech-de-l'Azé I – 7W1. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un trait marque la localisation du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

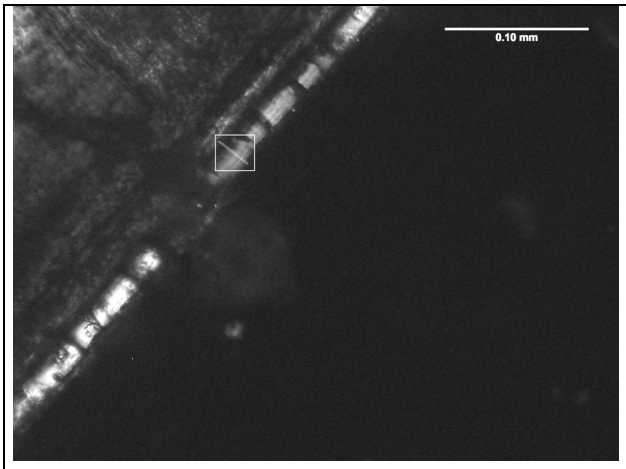


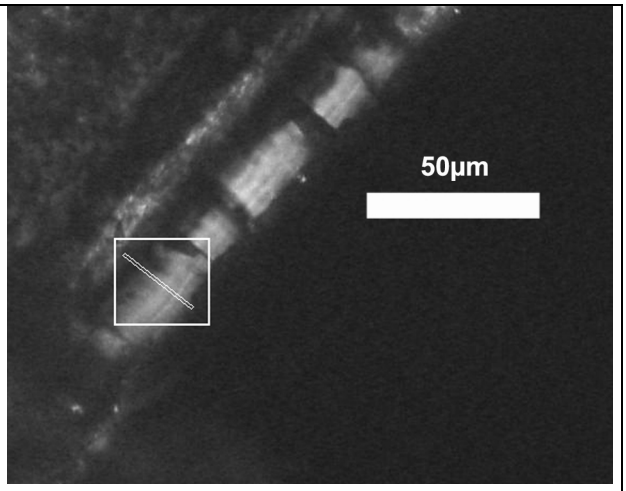
G10-153 Niveau 7

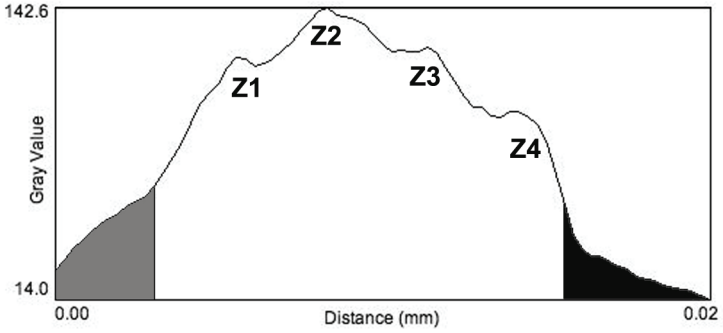
Cette lame mince provient d'une dent de Cerf. Aucune modification taphonomique majeure (si ce n'est une fracturation transverse des dépôts saisonniers) n'est à déplorer. On peut observer la

succession de trois couples *zones/annuli* et d'une dernière *zone,* qui semble être dans la seconde moitié de son développement. L'analyse en *pseudo-3D* permet ici de s'assurer de la continuité de l'épaisseur des bandes de cément observées.

L'individu est mort à la **fin de la bonne saison** (FBS).







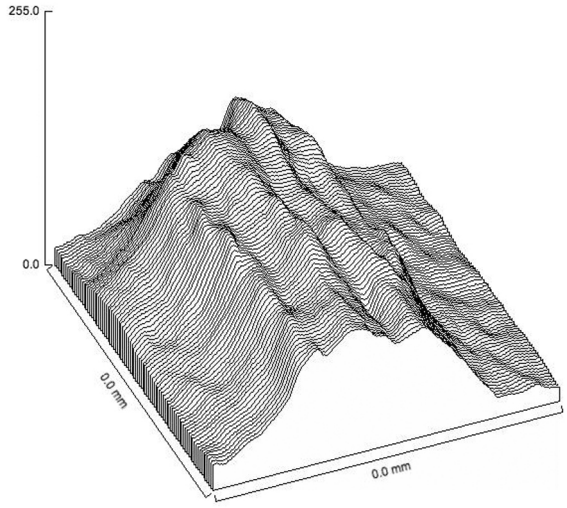


Figure 63 : Pech-de-l'Azé I – G10-153. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

V-2-c Saison d'abattage du Cerf et du Bison

Les résultats saisonniers sont discutés par niveau

Niveau 4 (Tableau 29)

Niveau	Analyse	TAXON	Numéro d'inventaire	Rang de la dent	Armand *et al.*, 2001	W. Rendu
Niveau 4	Premier échantillon		272	M1 inf.	DBS	DBS
			33	M1 inf.	**DBS**	**illisible**
			C14 378	M1 inf.	DBS	DBS
			F10-1287	M1 inf.	DBS	DBS
			216	M1 inf.	FMS	MS
			86	M1 inf.	DBS	DBS
			15	M1 inf.	MBS	MBS
			69	M1 inf.	illisible	illisible
			214	M1 inf.	DBS	DBS
			100	M1 sup.	**DMS**	**illisible**
			145	M1 sup.	**FMS**	**FBS**
			263	M1 sup.	**FMS**	**FBS**
	Deuxième échantillon		19	M2 inf.		MBS
			271	M1 inf.		MBS
			215	M2 inf.		FBS
			38	P4 inf.		FBS
			358	M1 inf.		FBS
			14	M3 inf.		DBS
			E11-773	M1 inf.		illisible
			276	M2 inf.		illisible
			229*	M2 inf.		FBS

Tableau 29 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4 : Résultats de l'étude cémentochronologique. Les différences entre les analystes sont en gras. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule.

Pour le Bison, 3 dents nous permettent de proposer une mort à la fin de la Bonne Saison. Le Cerf, quant à lui, semble avoir été chassé toute l'année. Un « pic » d'abattage apparaît en début de bonne saison, mais celui-ci ne diffère que de trois individus par rapport aux saisons suivantes et est, par conséquent, difficile à interpréter. Les cerfs rajoutés à l'étude ont complètement modifié le précédent spectre saisonnier. Non seulement une nouvelle saison s'est dégagée, mais l'importance relative du « pic » en début de bonne saison a fortement diminué pour désormais n'être qu'un possible aléa de l'échantillonnage (Figure 64).

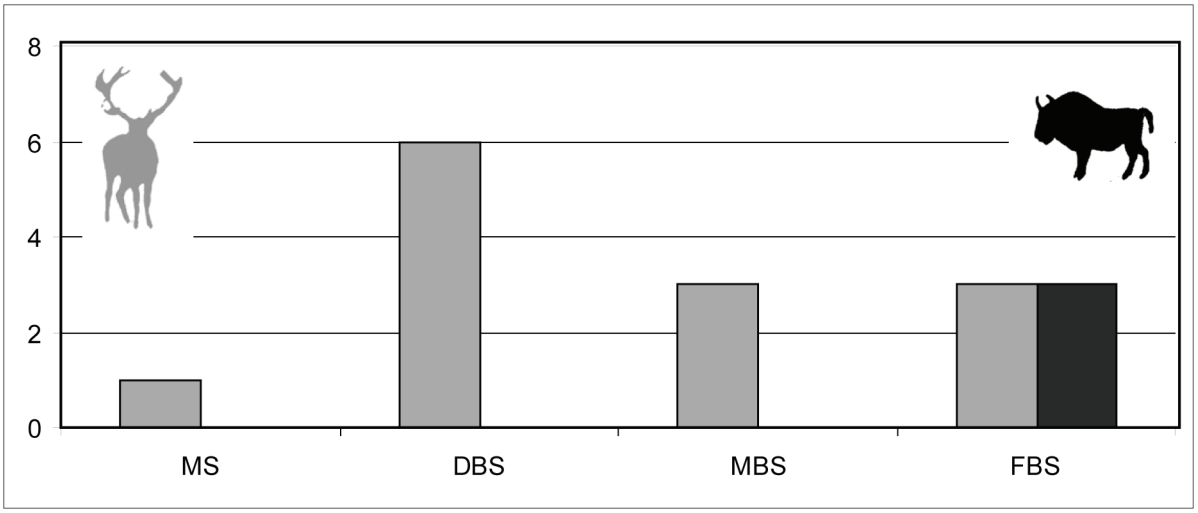


Figure 64 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Représentation graphique des résultats de l'étude saisonnière.

Niveau 6 (Tableau 30)

Niveau	TAXON	Numéro d'inventaire	Rang de la dent	Analyste W. Rendu	Analyste E. Pubert
Niveau 6		**F11- 922**	M1 inf.*	DBS	DBS
		F11- 858	M3 inf.	MBS	MBS
		G9- 191	M2 inf.*	MBS	DBS/MBS
		F10- 635	M2 inf.*	MBS	MBS
		F7-211	M1/2 inf.	DBS	DBS
		G10- 171	M1 inf.*	MBS	MBS
		SN-niv6	M1/2 inf.	MBS	MBS
		D13- 479	M1 inf.	DBS	DBS
		F9- 798	M1 inf.	MBS	MBS
		F10-238	D4 inf.	MBS	MBS

Tableau 30 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Résultats de l'étude cémentochronologique. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule.

Au sein de ce niveau, Cerf et Bison ont été chassés simultanément : deux cerfs et un bison ont été abattus en début de bonne saison, et cinq cerfs et deux bisons ont été chassés en milieu de bonne saison (Figure 65).

Le test en aveugle réalisé par E. Pubert sur l'ensemble des dents de ce niveau fournit des résultats en tout point identiques aux nôtres pour chacune des dents analysées.

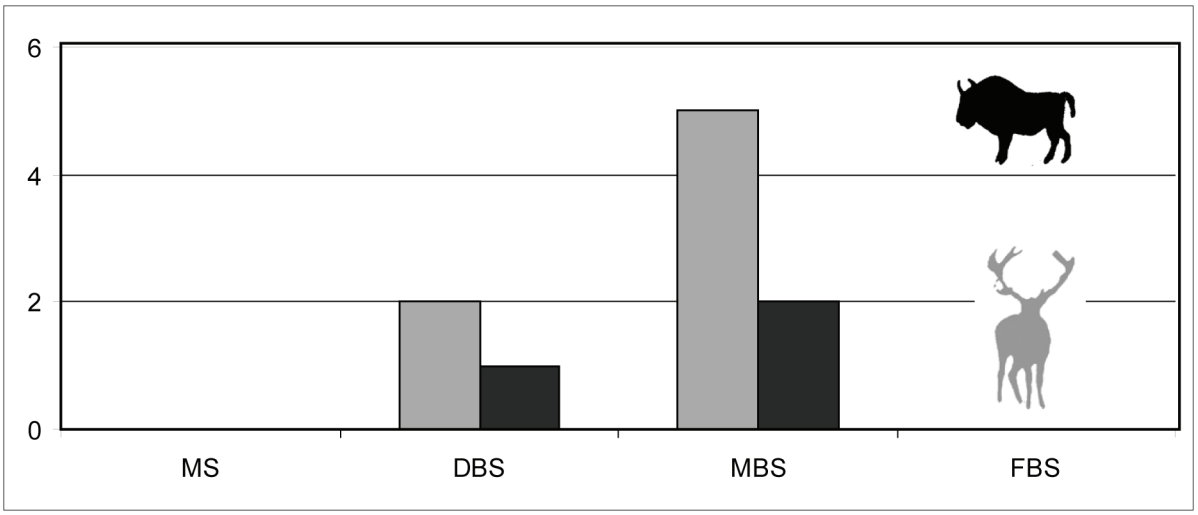


Figure 65 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Représentation graphique des résultats de l'étude saisonnière.

Niveau 7 (Tableau 29)

Niveau	TAXON	Numéro d'inventaire	Rang de la dent	Résultats (W. Rendu)
Niveau 7		**G7 - 20**	M1 inf.*	FBS
		F12 - 138	P4 inf.*	illisible
		G10 - 153	P3 inf.	FBS
		F10 - 12	M3 inf.*	FBS
		G11 – 7W1	M1 inf.*	FBS
		D13 - 196	M1 inf.	FBS
		F11 - 199	M1 inf.*	illisible
		D14 – 9	P4 inf.*	illisible
		E10 - 4	M1 inf.*	illisible
		F8 - 72	M1 inf.	FBS
		F10 – 169	P3 inf.	FBS
		G10 – 133	M1 inf.*	illisible
		E11 – 46	M1 inf.*	illisible
		F8 – 90	M1/2 inf.	FBS
		F8 - 52	M1 inf.*	illisible

Tableau 31 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Représentation graphique des résultats de l'étude saisonnière. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule.

Le dernier dépôt correspond toujours à une *zone* en fin de croissance. Cerfs et bisons ont été abattus à la fin de la bonne saison (Figure 66).

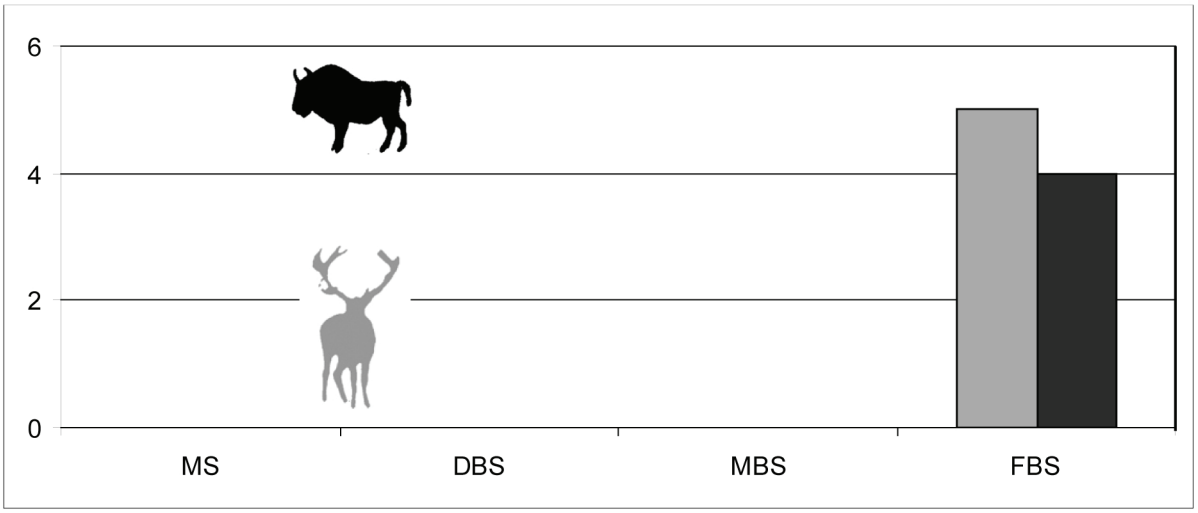


Figure 66 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 7. Résultats de l'étude saisonnière.

V-3 Approche probabiliste

Pour limiter le biais lié à la faiblesse d'échantillon inhérente à la méthode, nous proposons d'opposer à ces résultats un test probabiliste par application de la loi binomiale (*e. g.* : Trousset et Morin, 1996 :141-150) déjà utilisé par A. Stutz (2002a). Ce test est effectué en deux temps : d'une part, sur l'ensemble 4b (seul ensemble fournissant assez de matériel pour qu'il puisse être réalisé), et, d'autre part, sur la totalité des niveaux aurignaciens analysés d'Isturitz.

Nous confrontons nos résultats à la probabilité d'obtenir le même nombre de bonnes saisons (succès), à partir d'un abattage théorique s'étant déroulé sur l'ensemble de l'année sans préférence saisonnière (Hypothèse H0) à partir d'un nombre de dents analysées correspondant à celui de l'étude (n = nombre de tirages). La proportion théorique (p) de bonnes saisons est de 0,65 (correspondant à la proportion de temps de formation de celle-ci au cours d'une année). L'hypothèse H0 est rejetée si la probabilité tombe en dessous du seuil de significativité de 5 %. Autrement dit, l'abattage est alors de type saisonnier.

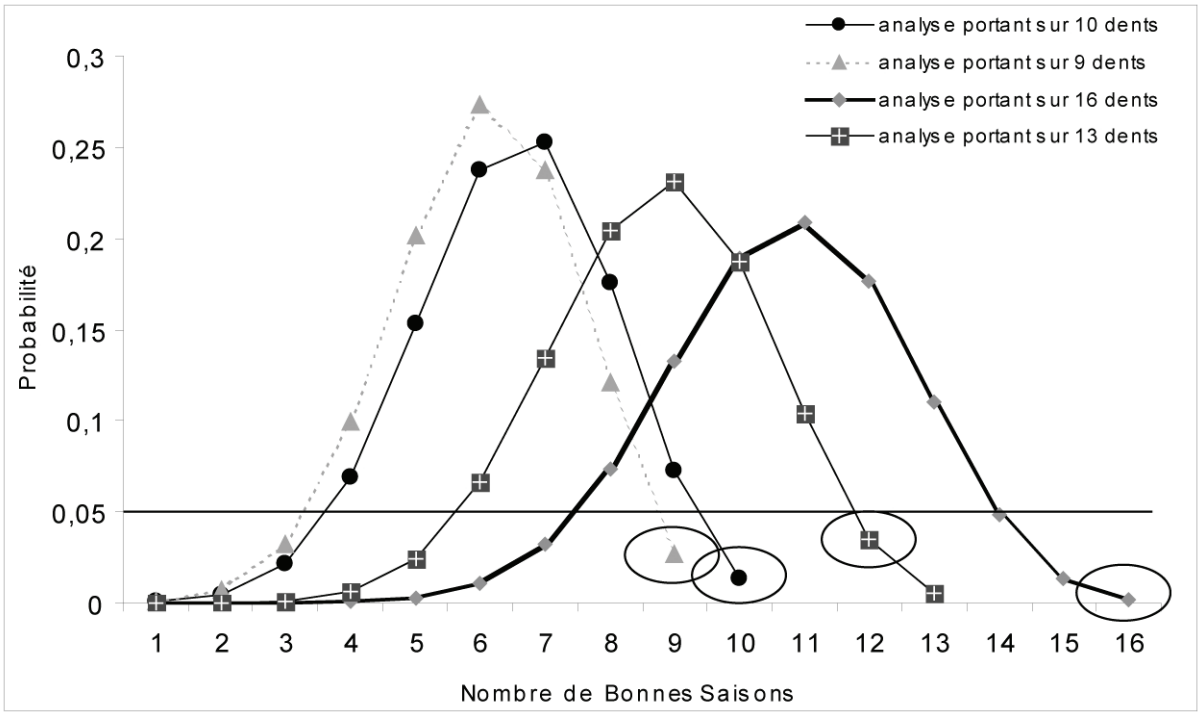


Figure 67 : Pech-de-l'Azé I - Application de la loi binomiale à l'échantillon cémentochronologie du gisement du Pech-de-l'Azé I : probabilité d'obtenir un nombre de Bonnes saisons données à partir des différents échantillons issus d'un site à abattage réparti sur l'ensemble de l'année. La ligne noire représente le seuil de rejet de l'hypothèse, les cercles indiquent les résultats obtenus pour chacun des échantillons considérés. 9 dents analysées (niveau 7), 10 dents analysées (niveau 6), 13 dents analysées (Le Cerf du niveau 4) et 16 dents (L'ensemble du niveau 4).

Le calcul de probabilité d'obtenir à partir d'un abattage tout au long de l'année les mêmes résultats que pour le niveau 7 (p=0,02), le niveau 6 (p=0,01) et pour le niveau 4 (p=0,01) montre

le caractère saisonnier de ces abattages. Ainsi, bien que le niveau 4 présente un abattage sur l'ensemble de l'année, le fait qu'il soit principalement concentré dans la bonne saison ne résulte pas d'un problème d'échantillonnage. Cette hypothèse se vérifie également si l'on considère que le Cerf du niveau 4 (p=0,03).

VI Discussion

Après une brève comparaison de nos résultats aux données saisonnières précédemment obtenues, nous présentons les interprétations concernant la prédation du Cerf et du Bison par les Néandertaliens ainsi que ceux relatifs à la fonction et à la place du site dans le territoire de ces groupes moustériens.

VI-1 Comparaisons avec les données précédentes.

VI-1-a Les données cémentochronologiques

D'importantes différences ont été mises en évidence entre nos résultats et ceux obtenus par D. Armand et collaborateurs (2001). Ces différences sont liées à la méthode et à l'échantillonnage.

La méthode

L'utilisation de la lame 1/4 d'onde a permis d'isoler plusieurs lames qui devaient être exclues de l'analyse pour cause de mauvaise conservation des marqueurs saisonniers. L'emploi de cette dernière nous a aussi permis d'éviter les problèmes inhérents à une mauvaise identification de la limite extérieure du cément (pour le Bison).

L'échantillonnage

Nous avons proposé (Rendu, 2006a) à partir de l'utilisation de la loi binomiale que le schéma saisonnier obtenu pour le niveau 4 par Armand et collaborateurs (2001) résultait d'un biais d'échantillonnage. L'ajout de matériel à l'étude confirme cette conclusion en lissant la courbe de prédation précédemment proposée. Nous concluons nous aussi à un abattage préférentiellement saisonnier mais répartis sur l'ensemble de la bonne saison..

VI-1-b Les données traditionnelles

Les données de J. Bouchud

J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) a proposé une estimation de la saisonnalité de prédation du Cerf et du Renne en se basant sur le matériel issu des fouilles Vaufrey (1930) et Bordes (1949 à 1951) pour le niveau 4 et les niveaux sus-jacents pris dans leur ensemble.

Les résultats saisonniers de J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) suggèrent, pour le niveau 4, un abattage du Cerf entre mai et octobre (c'est-à dire-pendant toute la bonne saison) et un abattage du renne de juin à novembre (pendant la bonne saison et le début de la mauvaise).

Pour l'ensemble supérieur (les niveaux 5, 6 et 7) il conclut à un abattage du Cerf s'étendant de mai à mars et un abattage du Chevreuil entre décembre et février, ce qui lui permet d'émettre l'hypothèse d'une occupation continue de la cavité.

Plusieurs éléments rendent difficile la perception de ces résultats. Tout d'abord J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) en étudiant simultanément l'ensemble supérieur rend impossible la comparaison de ses données aux nôtres. Par ailleurs, pour le Cerf et le Chevreuil, ses résultats viennent de l'emploi du référentiel proposé par Baumann (1949). Ce dernier, contrairement à J. Bouchud (*in* Bordes, 1954-55) ne propose aucune saison de mort au mois près. Une question s'impose : comment J. Bouchud arrive-t-il à être plus précis que le référentiel qu'il utilise ? Ce qui soulève la question de la validité des hypothèses émises par J. Bouchud concernant ces deux taxons.

Enfin, nous avons pu réaliser un remontage entre deux fragments mandibulaires affectés à deux classes d'âge différentes par J. Bouchud (2-3 ans d'une part et 4-6 ans d'autre part) fragilisant d'autant plus les résultas précédemment proposés.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous n'intégrerons pas les données saisonnières de J. Bouchud à la discussion.

Les données obtenues par l'étude archéozoologique.

L'étude archéozoologique que nous avons menée a permis de dégager une saison de mort pour plusieurs individus fondée sur l'observation des marqueurs osseux de croissance ainsi que les séquences d'éruptions et d'usure dentaire.

Au sein du niveau 4, la présence d'os de fœtus de Cerf témoigne de l'abattage d'une femelle gravide pendant la **mauvaise saison**. Ces éléments confirment l'abattage de Cerf pendant la **mauvaise saison** (Figure 68).

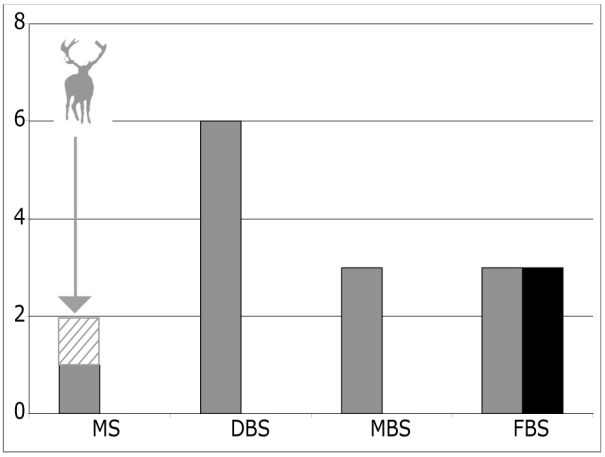


Figure 68 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Résultats saisonniers obtenus par l'observation des marqueurs saisonniers. En gris le Cerf en noir le Bison.

Le niveau 6 a fourni une incisive de Cerf en cours d'éruption appartenant à un individu mort en milieu ou fin de bonne saison. La présence d'un rocher de Bison appartenant à un individu immature indique un abattage pendant le **milieu de la bonne saison** (Figure 69). Ces données

confirment les résultats cémentochronologique que nous avons obtenus et augmentent le corpus d'individus traités.

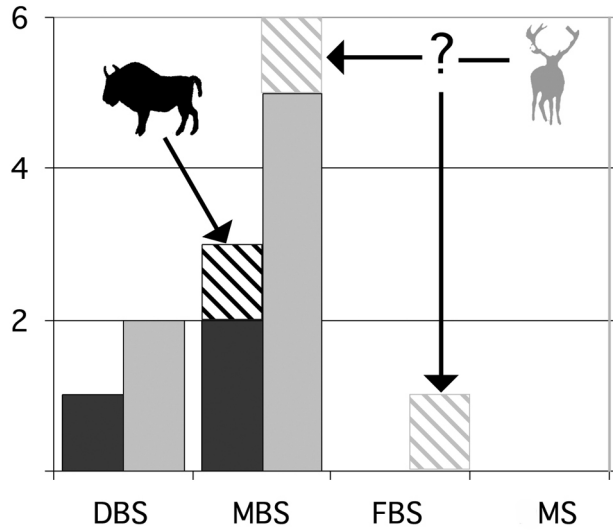


Figure 69 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Résultats saisonniers obtenus par l'observation des marqueurs saisonniers. En gris le Cerf, en noir le Bison - Rendu, 2006.

Dans le niveau 7, la présence d'une troisième molaire de Cerf en cour d'éruption suggère une mort pendant le **milieu** ou **la fin de la bonne saison**. De la même manière, plusieurs ossements, appartenant à un jeune Boviné de quelques semaines, indiquent une mort de cet individu pendant le **milieu** ou la **fin de la bonne saison (**Figure 70**)**. Nos résultats sont encore une fois validés.

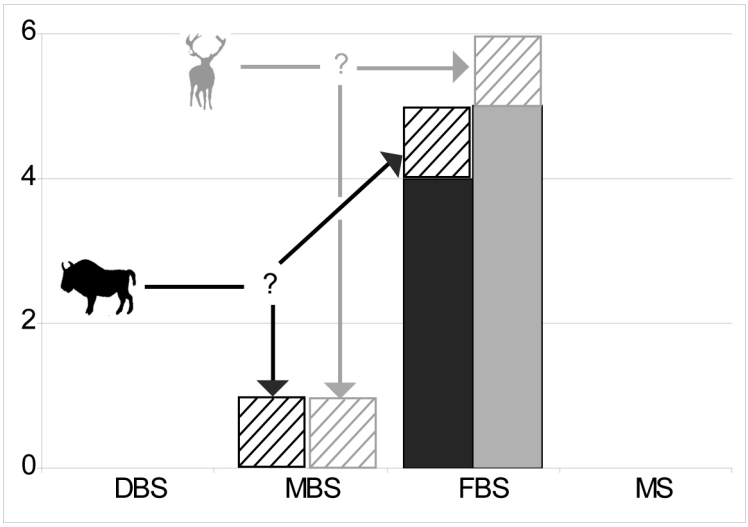


Figure 70 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 7. Résultats obtenus par l'observation des marqueurs saisonniers. En gris le Cerf, en noir le Bison.

Ces données, en complétant les informations recueillies pour les individus nous permettent en plus d'appuyer les résultats obtenus sur ces mêmes niveaux, ainsi que d'augmenter notre échantillonnage.

VI-2 La prédation du Cerf

Les données saisonnières obtenues peuvent, une fois mises en relation avec l'éthologie du Cerf, renseigner sur les stratégies de prédation mises en œuvre par les Moustériens.

VI-2-a Données éthologiques

- Comportement social

La période de mise bas se déroule au milieu du printemps. Durant leur premier mois, les faons ont une mobilité réduite, obligeant les femelles à revenir régulièrement pour les allaiter. La femelle et son petit accompagnés de la bichette ou du daguet d'un an constituent le noyau du groupe matriarcal. « *À ce groupe de base se joint souvent la jeune biche de deux ans et demi, souvent suitée, ou, éventuellement, le jeune cerf de deuxième tête* » (Martin, 1994, p. : 132). Ce groupe peut éventuellement être complété d'une biche plus âgée et de son petit (Varin, 1980).

Pendant la bonne saison, ces groupes matriarcaux n'ont que peu de contacts les uns avec les autres. En revanche, peu avant l'hiver, plusieurs groupes peuvent se réunir pour former de grandes hardes hivernales d'une vingtaine d'individus. Ces dernières sont guidées par des femelles âgées. Une hiérarchie solide, qui influe l'ordre de marche et d'accès à la nourriture, se met alors en place.

Les mâles célibataires constituent de grandes hardes d'individus moins solidaires que les groupes matriarcaux, souvent dirigés par les individus les plus agressifs. En vieillissant, les mâles deviennent solitaires et peuvent se faire accompagner d'un mâle plus jeune qui sert alors « d'écuyer » (Varin, 1980).

Les déplacements des hardes sont généralement réguliers, ces dernières empruntent fréquemment le même chemin. Dès la tombée de la nuit les individus rejoignent leur zone de pâture pour revenir le matin dans leur zone de repos.

La dichotomie dans l'organisation sociale des animaux se termine à la fin de l'été quand l'ensemble de la population converge vers les places de brame qui correspondent à de vastes clairières, réoccupées plusieurs années de suite. Les mâles cessent alors de se sustenter et consacrent toute leur énergie aux activités reproductrices, ainsi qu'aux souilles répétées. Pendant cette période ils sont particulièrement irritables et ont leurs sens (odorat et ouïe surtout) exacerbés. À la fin du rut, les mâles, dont la condition physique est au plus mal, doivent se reposer. À l'inverse, les femelles atteignent alors leur maximum de masse carnée. Progressivement les hardes hivernales se reforment alors.

VI-2-b Interprétation de nos données

Par soucis de clarté, et pour faciliter la présentation du raisonnement, le niveau 4 est abordé après les niveaux 6 et 7.

Niveau 6

L'abattage du Cerf a eu lieu au début et au milieu de la bonne saison (Figure 71). Actuellement, cette période correspond à la mise bas à la période qui précèdent le rut (Pike-Tay, 1991 ; Martin, 1994). À ce moment de l'année, les mâles sont séparés des femelles et des jeunes (*e. g.* : Varin, 1980).

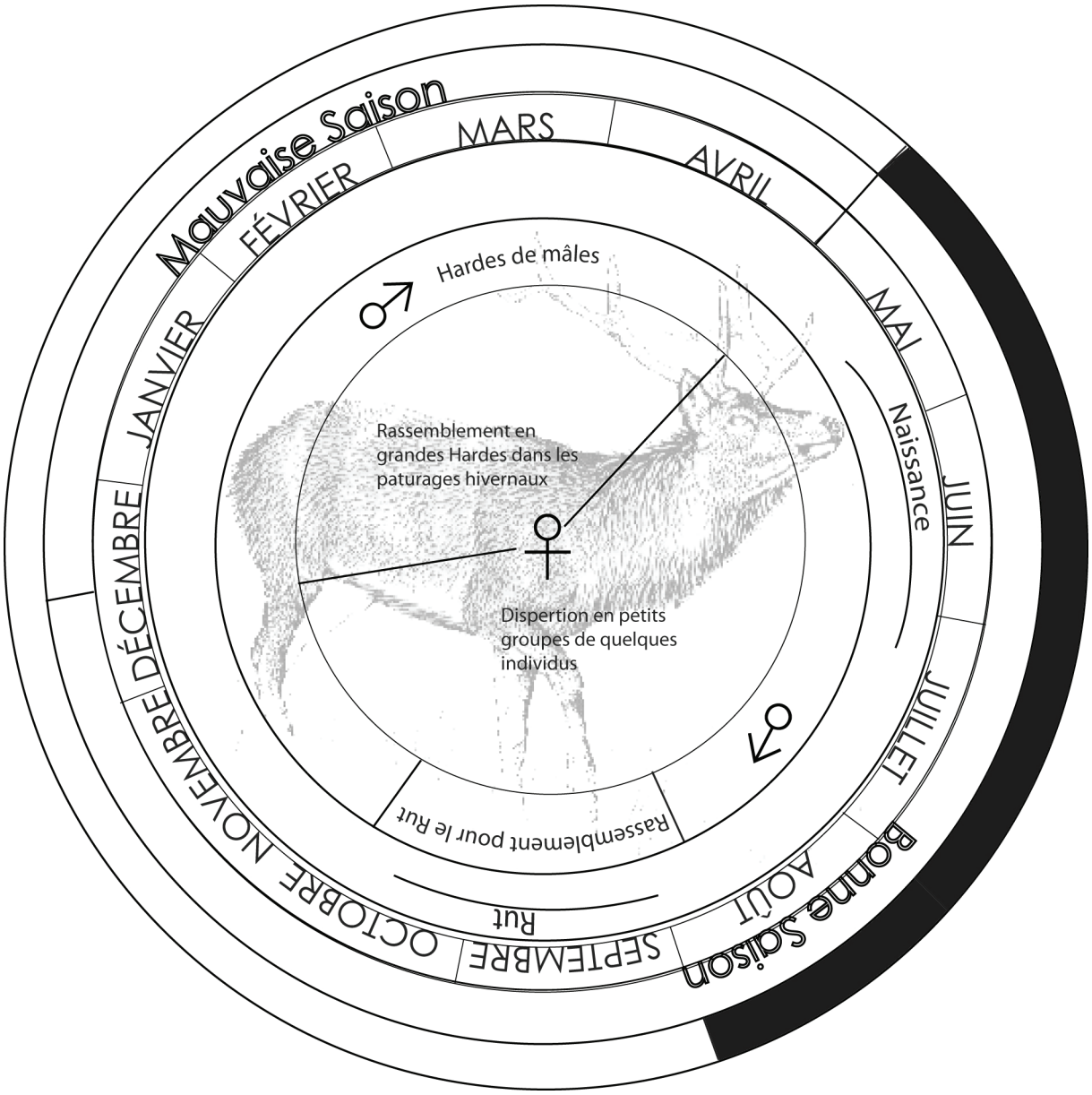


Figure 71 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Rreprésentation schématique du cycle saisonnier du Cerf. En noir : période de l'abattage du Cerf mise en évidence dans le niveau 6

Nos données sur la population de Cerf chassée soulignent que :

- quatre des dix individus identifiés, sont représentés notamment par leur crache. Ils peuvent clairement être identifiés comme femelles (*Cf. supra* et Rendu, 2002) ;
- la courbe d'âge au décès met en avant la présence de 4 individus juvéniles ;

- aucun fragment de bois ni aucun autre témoignage de la présence d'individu mâle n'a été identifié.

Ainsi, huit individus sur les dix présents ont été prélevés dans les groupes matriarcaux. On constate ici la convergence entre les données cémentochronologiques, archéozoologiques et éthologiques.

Ces groupes matriarcaux ont des habitudes très marquées : ils empruntent à heures fixes des chemins bien établis. Ainsi est-il possible pour des chasseurs avertis d'attendre à l'affût le passage des cervidés pour les abattre ou les piéger (Varin, 1980). Les femelles sortent alors tout juste de l'hiver et leur masse carnée est au plus bas. Par ailleurs, les groupes matriarcaux n'ont à ce moment de l'année qu'une mobilité réduite, en raison de la présence de nouveau-nés en leur sein. Il semble ici que les chasseurs aient concentré leur prédation sur les individus les plus faibles, en favorisant la facilité de capture de la proie à sa rentabilité nutritive (Figure 72).

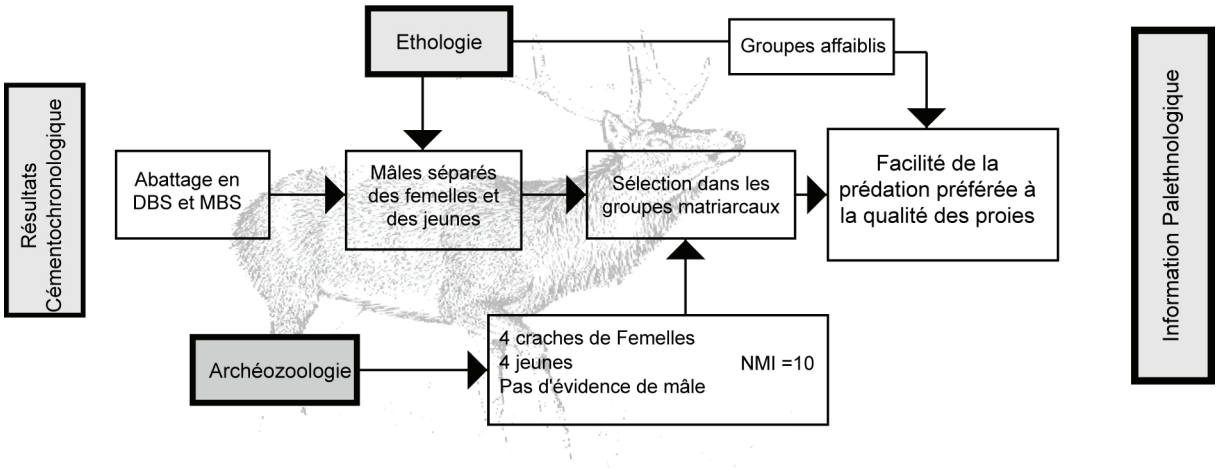


Figure 72 : Pech e l'Azé I – Niveau 6. Apports croisés des différentes données archéologiques à la compréhension de la prédation du Cerf pour le niveau 6 (d'après Rendu, 2006).

Niveau 7

L'abattage du Cerf s'est déroulé à la fin de la bonne saison (Figure 73). Cette période recouvre actuellement (et suivant le découpage que nous avons choisi) le rut et la période qui le suit (Pike-Tay, 1991 ; Martin, 1994).

Sur les douze cerfs présents, quatre ont été sexés à partir de leurs craches, il s'agit exclusivement de mâles. Aucune évidence de femelle ou de jeune ne permet de supposer leur présence dans l'assemblage, et donc leur prédation.

Contrairement au niveau précédent, il semble, ici, que les Néandertaliens aient prélevé leurs proies dans les groupes de mâles.

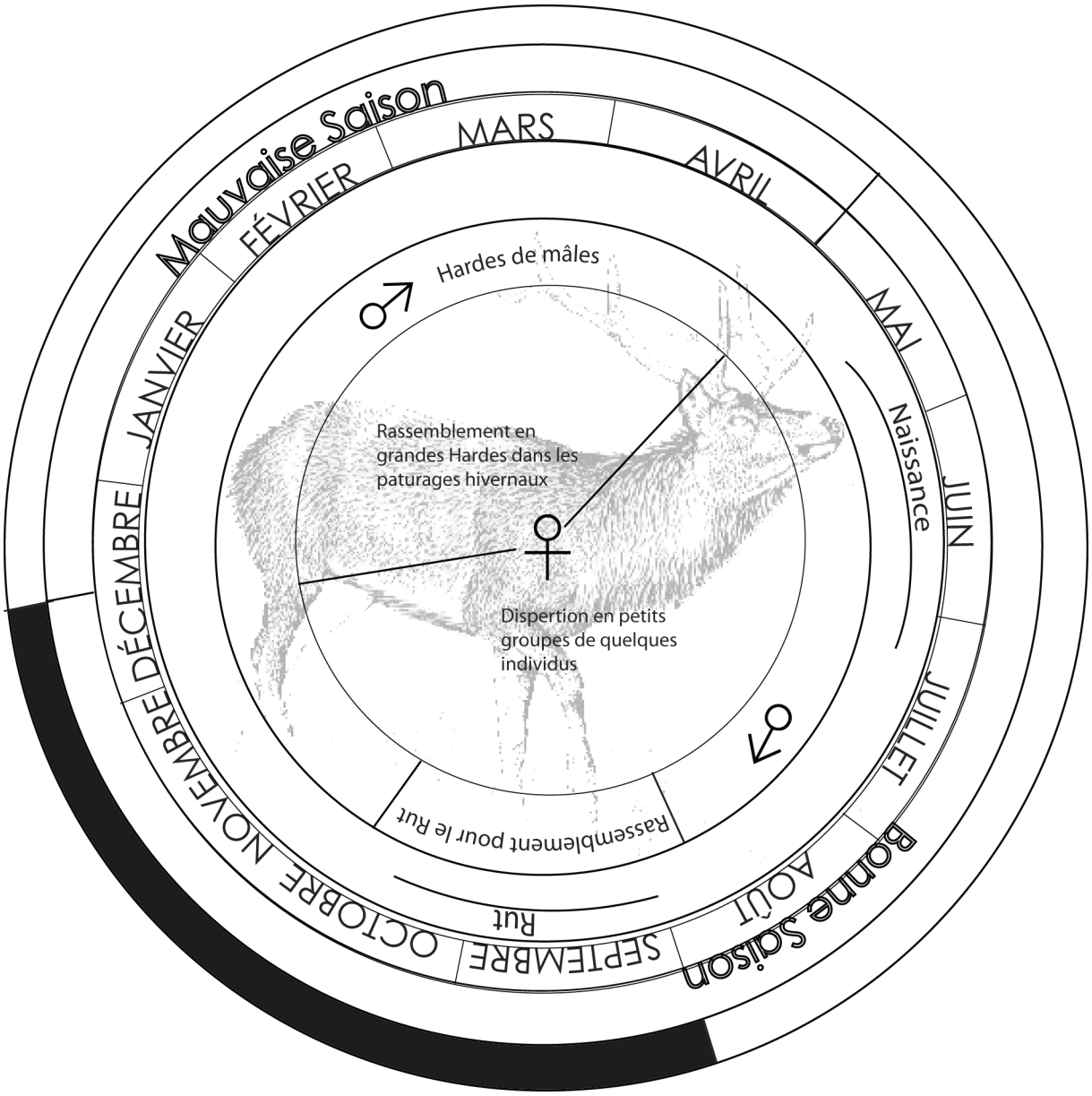


Figure 73 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 7.Rreprésentation schématique du cycle saisonnier du Cerf. En noir : période de l'abattage du Cerf mise en évidence dans le niveau 7

La chasse a pu ainsi se dérouler soit pendant le rut soit après celui-ci, il en découle deux stratégies différentes.

Chasse pendant le rut

Pendant le rut, l'agressivité des mâles rend leur approche particulièrement difficile et risquée. Cependant, ils n'hésitent pas à se rapprocher en entendant une imitation de leur brâme (Varin,

1980). Il est alors possible à un chasseur ou un groupe de chasseurs de guider le Cervidé jusqu'à un lieu choisi pour sa mise à mort.
Le rut doit se tenir dans une clairière, dans une zone où l'eau est disponible pour la souille. La présence, sur le site, d'os de Castor portant des stries de découpe suggère tout d'abord un possible ennoiement du vallon, et ensuite que les hommes ont fréquenté de telles zones pour ramener ce grand Rongeur. Il est alors concevable de proposer une chasse à l'affût des Néanderthaliens, à proximité des zones ennoyées, au moment où les cerfs fatigués viennent se souiller. Ils auraient ainsi pu profiter de ce moment de faiblesse pour abattre leurs proies.
Une deuxième hypothèse peut être avancée. Pendant le rut, les blessures graves, voire la mort d'un animal, sont fréquentes lors des affrontements. On ne peut exclure alors que les Moustériens aient pratiqué un charognage actif sur les zones de brâme (Le Gall, com.pers, 2007), revenant tous les jours pour récupérer les animaux morts ou achever les blessés.

Chasse après le rut

Les cerfs sortent affaiblis et fatigués du rut. Ils passent une grande partie de leur temps à se reposer et à « viander ». Une chasse menée sur des mâles à la sortie du rut aurait alors concerné des animaux fragiles et pauvres en éléments nutritifs. Ainsi, si la prédation a eu lieu après le rut, il est possible de proposer, une nouvelle fois, une chasse préférant la facilité de la prédation à la qualité des proies.

Niveau 4

Le spectre saisonnier du niveau 4 est plus difficile à interpréter. D'après l'étude cémentochronologique le Cerf semble avoir été abattu sur toute l'année, mais préférentiellement pendant la bonne saison. Rappelons que l'abattage du Cerf pendant la mauvaise saison est, toutefois, confirmé par la présence d'os de fœtus.
L'approche probabiliste montre, cependant, qu'il y a un abattage préférentiellement mené pendant la bonne saison. En raison de la faiblesse de l'échantillon, il est difficile d'aller au-delà de cette conclusion, le pic enregistré au début de bonne saison pouvant résulter d'un problème d'échantillonnage (Figure 64). Au cours de la bonne saison, les cycles biologique et social du Cerf passent par des états très différents (Figure 74). En effet, la bonne saison recouvre la mise-bas, le début de l'allaitement et le rut. Parallèlement, les groupes de cervidés varient en nombre d'individus et en composition.
Les données populationnelles obtenues d'après l'analyse archéozoologique des collections Bordes et Soressi, soulignent la présence de femelles (identifiées par leur crache et des os de fœtus), de jeunes (dents déciduales) et de mâles (crache et fragments de bois). La courbe d'abattage, de type catastrophique, ne semble pas refléter de réelle sélection au sein de la population.

Deux hypothèses peuvent alors expliquer ce schéma d'exploitation de la faune :

Abattage sans sélection

L'assemblage peut résulter d'un abattage sans sélection des proies sur l'ensemble de l'année. Les Néandertaliens auraient alors exploité l'ensemble de la population de Cervidés soit au « hasard » des rencontres, soit éventuellement par piégeage.

L'hypothèse complémentaire

Il est possible aussi que les Moustériens aient modifié leurs stratégies de prédation au cours de l'année pour les adapter à leur environnement et à leurs proies. Les modèles proposés pour les niveaux 6 et 7 se seraient alors succédés sur la bonne saison, aboutissant à l'assemblage et à cette apparente non-sélection. Cette hypothèse nous paraît être la plus probable.

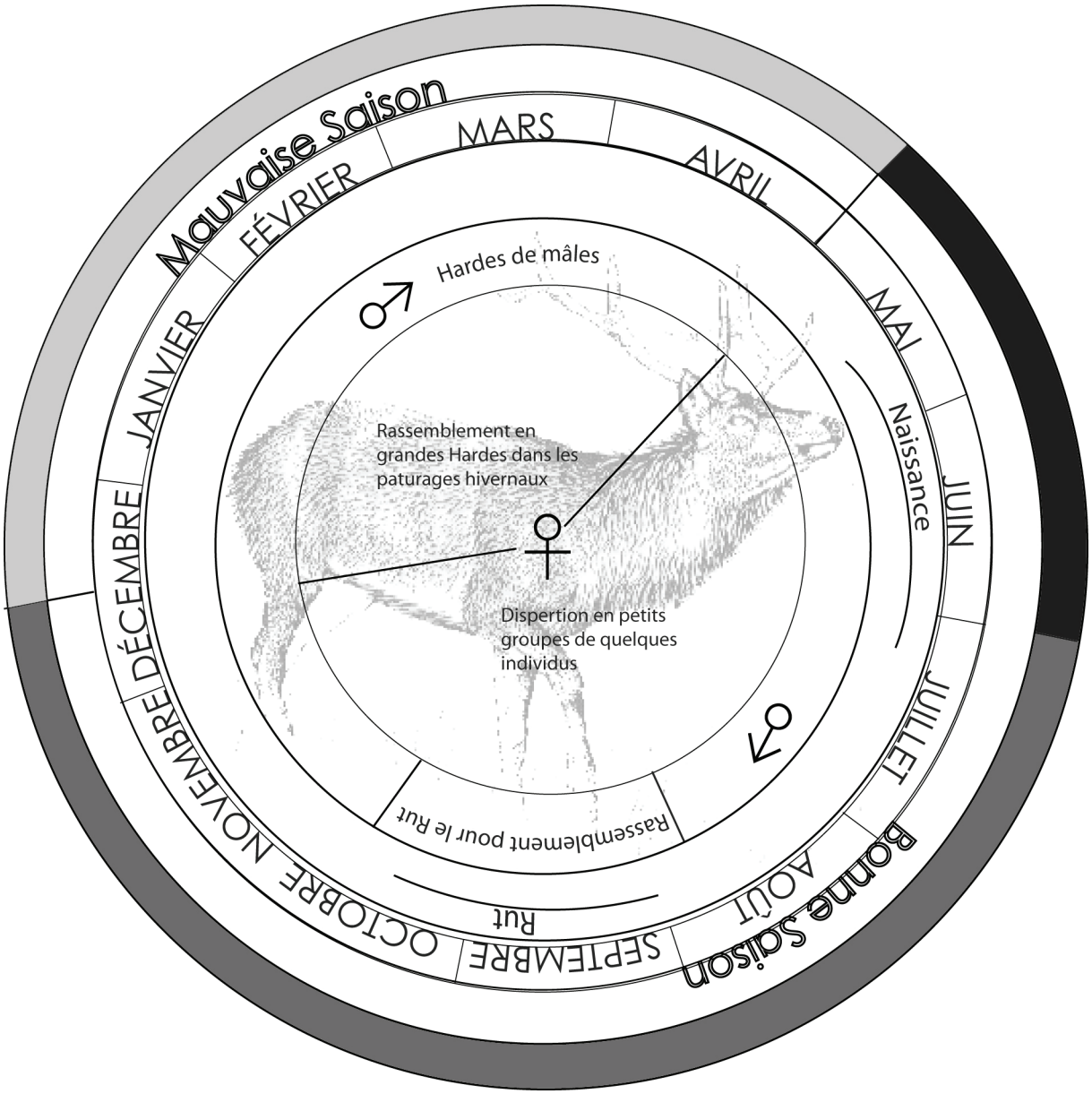


Figure 74: Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Représentation schématique du cycle saisonnier du Cerf, en niveau de gris : période de l'abattage du Cerf mise en évidence dans le niveau, l'intensité du gris correspond à la contribution relative de la période considérée au spectre faunique.

VI-2-c Conclusion sur la prédation du Cerf

La prédation du Cerf élaphe connaît ainsi une évolution importante au sein de la stratigraphie. Tout en assistant à une réduction de la période de prédation du cerf, on assiste aussi à un changement dans la sélection des individus. Ce dernier implique une adaptation des comportements de chasse, particulièrement visible entre les niveaux 6 et 7. Les Hommes qui chassaient des proies grégaires (niveau 6) à la fin du printemps et au début de l'été, se mettent à abattre des proies isolées, à la fin de l'été ou au début de l'automne.
Toutefois, une constante semble perdurer : les animaux recherchés sont toujours des proies affaiblies. La facilité de la prédation apparaît alors ici comme le critère guidant la sélection du (des) individu(s) à abattre.

Pour conclure sur la prédation du Cerf, on rappellera que sa contribution au NMI total des proies chassées diminue avec la réduction de la saison de chasse, pour devenir même inférieur à celle du Bison dans le niveau 7. Si la prédation de ce taxon semble être une activité essentielle dans les niveaux 4 et 6, il semble que son importance diminue nettement dans l'ensemble supérieur ce qui pourrait aussi expliquer une différence dans la saison de prédation.

VI-3 La prédation du Bison

La prédation du bison est un peu plus délicate à analyser compte tenu du faible nombre d'individus abattus et de la rareté des données sur la sélection des proies du point de vue de l'âge et du sexe. Les informations que nous proposons ici nécessiteront d'être complétées par des études ultérieures.

Sur l'intégralité de la stratigraphie, l'ensemble des données (cémentochronologiques et méthode classique) indique un abattage du Bison pendant la bonne saison, suggérant que la région du Pech était incluse dans le territoire d'estive de ce grand ongulé.

Au sien des niveaux de Moustérien à tradition acheuléenne de type B (niveaux 6 et 7) tous les résultats saisonniers témoignent d'un abattage simultané du Cerf et du Bison. En revanche pour le niveau MTA de type A (niveau 4), tandis que le Cerf est exploité tout au long de la bonne saison, les informations dont nous disposons n'indiquent qu'un abattage à la fin de la bonne saison. Cet abattage du Bison à la fin de la bonne saison est-il le fait de l'échantillonnage ou une réalité archéologique ? Dans l'état actuel des recherches, nous devons nous contenter des informations en notre possession.

Niveau 6

Le Bison a été abattu en début et milieu de bonne saison. Pendant cette période, les bisons entament leur migration (Morgan, 1980 ; Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004) pour aller mettre bas sur leur zone d'estive (Figure 75). Les mois qui suivent (la période d'allaitement) s'accompagnent d'une augmentation importante des besoins de ces animaux en calcium et en sel (Murphy et Plasto, 1973). La grotte du Pech-de-l'Azé I est situé sur les terrains calcaires du Crétacé mais proche des terrains cristallins des contreforts du Massif Central à l'est. Les environs du site offraient ainsi une réserve en minéraux important pour la croissance des Bovinés. Les animaux étaient alors disséminés sur l'ensemble de la zone en petits groupes mobiles de quelques individus. La présence de jeunes et de nouveaux-nés dans cette taphocénose suggère que la prédation s'est déroulée au détriment des groupes de femelles, mais nous ne pouvons exclure que des mâles aient été chassés.

Niveau 4 et 7

La fin de la bonne saison correspond à la période où l'ensemble de la population est réuni pour le rut et au début de la migration automnale. Les mâles ont alors rejoint les femelles et les jeunes, pour le rut, qui se déroule à la lisière de la zone d'estive (*e. g.* : Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004). Ils consacrent toute leur énergie aux activités reproductrices, leur agressivité ne cesse d'augmenter. Les femelles pendant ce temps continuent de viander pour atteindre le maximum de leur masse carnée à la fin de cette période.
Sans être toutefois catégorique, l'absence de jeune suggèrerait une prédation centrée sur les adultes.

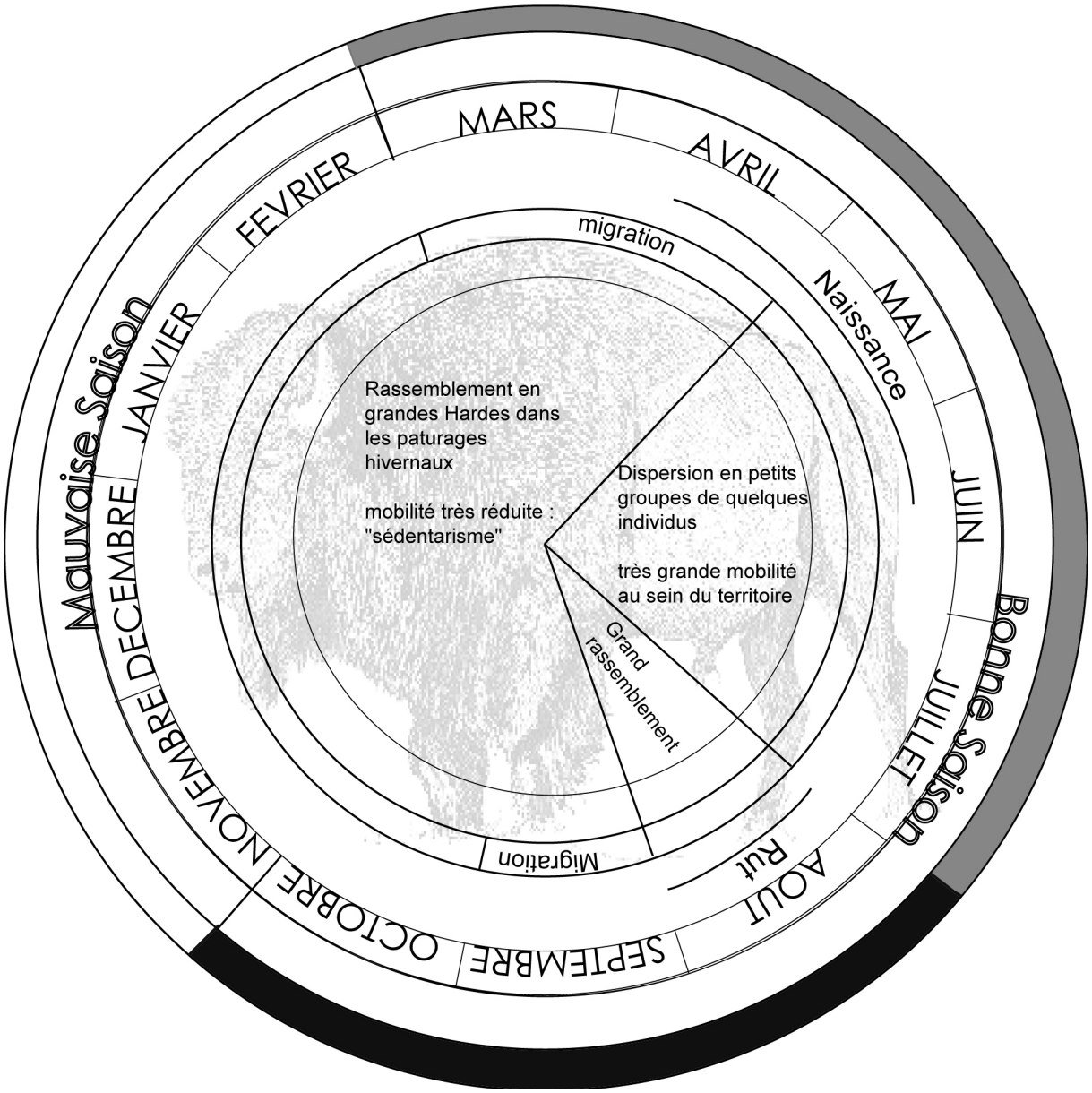


Figure 75 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6 et 7. Représentation schématique du cycle saisonnier du Bison. En gris : période de l'abattage du Bison mise en évidence dans le niveau 7 ; en noir : période de l'abattage du Bison mise en évidence dans le niveau 6.

D'après les données disponibles, il est difficile de savoir quelle(s) technique(s) a (ont) été mise(s) en œuvre par les hommes pour la capture des Bovinés. Cependant la remarque que nous avions faite pour le Cerf, concernant le changement de stratégies de prédation entre les niveaux 6 et 7, semble se vérifier. En effet, le comportement des Bovinés apparaît radicalement différent au cours des saisons de chasses mises en évidence pour les niveaux 6 et 7 de la mise en place des niveaux concernés. En effet, des proies isolées, dispersées dans l'environnement du site et relativement paisibles pour le niveau 6, on passe, au sein du niveau 7, à des proies grégaires, parfois agressives.

Nous pouvons ainsi voir que malgré ces changements important, les Néandertaliens ont su adapter leur prédation à leurs gibiers.

VI-4 Occupation de la cavité

Parallèlement aux informations obtenues sur la prédation des grands ongulés, des données importantes quant à l'occupation du site peuvent être déduites de nos résultats cémentochronologiques. Ces derniers, d'ailleurs confirmés par l'ensemble des marqueurs osseux et dentaires, nous permettent de proposer une réduction de la période de prédation entre le niveau MTA de type A (niveau 4) et les niveaux de type B (niveau 6) et de type B évolué (niveau 7). De quatre saisons dans l'unité de base, on passe à une occupation à deux saisons puis à une seule au sommet de la stratigraphie, suggérant une réduction de la durée d'occupation, déjà proposée par les résultats provenant d'autres disciplines (Soressi, 2002 ; Rendu 2004, 2006a).
Cette réduction du nombre de saison d'occupation est à mettre en parallèle avec :

- la réduction des activités de production lithique : diminution du nombre d'étapes au sein de la chaîne opératoire, diminution du nombre d'outils ;
- la disparition de certaines activités qui nous paraissent non alimentaires et non utilitaires, comme l'utilisation du pigment (dioxyde de manganèse) en très grande quantité dans le niveau de base (Soressi *et al.*, soumis) ainsi que la collecte de griffes de rapace (Mourer-Chauviré, 1975 ; Laroulandie, *supra*) ;
- les changements dans la nature des proies et les implications cynégétiques qui en découlent.

Il devient tentant de proposer que la disparition de certaines activités soit une conséquence de la réduction des saisons d'occupations. Peut-être que ces mêmes activités étaient pratiquées pendant la mauvaise saison qui n'est plus représentée dans le spectre saisonnier des niveaux 6 et 7.

Une question s'impose alors, Quel(s) évenement(s) est (sont) à l'origine d'un tel changement de comportement sur le site ?

Les données biostratigraphiques et chronostratigraphiques attestent d'un dépôt rapide de l'ensemble de la séquence pendant le stade isotopique 3, probablement dans une période autour de 45 Ka (Rendu, 2002).
De la même manière, les données paléoenvironnementales obtenues par la géologie (Texier, 2005), l'avifaune (Laroulandie, *supra*) ainsi que nos propres données sur la macrofaune montrent la persistance pendant toute la stratigraphie des mêmes conditions climatiques et environnementales (du moins à notre niveau de résolution).

J.-P. Texier constate la réduction de près de 50 % de la taille de l'abri après la mise en place du niveau 4, et sa quasi-disparition durant la mise en place des dépôts du niveau 7. Cette réduction de l'abri, déjà évoquée par F. Bordes (1972), et donc de la zone couverte, a probablement induit une réduction de la taille de la zone habitable[23]. L'apparition du Castor dans le niveau 7 identifié d'abord dans le produit des fouilles Vaufrey et Bordes 1949-51 (Bouchud, *in* Bordes, 1954-55), puis dans les collections Bordes 70-71 et Soressi (*supra*) nous permet de proposer que ce taxon était bien représenté dans les environs directs du site, témoignant d'un probable ennoiement du vallon. Cet ennoiement aurait donc eu pour conséquence des modifications importantes du micro-environnement du site.

L'évolution de la topographie et de l'hydrographie du site du Pech-de-l'Azé est à l'origine de profonds changements pendant la mise en place des différents niveaux archéologiques. Ces bouleversements pourraient, en partie, expliquer l'évolution des modes d'occupations du site (nombre et nature des saisons d'occupation), ainsi que les changements dans le nombre et la nature des activités menées sur le gisement.

Intégration des résultats archéozoologiques

Ce cadre général étant désormais établi, il est possible de re-contextualiser les données issues de l'étude de la faune du Pech-de-l'Azé I.

Bien que les niveaux 4, 6 et 7 aient fourni de très nombreux foyers (pour les anciennes fouilles voir : Bordes, 1954-55 pour les fouilles récentes voir : Soressi, 2004 ; Soressi *et al.*, 2006), seuls les vestiges du niveau 4 témoignent de l'utilisation de l'os comme combustible.
Le combustible osseux est moins polyvalent que le bois ((*e. g.* : Costamagno, 1999 ; Théry-Parisot, 2001, 2002 ; Théry-Parisot et Costamagno, 2005 ; Théry-Parisot *et al.*, 2005).
L'os a des capacités de combustion moins variées que celles du bois et nécessite un investissement plus important dans l'entretien du foyer.
Remarquons que cette utilisation est attestée au sein du seul niveau qui présente une occupation en mauvaise saison et pour lequel une occupation longue est avancée.
L'utilisation de l'os en tant que combustible pourrait être interprétée comme le témoignage d'un manque d'accès momentané, pendant la mauvaise saison, au combustible végétal qui aurait poussé les hommes utilisation plus de celui-ci parcimonieuse. En effet, il est possible qu'à cause de la neige, le bois pour le feu, plus difficile à ramasser, ait entraîné une gestion particulière de ce matériaux, comme l'à remarquée chez les Evenks S. Costamagno (*com. per.*, 2007)

[23] Ce point est confirmé par une plus petite extension des niveaux supérieurs. En effet, les niveaux 5, 6 et 7 prennent appui dans leur partie avale sur des gros blocs de calcaire, vestiges de l'ancien abri (Soressi, 2004).

VI-5 Utilisation du site et place de celui-ci dans le territoire moustérien : une approche interdisciplinaire

Fort de ces résultats, nous proposons de les intégrer à une approche diachronique et interdisciplinaire permettant d'aborder la question de la fonction du site et de l'évolution des stratégies de subsistance au Pech-de-l'Azé I (Figure 76).

Niveau 4

La colline du Pech devait dominer un paysage boisé régulièrement entrecoupé de vastes prairies. Le porche avait alors une importante extension.

Les moustériens venaient alors occuper, pour une longue durée (peut être l'année entière), le gisement du Pech-de-l'Azé I qui leur servait alors de site d'habitat. Le groupe qui habitait le Pech devait être relativement nombreux, composée de chasseurs et de leurs enfants (comme l'atteste la dent déciduale aux racines résorbées). Le Cerf constituait la principale ressource du groupe : il fournissait la viande et la graisse pour l'alimentation ainsi que la peau pour, peut être, la confection de vêtements ou d'abris. Les Bovinés étaient aussi un élément important de la diète moustérienne à ce moment, mais les chasseurs n'hésitaient pas à diversifier leur diète par l'exploitation de ressources secondaires telles le Chevreuil, le Sanglier, les Chevaux etc... Les activités domestiques étaient alors nombreuses comme en témoignent certains outils lithiques, mais des activités particulières qui nous apparaissent comme non alimentaires et non-utilitaires, peut-être symboliques, étaient aussi menées parallèlement comme en témoigneraient l'utilisation du manganèse et la récupération des griffes d'aigle. L'ensemble de ces activités se déroulait autour de nombreux foyers, qui étaient alors, peut-être, dans le but d'économiser le bois notamment lors de la mauvaise saison, alimentés à l'aide d'os encore gras.

Niveau 6

À la suite de plusieurs éboulements du porche, la taille de la terrasse a fortement diminué. La surface habitable se réduit considérablement, d'autant qu'une partie de la terrasse était obstruée par les énormes volumes de blocs calcaires issus du démantèlement de l'abri. Il est difficile de savoir qu'elle était alors la fonction du site pour les Moustériens qui l'ont habité. Ces derniers arrivaient peu de temps après la mise bas des cerfs et des bisons qu'ils chassaient jusqu'au milieu de l'été. Ils pratiquent alors une chasse au Cerf, centrée sur les groupes matriarcaux.

Les activités de subsistance, exploitation des carcasses, traitement de la peau, étaient toujours réalisées sur le site, mais d'autres se réduisent (l'activité de taille) ou disparaissent (arrêt de la collecte de griffe d'aigle), suggérant qu'elles étaient menées ailleurs dans le territoire.

Les hommes, qui probablement ne cherchent plus à économiser le bois, n'utilisent plus l'os comme combustible.

Niveau 7

L'abri s'est encore réduit, pour presque complètement disparaître. Les environs du site ont changé eux aussi, les barrages des castors ont conduit à l'ennoiement de certaines vallées entourant le site conduisant, certainement, à une augmentation locale de l'humidité. Les Néandertaliens semblent y faire, de courts séjours à la fin de l'été, enregistrés par la succession de lentilles archéologiques superposées. Celles-ci sont séparées les unes des autres par des blocs témoignant de l'effondrement de la voûte.

La fonction du site nous est encore inconnue, mais il ne semble pas que la chasse au Cerf soit la cause de la venue des Néandertaliens sur le site : le Bison est en effet devenu l'aliment carné prépondérant dans leur diète. Il est envisageable que cette proie constituait l'objectif principal de leur séjour au Pech. Là, ils profitaient sûrement des rassemblements du rut pour les chasser.

Concernant le Cerf, les chasseurs concentrent désormais leur attention sur les mâles, qu'il piègent peut être quand ils se rendent à la souille. C'est peut être lors de ces épisodes, profitant qu'ils étaient près d'un barrage de castors, que les hommes ont ramené ce taxon dans le site pour en récupérer la peau.

Même si les séjours évoqués ici étaient brefs, les Moustériens avaient cependant le temps d'exploiter les carcasses (dépouillement, démembrement, décarnisation et fracturation des os) sur le site qui fonctionnait, peut-être, comme un camp de chasse.

En conclusion, il apparaît un changement du type et de la durée d'occupation du site, au entre le niveau 4 et le niveau 7, en lien direct avec l'évolution de sa capacité d'accueil. L'hypothèse de M. Soressi (2002) selon laquelle on assiste à une réduction de la durée de l'occupation entre l'ensemble MTA de type A (le niveau 4) et l'ensemble MTA de type B (niveau 6 et 7) en lien avec un changement de mobilité des groupes humains trouvent ici un écho positif. Cependant, nous sommes capables de proposer une hypothèse complémentaire à celle-ci. Ce changement dans les modalités d'occupation du site du Pech-de-l'Azé I semble, pour nous, être directement corrélé à la réduction de sa capacité d'accueil. Les hommes, ne pouvant plus venir aussi nombreux sur le site, ont déplacé certaines de leurs activités hors du cite pour les mener dans d'autre partie de leur territoire. Il s'avère ainsi que la place du site au sein du territoire néandertalien a changé et que, par conséquent sa fonction à changé.

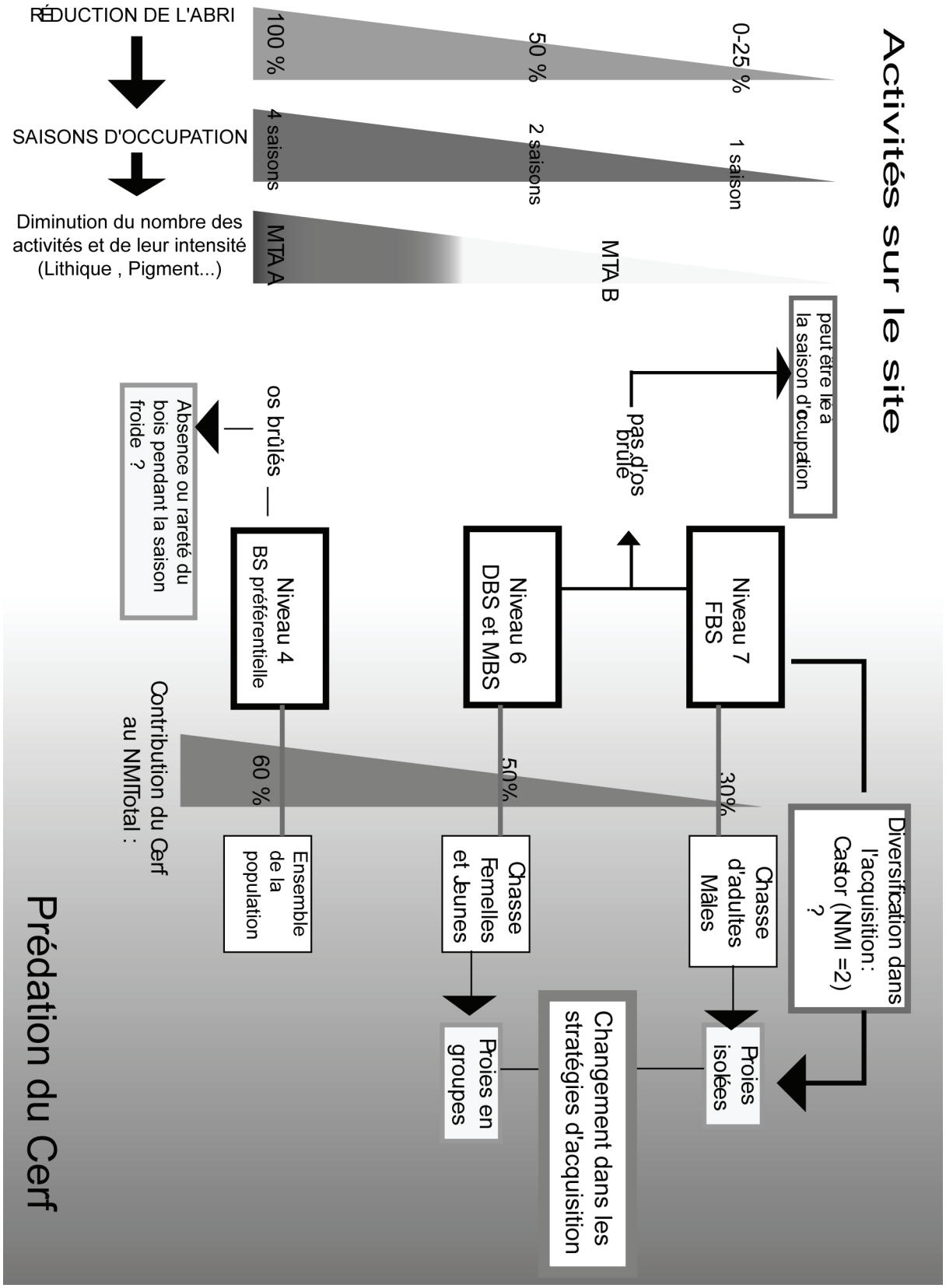


Figure 76 : Pech-de-l'Azé I – Synthèse de l'ensemble des données archéologiques disponibles.

VII Conclusion

Le travail que nous proposons ici constitue la première description exhaustive de la faune du Pech-de-l'Azé I, gisement de référence pour la compréhension de l'évolution du Moustérien de tradition acheuléenne. Il apporte la première analyse archéozoologique de l'ensemble de la stratigraphie de ce gisement et la première réflexion sur les comportements de prédation. L'analyse archéozoologique, qui a porté sur une collection non biaisée, a permis une première approche des stratégies de subsistance sur l'ensemble de la séquence.
L'étude cémentochronologique a concerné les trois niveaux archéologiques majeurs et les deux taxons dominants : le Cerf et le Bison. Elle a porté sur 46 individus, faisant de Pech-de-l'Azé le gisement moustérien le mieux connu d'un point de vue saisonnier. Les observations réalisées mettent en avant un cément relativement bien conservé, même si des problèmes de remobilisation minérale *post-mortem* ont été observés.
Les résultats obtenus soulignent un changement dans la saison et la durée de prédation. Le croisement des données cémentochronologiques et archéozoologiques a permis d'élargir le cadre de l'interprétation. L'étude des marqueurs osseux et dentaires de croissance a confirmé les résultats obtenus par la cémentochronologie. En outre, les données populationnelles recueillies lors de l'étude archéozoologique ont apporté des informations essentielles pour la compréhension des stratégies de prédations mises en œuvre par les Moustériens du Pech-de-l'Azé I. Nous avons ainsi mis en évidence que le changement de saison de chasse s'accompagnait d'un changement des groupes de Cerf chassés.
La mise en perspective de nos résultats avec les données obtenues par les autres champs disciplinaires constitue un apport majeur de cette étude.
Cette vision croisée nous a permis de proposer une hypothèse alternative et complémentaire de celle de M. Soressi (2002) concernant la fonction du site et sa place au sein des activités anthropiques, qu'elles soient de subsistance (prédation du Cerf, du Bison) ou « symboliques ».

Ce travail souligne, enfin, l'aspect « moderne » du comportement de prédation des Néandertaliens du Pech-de-l'Azé I. Les chasseurs menaient une sélection différentielle des individus en fonction des saisons (mais en choisissant toujours les plus faibles) afin d'optimiser leur chasse. Notons aussi que l'exploitation de la petite faune (castor et oiseaux) entre dans cette « modernisation » des pratiques de prédation. Les niveaux du Pech-de-l'Azé I sont contemporains des niveaux sommitaux du Pech-de-l'Azé IV (Bordes, 1972). Ces niveaux présentent la même industrie et la même faune que celle du Pech I. Dans ces niveaux, du Castor et des Oiseaux avec stries de

découpe ont aussi été identifiés, témoignant de la récurrence des comportements de prédation. L'analyse cémentochronologiques de ces niveaux supérieurs actuellement menés par H. Martin, et l'étude archéozoologique conduite par L. Niven permettront de tester les hypothèses que nous proposons ici.

Ce travaille souligne aussi que les Néanderthaliens adaptent leur occupation du territoire, et ici plus spécifiquement du site, en fonction de l'évolution de celui-ci.
Ces attributs de modernité sont à mettre en relation avec les comportements symboliques proposés pour ses hommes du Paléolithique moyen, artisans du MTA auxquels on a longtemps attribué la paternité du Châtelperronien (Soressi, 2002).

Chapitre III : Le niveau 6c de La Quina, Station Amont

Un camp de chasse moustérien

La Quina (Longitude : 0° 17' 42" Est ; Latitude : 45° 30'26" Nord) se situe sur la commune de Gardes-le-Pontaroux à quelques kilomètres de Villebois-la-Valette (Charente, France). L'étude présentée ici a porté sur les vestiges provenant du niveau 6c de la station Amont issus des fouilles récentes (Jelinek et al., 1989 ; Debénath et Jelinek, 1998).

Figure 77 : La Quina - Photographie aérienne du site de La Quina (marqué par l'étoile blanche). D'après géoportail, IGN

I Présentation du site

I-1 Cadre géographique

Situé au cœur de la partie septentrionale du Bassin aquitain (Figure 78), La Quina se place au centre d'une région équidistante de trois structures majeures. À l'Est, les plateaux cristallins du Limousin marquent le début du piémont du Massif central tout en participant à la formation du seuil du Poitou, qui constitue la frontière géographique et géologique entre les bassins Aquitain, au Sud, et Parisien, au Nord. Ce seuil induit un changement dans la direction générale des vallées qui, d'une orientation nord-sud au Nord, passe à une composante est-ouest plus prononcée au Sud. Enfin la ligne de rivage de l'Océan Atlantique (distante d'une centaine de kilomètres) constitue la limite occidentale de cette région. Ce rivage était beaucoup plus éloigné lors des périodes froides du Pléistocène en raison de la faible pente du plateau continental.

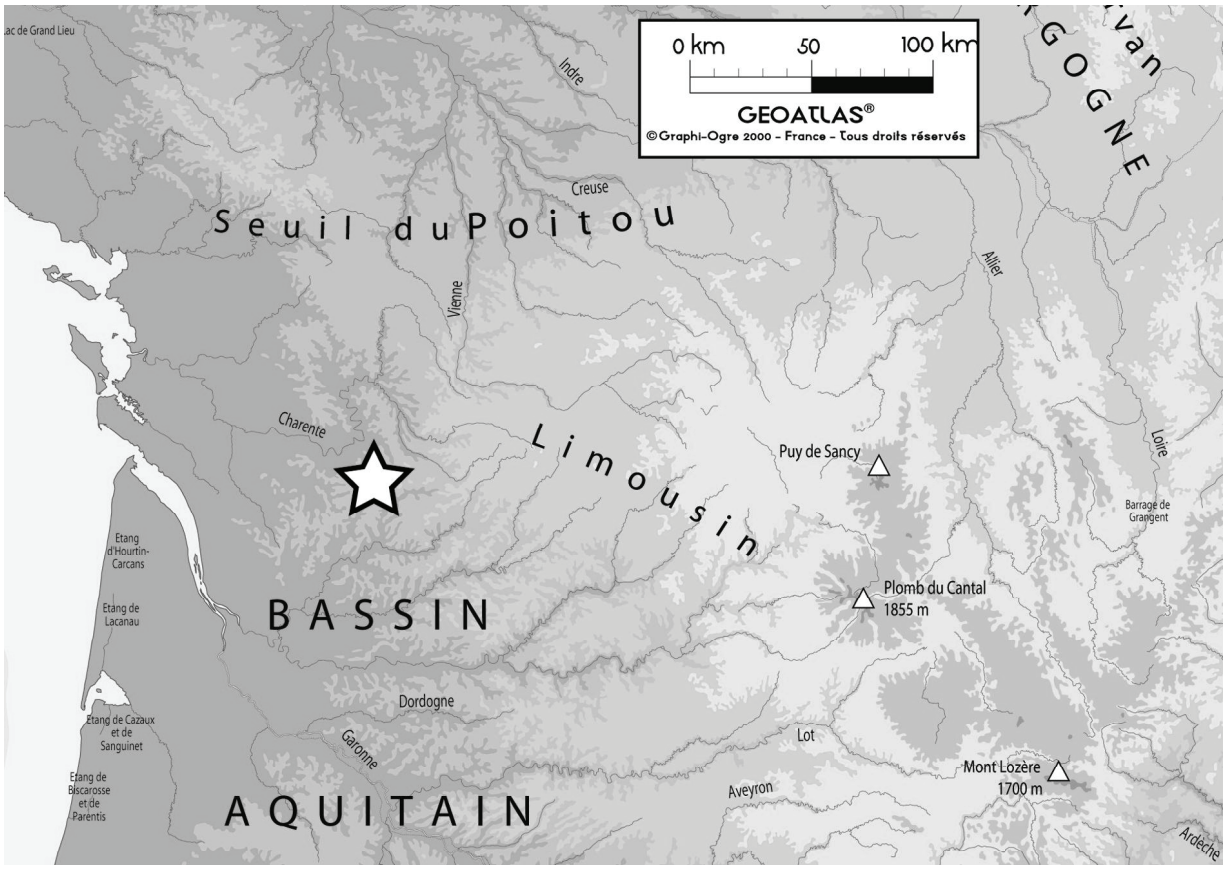


Figure 78 : La Quina - Situation Géographie du site de La Quina marqué par l'étoile blanche.

I-2 Implantation du site dans son environnement

Le site se trouve aujourd'hui au pied d'une petite falaise de calcaire turonien. D'un point de vue hydrographique, La Quina se situe dans la vallée du Voultron affluent de la Lizonne. Nous sommes là dans le contexte du bassin versant de la Dordogne par l'intermédiaire de la Dronne puis de l'Isle. Le gisement se trouve ainsi à la limite des bassins versant charentais et girondin. Au Nord du site, de petites vallées entaillent les calcaires crétacés suivant une orientation sud-est/nord-ouest en direction de la Charente, alors qu'au Sud, c'est suivant un axe nord-est/sud-ouest que les affluents s'écoulent, vers la Dordogne. La Quina occupe donc une position toute particulière au sein de l'environnement charentais.

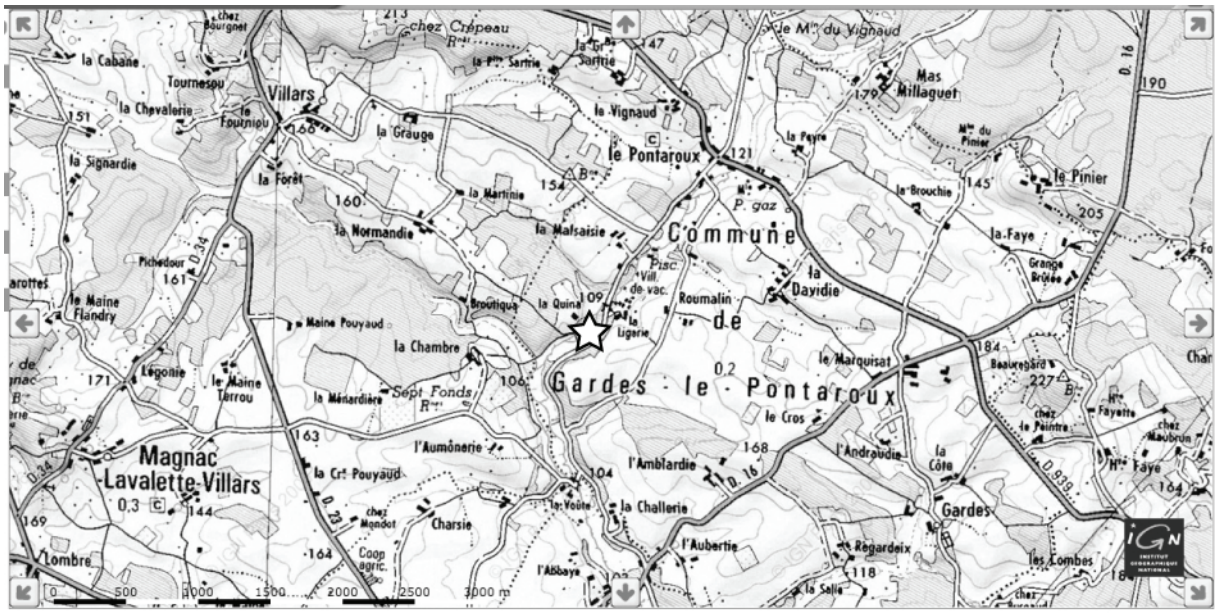


Figure 79 : La Quina - Position du gisement de La Quina (étoile blanche) , d'après Géoportail, IGN.

I-3 Géologie

La flexure de Vendoire-Rodensac a une grande importance quant à la distribution des terrains (Figure 80) et «*conditionne l'existence de deux régions naturelles distinctes* » (Platel, 1982 ; p. 3):

- Au Sud-Ouest, le pays de la Champagne charentaise est découpé par les cuestas du calcaire campanien en combes et vallons encaissés, l'ensemble formant un paysage accidenté. Dans cette zone, J.-L. Platel (1982) souligne la présence de terrains siliceux du Tertiaire (principalement des sables et des argiles) ainsi que le cortège des plantes silicicoles (bruyères, genêts, châtaigniers, fougères) qui les accompagne.
- À l'inverse, au Nord-Est, dans la région du gisement de La Quina, « *Le Santonien, le Coniacien et le Turonien engendrent des plateaux au modelé beaucoup plus émoussé et aux paysages très ouverts* » (Platel, 1982 ; p. 3). Ces structures calcaires sont très fréquemment recoupées par de petits cours d'eau dont les dépôts alluviaux donnent souvent naissance à d'importantes formations de marais et de tourbières comme celles de la Lizonne et celles du Voultron distantes de 6 Km du gisement.

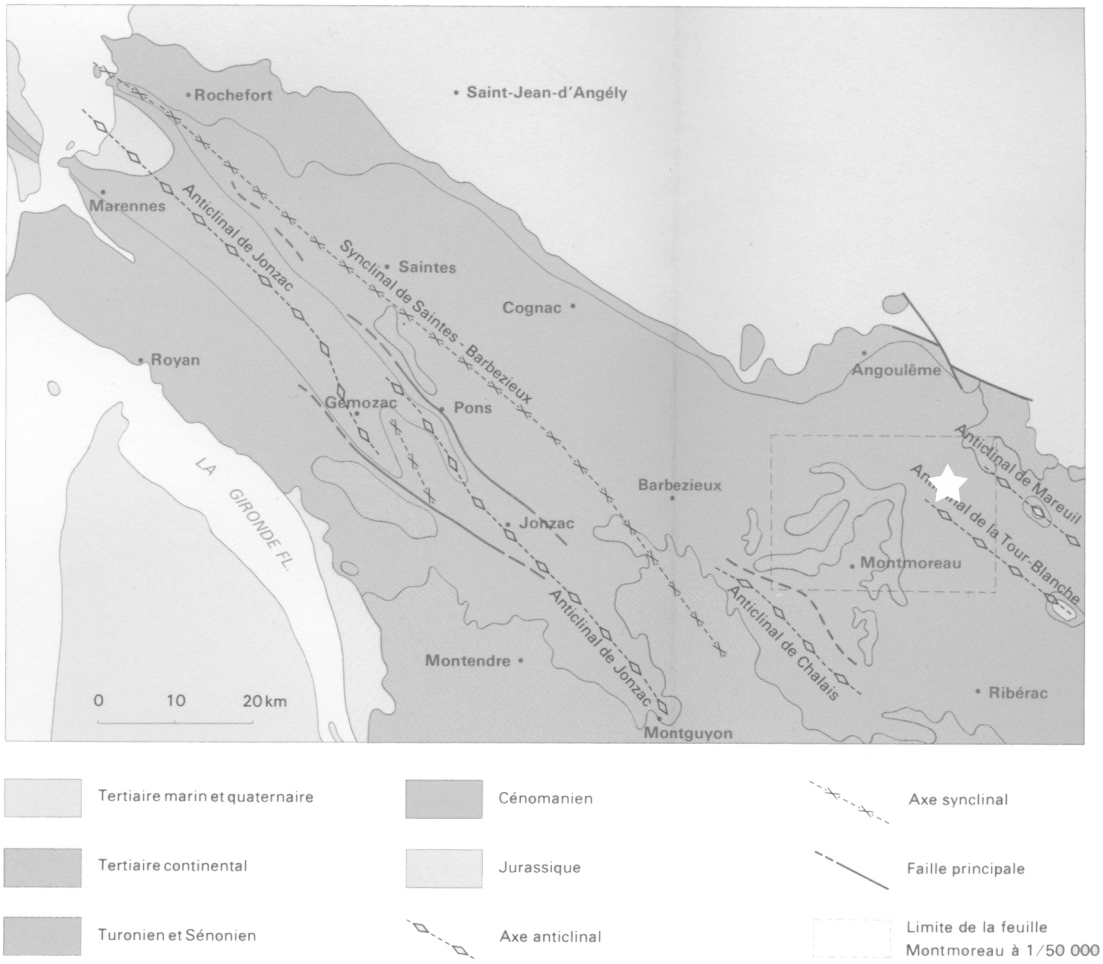


Figure 80 : La Quina - Schéma structural de la Charente (d'après Platel, 1982), le site est positionné par l'étoile

Plusieurs formations livrent des roches siliceuses. Citons, en particulier, le calcaire crayo-marneux du Campanien et son silex gris ainsi que le silex noir du Santonien, dont les affleurements ne sont distants que de quelques centaines de mètres des stations de La Quina.

C'est dans cette formation Santonien que se trouve la plupart des grottes et abris des Charentes.

II Le gisement

La Quina est un site en pied de falaise dont l'extension atteint plus de 300 mètres (Bierwirth, 1996 ; Debénath et Jelinek, 1998), à quelques mètres au-dessus du cours actuel du Voultron.

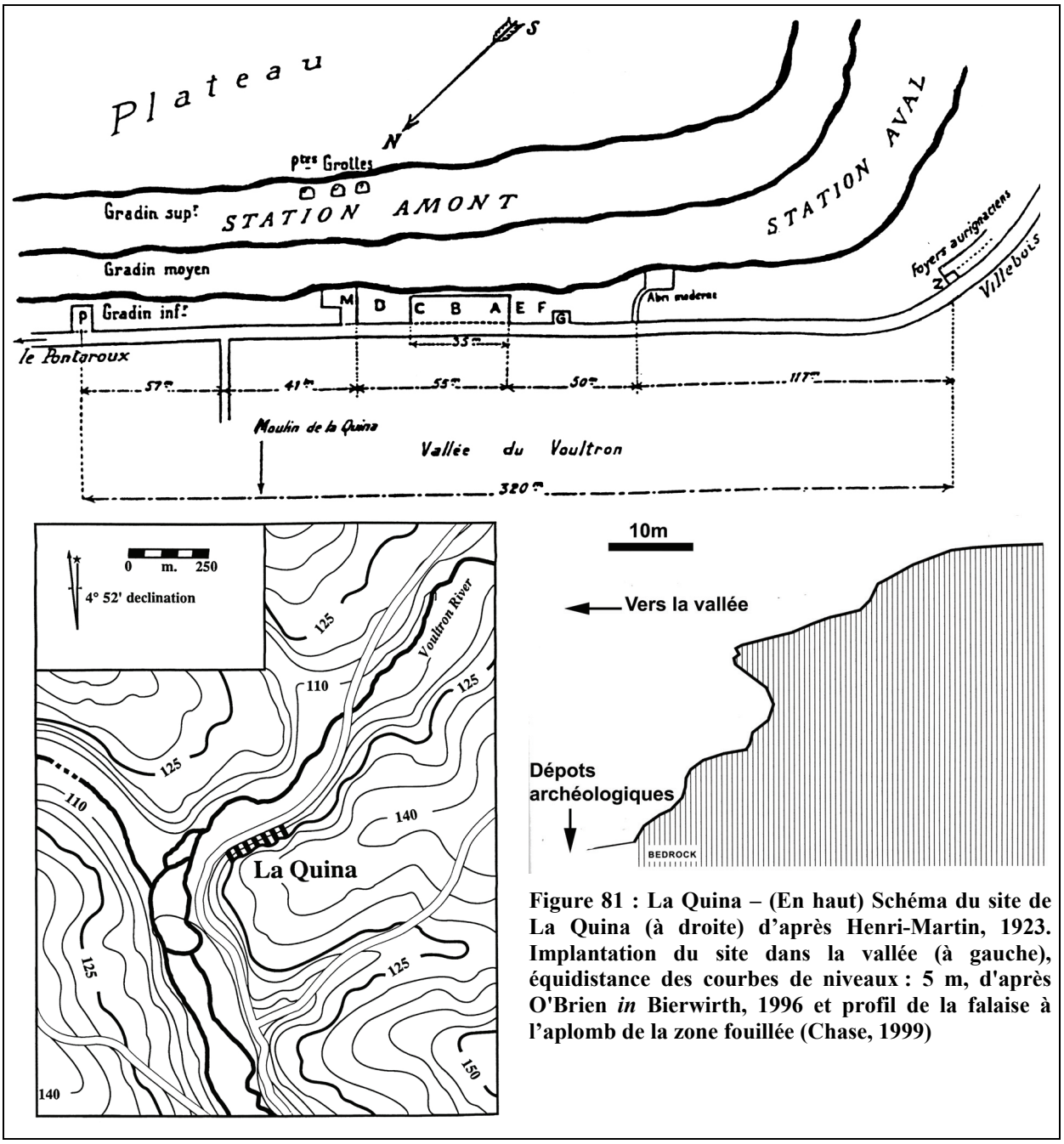


Figure 81 : La Quina – (En haut) Schéma du site de La Quina (à droite) d'après Henri-Martin, 1923. Implantation du site dans la vallée (à gauche), équidistance des courbes de niveaux : 5 m, d'après O'Brien *in* Bierwirth, 1996 et profil de la falaise à l'aplomb de la zone fouillée (Chase, 1999)

Trois locus ont été identifiés au sein du site. Le premier à avoir été fouillé de manière extensive, correspond aux trois petites grottes qui dominent la falaise calcaire mais très peu d'informations sont disponibles. Le site proprement dit est constitué de deux stations : la Station Amont, éponyme du Moustérien Quina, et la Station Aval qui a livré l'ensemble de la séquence transitionnelle (Moustérien, Châtelperronien et Aurignacien).

II-1 Historique

Découvert en 1872 par G. Chauvet qui y fouille trois grottes, les stations sont mises au jour par les travaux d'aménagement de la route reliant Villebois-la-Valette à Pontaroux en 1881. Après les fouilles de 1886 de I. Romannet, le Dr L. Henri-Martin reprend la fouille du site de 1905.
La découverte de nombreux restes humains provenant de 21 individus néandertaliens (Henri-Martin, 1923 ; Tillier et Vandermeersch *in* Debénath et Jelinek, 1998 ; Verna, 2006), la possible sépulture de l'un d'entre eux et la définition du techno-complexe Quina ont fait la renommée du site.
Les fouilles, interrompues pendant plusieurs années, sont reprises par la fille du Dr L. Henri-Martin jusqu'à la mort de cette dernière en 1975. Les dernières campagnes de fouilles ont été dirigées par A. Debénath et A. J. Jelinek de 1985 à 1994.

II-2 La fouille Debénath-Jelinek

Deux locus (Figure 81) ont concentré l'intérêt des fouilleurs : le locus 1 correspondant à la tranché C de L. Henri-Martin, et le locus 2 (ou *Bone-bed*) correspondant à la station G de Germaine Henri-Martin (Chase *et al.*, 1994 ; Debénath et Jelinek, 1998) qui ne sera pas développé ici. Le premier locus a été fouillé sur deux secteurs (Figure 1): la partie proche de la paroi (ou coupe Nord) correspond aux niveaux supérieurs (1à 8) et la partie la plus distale du gisement (coupe Sud) concerne les niveaux les plus anciens (A à Q).
L'ensemble des pièces osseuses identifiables et les esquilles non-déterminables de plus de 3 cm ont été systématiquement ramassés (Debénath et Jelinek, 1998). Le repérage tridimensionnel des vestiges s'est effectué *via* l'emploi d'un théodolite laser (Dibble et McPherron, 1988). L'ensemble du sédiment a été tamisé suivant des mailles de 10 et 5 mm.

II-3 Stratigraphie (d'après Debénath et Jelinek, 1998)

La stratigraphie établie par A. Debénath et A. J. Jelinek (1998) constitue la stratigraphie de référence pour ce gisement (Figure 82).

Coupe Nord

Dans la partie Nord de la coupe, huit couches ont été définies.

Couche 1 : terre arable contenant quelques éclats de silex et fragments osseux remaniés ;

Couche 2 : d'une épaisseur maximale de 50 cm, cette couche est constituée d'un sédiment sablo-argileux contenant, au sommet (2a), de nombreuses plaquettes calcaires et, à la base, un éboulis calcaire légèrement émoussé ;

Couche 3 : gros éboulis comptant des vides interstitiels importants ;

Couche 4 : les vingt centimètres d'éboulis qui constituent cette couche ont été divisés sur la base de critères sédimentologiques en deux faciès : 4a et 4b ;

Couche 5 : mince niveau de plaquettes émoussées ;

Couche 6 : cet ensemble de couleur grise en raison de la concentration d'os brûlés et de cendre (Debénath et Jelinek, 1998) est subdivisé en quatre niveaux d'une épaisseur totale de 50 cm.

- 6a : éboulis de petites dimensions ;
- 6b : « *niveaux caillouteux formés d'éléments émoussés* » (Debénath et Jelinek, 1998) ;
- 6c : « *moins riche en cailloux, ce niveau dont les éléments sont plus petits qu'en 6a est très cendreux* » (Debénath et Jelinek, 1998) ;
- 6d : « *niveau caillouteux s'insérant en biseau dans 6c* » (Debénath et Jelinek, 1998) ;

Ce niveau, riche en matériel archéologique, est qualifié de dernier habitat moustérien par G. Henri-Martin (*in* Debénath et Jelinek, 1998).

Couche 7 : couche calcaire jaunâtre d'une épaisseur maximale de quinze centimètres ;

Couche 8 : couche partiellement fouillée, riche en fragments osseux.

Coupe Sud

Dix-sept ensembles sédimentaires ont été reconnus dans cette partie de la coupe C.

Couche A-B : colluvions formées de blocs et fragments calcaires ;

Couche C : d'une épaisseur comprise entre 10 et 25 centimètres, elle est constituée de cailloutis et de plaques calcaires noyés dans un sédiment interstitiel diffus composé de fragments d'os brûlés. D'après A. Debénath (*in* Debénath et Jelinek, 1998), elle correspondrait à la couche 8 de la coupe Nord. Cette couche est cryoturbée dans sa partie sud ;

Couche D : épais de 50 cm, cet ensemble de deux sous-couches (D1 et D2) est aussi affecté par des phénomènes de cryoturbations ;

Couche E : des blocs volumineux (d'une trentaine de centimètres) constituent cette couche dont l'épaisseur maximale peut atteindre 60 cm. Le sédiment interstitiel est limono-sableux ;

Couche F : colluvions argilo-limoneuses d'une épaisseur de 15 centimètres ;

Couche G : « *Cet ensemble se subdivise en trois niveaux qui sont ravinés vers le Nord par la couche E. Il présente un fort pendage sud-nord* » (Debénath et Jelinek, 1998, p. 36). G1 (35 cm), qui se différencie de G2 et G3 sur des bases sédimentaires, est constitué de petits éboulis et a livré, notamment, plusieurs éléments osseux en connexion anatomique ;

Couche J : niveau limono-sableux (10 cm) constitué de petits éboulis ;

Couche K : niveau limono-sableux (10 cm) constitué de petits éboulis avec des éléments plus grossiers ;

Couche L : épaisse de 20 cm, cette couche argilo-limono-sableuse n'a été que partiellement fouillée ;

Les **couches M, N, O, P** et **Q** n'ont été fouillé que sur un mètre carré et n'ont pas été analysés d'un point de vue archéozoologique.

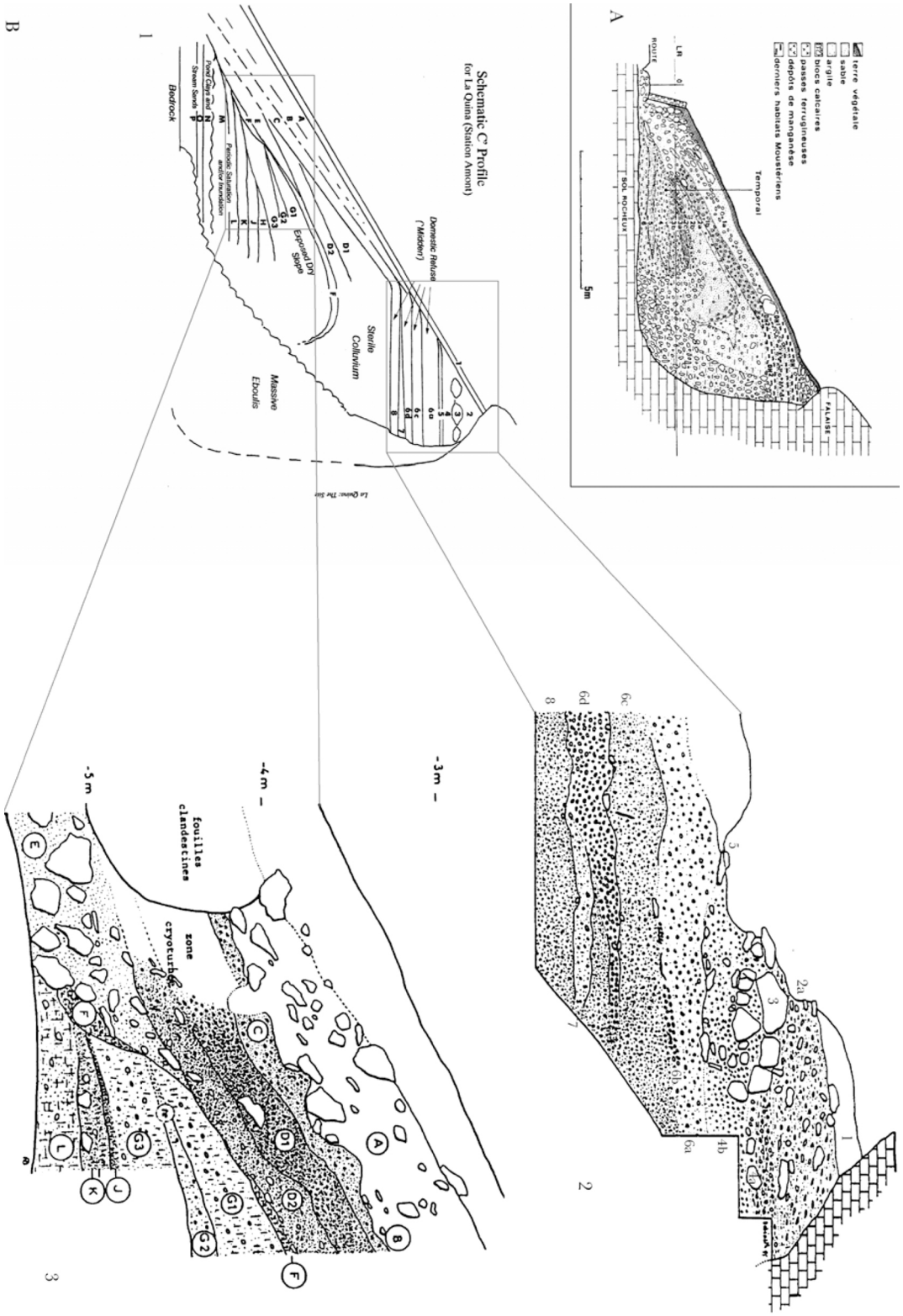


Figure 82 : La Quina- Synthèse de la stratigraphie de la tranchée C (*in* Thiébaut, 2005, p. 290, figure 223) :A, coupe stratigraphique de la tranchée ; d'après G. Henri-Martin 1969 ; B, coupes stratigraphiques de la tranchée C par A. Debénath et ses collaborateurs, n°1, coupe schématique ; n° 2,coupe des niveaux supérieurs et n° 3, coupe des niveaux inférieurs (*in* Bierwirth 1996).

Structures

Aucun foyer n'a été retrouvé dans le secteur C (Locus 1) (Debénath et Jelinek, 1998) ; en revanche une structure a été identifiée à la fouille (Figure 83) et décrite comme étant une « fosse » (Debénath *in* Debénath et Jelinek, 1998). Caractérisée par une ouverture subcirculaire d'une largeur de 70 à 80 centimètres, cette structure « *a été creusée depuis la partie supérieure de la couche 6a et affecte 6b, 6c, 6d, 7 et le sommet de la couche 8* » (Debénath *in* Debénath et Jelinek, 1998, p. 37) ; elle se développe sur une profondeur de 50 centimètres (Figure 83). Le remplissage de cette « fosse » est constitué d'éléments caillouteux de fortes dimensions (certains dépassant les trente centimètres de longueur, mais d'une épaisseur maximale de 7 à 8 cm). Ce type de dalles n'a pas été rencontré ailleurs sur le gisement lors de la fouille. Des « remontages » entre dalles ont fait penser aux auteurs que le « *comblement de la fosse a été effectué par les Moustériens sans soins particuliers et que plusieurs remplissages et vidanges de la fosse se sont peut-être succédés.* » (Debénath *in* Debénath et Jelinek, 1998, p. 38). « *Peut être s'agissait-il d'une fosse permettant la conservation d'aliments (viande conservée entre deux passages des chasseurs dans un sol congelé)* ? » (Debénath, *in* Debénath et Jelinek, *op. cit.,* p. 38).

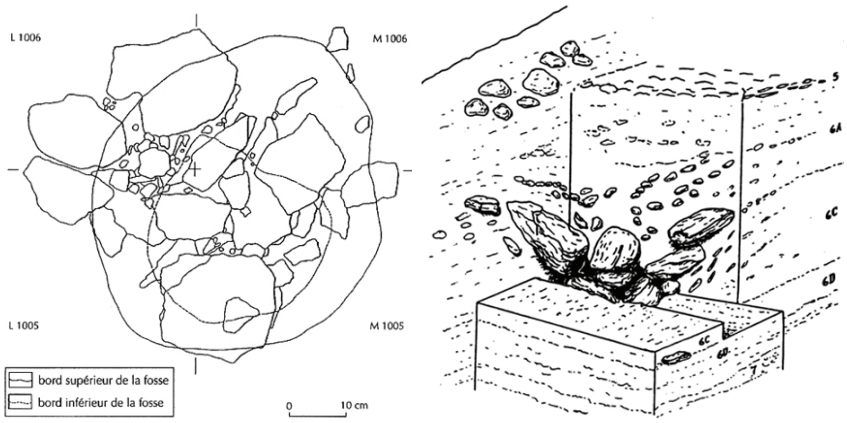


Figure 83 : La Quina – À gauche : relevé de la structure interprétée comme une fosse (in Debénath et Jelinek, 1998). À droite : représentation schématique de la fosse (d'après Jelinek, 1990 in Bierwirth, 1996, p. 19).

II-4 Archéostratigraphie et étude du matériel lithique de la coupe Nord

L'étude de l'industrie lithique a été conduite par A. Debénath, H. L. Dibble et A J. Jelinek (1999) ainsi que par S. L Bierwirth (1996) qui a fourni une étude détaillée et un décompte précis de l'assemblage. Nous ne proposons qu'une brève description des travaux sur l'industrie lithique et renvoyons à la synthèse détaillée proposée par C. Thiébaut (2005) pour une description plus complète de ces industries. Signalons enfin que S.-J. Park une thèse consacrée à l'étude de l'industrie moustérienne en s'intéressant « *particulièrement aux stratégies d'approvisionnement en matière première et à l'existence éventuelle d'une ramification des systèmes de production lithique* » (Thiébaut, 2005, p. 294).

Couches 2, 4 et 5 : ces couches ont fourni un grand nombre d'encoches et de denticulés et autres outils. Sur ces critères, le matériel issu de ces couches a été attribué au Moustérien à denticulés ;
Couche 6 a,b et c : ces unités ont livré un ensemble lithique riche également attribué au Moustérien à denticulés ;
Couche 6d : cet ensemble a livré des bifaces et des éclats de ravivage qui ont permis de l'attribuer au Moustérien de tradition acheuléenne de type B (S. L. Bierwirth, 1996 ; Debénath et Jelinek, 1998) ;
Couche 8 : située sous le stérile constitué par la couche 7, cet ensemble stratigraphique présente une industrie de type Moustérien à denticulés.
À l'exception du niveau 6d, qui, par la présence d'éclats de retouche d'objet bifaciaux a été attribué au MTA de type B, l'ensemble des industries retrouvées dans le secteur Nord du Locus 1 ont pu être rattachées au Moustérien à denticulés (Bierwirth, 1996 ; Debénath et Jelinek, 1998 ; Thiébaut, 2005). Principalement réalisés sur silex, les denticulés et les encoches qui dominent très largement l'outillage sont confectionnés *via* un débitage de type discoïde (Bierwirth, 1996). S. L. Bierwirth (1996) voit une augmentation au sein de la stratigraphie de la coupe Nord des outils domestiques et interprète ce fait comme un témoignage d'une augmentation des activités menées sur le site et donc de la durée d'occupation.
Pour le niveau 6c (sur lequel nous avons réalisé notre échantillonnage), cet auteur souligne que l'ensemble des étapes de réduction du nucléus est présent et que les éclats brûlés sont fréquents.

II-5 Anthropologie

De nombreux vestiges humains ont été découverts lors des différentes campagnes de fouilles (Vandermersh et Tillier *in* Debénath et Jelinek, 1998 ;Verna, 2006). Les différentes études ont permis d'attribuer ces vestiges à 21 individus rattachés au taxon *H. neanderthalensis* (Verna, 2006). À la base de la stratigraphie, l'individu Q5 pourrait avoir été inhumé (Verna, 2006).

II-6 Chronostratigraphie

Plusieurs séries de datations ont permis de préciser la chronostratigraphie du gisement. Des datations radiométriques ont été réalisées dans les années 1960 par G. Henri-Martin (1965) sur l'ensemble 6 et ont livré une date de 32 250 ± 530 BP. L'ancienneté de la méthode ainsi que le jeune âge de la date, nous poussent à la rejeter. N. Mercier et H. Valladas (*in* Debénath et Jelinek, 1998) ont réalisé des datations par thermoluminescence sur le matériel des fouilles récentes. Deux silex brûlés ont été datés pour le niveau 6a et ont donné un âge moyen de 43,0 ± 3,6 Ka, rattachant le niveau au stade isotopique 3. Pour la couche 8, deux autres silex ont été testés et ont fourni deux datations 44,5 ± 4,2 kans et 53,0 ± 5,0 Ka. Les auteurs rejettent la deuxième (pour des problèmes de possible contamination de l'échantillon) au profit de la première.

II-7 Étude de la faune

Bien que L. Henri-Martin ait proposé une analyse des vestiges osseux provenant de ses propres fouilles (1906, 1923), il s'est avéré que le découpage stratigraphique qu'il avait employé englobait des ensembles archéologiques différents (les unités stratigraphiques 5 à 8 étaient regroupées dans l'ensemble DH2 de L. Henri-Martin), rendant les résultats qu'il a obtenus difficilement mobilisable.

Concernant les fouilles Debénath et Jelinek pour le Locus 1, l'étude de la faune n'a concerné qu'un échantillon de vestiges provenant de la fouille de la coupe Nord ; elle a été menée en deux étapes : D. Armand (1990, 1998, 2005 ; Armand *in* Debénath et Jelinek, 1998) a réalisé l'ensemble des déterminations et l'étude paléontologique des restes recueillis lors de la fouille, Ph. G. Chase (1999, Chase *et al.*, 1994 ; Chase *in* Debénath et Jelinek, 1998), quant à lui, en faisait l'étude archéozoologique (états d'altérations, modifications anthropiques, fracturation et profils squelettiques). Il a aussi procédé à l'étude des représentations différentielles des éléments anatomiques.

II-7-a Paléontologie.

Sur l'ensemble de la séquence, trois espèces dominent : le Cheval (couches 2 à 4b), le Bison (couches 6a à 6d) et enfin le Renne (couche 8). Le Cerf, l'Hydruntin, le Chevreuil, le Sanglier, le Mégacéros et le Rhinocéros se caractérisent par une présence plus anecdotique (Armand *in* Debénath et Jenilek, 1998). Lors de son étude des vestiges dentaires et osseux de *Bovinae* des niveaux 2 à 6d, D. Armand (2005) conclut, sur la base de critères morphologiques et métriques, à l'absence de vestige attribuable à l'Aurochs. Elle rapproche l'ensemble des restes de Bovinés au Bison des steppes (*Bison priscus*). Les Carnivores sont rares et, excepté dans le niveau 6d ou leur proportion se rapproche des 5%, ils restent toujours inférieurs à 2% du nombre total de restes déterminés (Tableau 32).

Taxon	**2a**	**2b**	**4a**	**4b**	**6a**	**6b**	**6c**	**6d**	**8**
Crocuta spelea				1			2	2	1
Meles meles									1
Canis lupus					4			1	3
Vulpes vulpes					6				2
Sus scrofa								1	
Cervus sp.				1	16		11	21	4
Megaloceros sp.					1				
Capreolus capreolus								1	1
Rangifer tarandus	2	37	13	105	243	1	15	42	**2304**
Bovinae	21	97	15	270	**611**	**19**	**225**	**70**	81
Coelodonta antiquitatis			1						1
Equus caballus	**33**	**302**	**45**	**508**	99	2	20	17	169
Equus hydruntinus		1		1	2				
Total	**56**	**437**	**74**	**886**	**982**	**22**	**273**	**155**	**2567**

Tableau 32: La Quina - Spectre faunique établi par D. Armand et basé sur un échantillon du stock faunique recueilli pendant les campagnes dirigées par A. Debénath et A. J. Jelinek. Le taxon dominant pour chacun des niveaux a été surligné (d'après Armand in Debenath et Jelinek, 1998).

Biochronologie et Paléoenvironnement

En se basant sur la présence de la sous-espèce *Equus caballus gallicus* au sein des Equidés du niveau 4b, D. Armand (1998 ; Armand *in* Debénath et Jelinek, 1998) attribue ce niveau à la deuxième moitié du stade isotopique 3.

L'utilisation des associations d'herbivores de F. Delpech et collaborateurs (1983) permet de percevoir un changement majeur dans la faune chassée entre le niveau 8 et le niveau 6d (Figure 84). En effet, les herbivores de milieu ouvert arctique, qui dominaient précédemment, cèdent leur place aux herbivores de milieu ouvert non-arctique, ce qui suggère une légère amélioration climatique (Armand *in* Debenath et Jelinek, 1998). Si l'on considère que la présence de restes d'espèces de milieu forestier n'est pas le fait d'un changement dans les stratégies de prédation (comme par exemple une diversification des zones de chasses, une exploitation saisonnière différente du milieu…), la phase 6d – 6c correspond alors à une période de redoux qui voit le développement de forêts dans les environs du site.

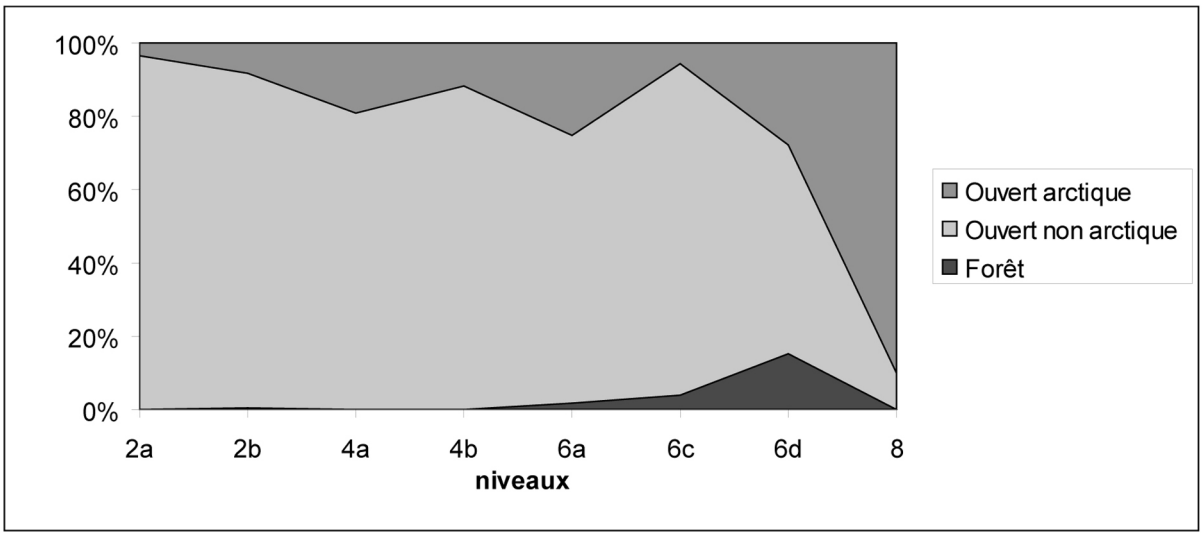


Figure 84 : La Quina - Fréquence relative des groupes d'herbivore de Delpech et collaborateurs (1983) en fonction des niveaux considérés, d'après les données de D. Armand (*in* Debenath et Jelinek, 1998). L'unité 6b, dont le nombre de restes déterminés est de 20, a été retirée du graphique.

II-7-b Archéozoologie

Nous ne présenterons ici que les résultats obtenus pour la couche 6 qui est celle sur laquelle s'est effectué notre échantillonnage.

D'après Ph. G. Chase (1999), la sur-représentation des dents par rapport aux os alvéolaires témoignerait d'un problème de conservation différentielle de l'os par rapport aux tissus dentaires[24].

[24] Cet argument est particulièrement discutable et deux remarques peuvent lui être opposées. Tout d'abord, chaque os ayant une structure différente, il n'est pas possible de généraliser un problème de conservation d'un élément (qui est d'ailleurs l'un des plus fragiles du squelette), à l'ensemble du squelette (*e. g.* Lyman, 1994).

L'étude de la représentation différentielle des éléments anatomiques montre une sous-représentation des éléments à forte valeur nutritive (Fémur, Tibia, Humérus). Selon Ph. G. Chase, ce « *Head and foot pattern* » (*e. g.* Bartram et Marean, 1999) pourrait résulter de deux phénomènes : une consommation par les carnivores ou un transport humain. La faible fréquence de traces de carnivores et l'impact anthropique considérable dans les deux ensembles étudiés, lui font conclure à une origine anthropique de l'accumulation (Figure 85). L'hypothèse d'un transport, par les hommes, des éléments les plus riches hors du site est alors avancée (Chase, 1999).

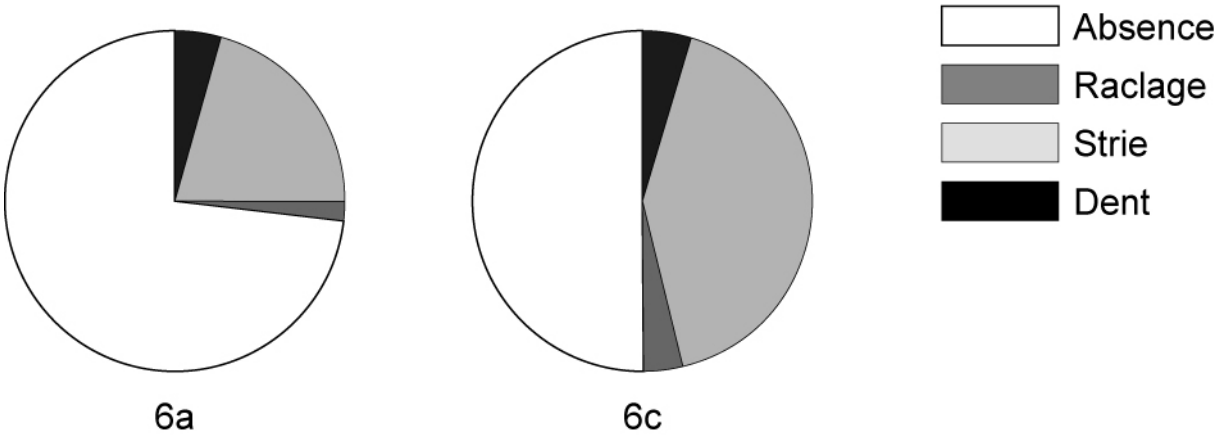


Figure 85 : La Quina - Quantification des traces anthropiques (strie de découpe et raclage) et de carnivore sur les pièces "lisibles" attribuées au Boviné des ensembles 6a et 6c. Modifié d'après Ph. G. Chase, 1999.

Il rejoint alors A. J. Jelinek, H. A. Dibble et A. Debénath (1989) dans leur idée quant à l'utilisation du site comme site d'abattage et suggère « *it is possible that the bisons at La Quina were killed in drives over the cliff that overlooks the site* »[25] (Chase, 1999, p. 182).

Données populationnelles

Bien qu'aucune estimation du NMI ne soit disponible, il paraît réaliste de proposer que cette accumulation résulte de l'abattage de plus d'une ou de plusieurs centaine(s) d'individu(s). L'étude des populations de bovinés chassés a été conduite par D. Armand (2005).

Cet auteur a mis en évidence une courbe d'abattage de type catastrophique, en se fondant sur l'usure dentaire (Armand, 2005). De la même manière, en utilisant la méthode des éruptions et usures dentaires de C. A. Reher et G. C. Frison (1980), elle obtient une estimation de la saison de mort pour l'ensemble des Bovinés des couches 2 à 6 (Figure 86). Ainsi, propose-t-elle une saison de mort s'étalant de la fin de l'hiver au début de l'été.

Deuxièmement et c'est sûrement la plus importante des objections que l'ont peut faire à cette méthode : suivant le taux de fragmentation des éléments, il devient de plus en plus difficile de les identifier. Il pourrait s'agir d'un problème de détermination.

[25] Il est possible que les bisons à La Quina aient été tués en les faisant tomber de la falaise qui domine le site.

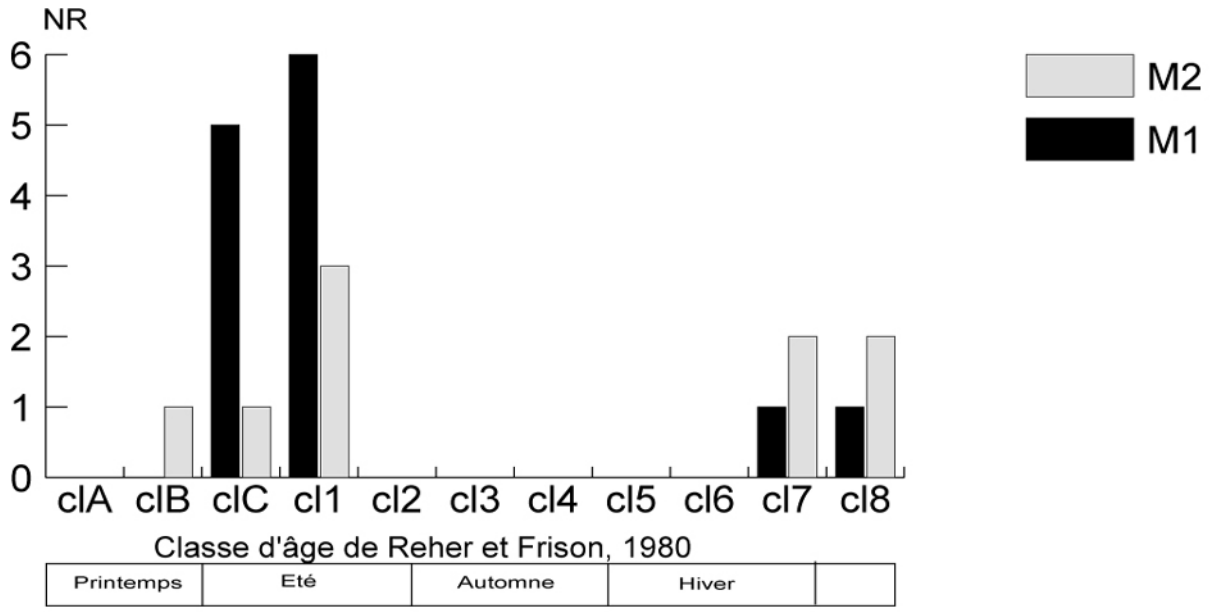


Figure 86 : La Quina – Représentation des résultats obtenus par D. Armand (2005) sur les saisons d'abattages du Bison, d'après les degrés d'éruption et d'usure des M1 et M2 inférieurs des couches 2 à 6 en nombre de restes en fonction des classes d'âge définies par Reher et Frison, 1980. En dessous du graphe l'interprétation saisonnière de D. Armand, 2005.

Deux hypothèses peuvent expliquer le schéma saisonnier proposé par l'auteur : soit l'abattage s'est déroulé à deux moments distincts avec une période de chasse en hiver et une deuxième plus importante en été, soit la prédation des taxons a été menée de manière continue de la fin de l'hiver à la fin de l'été, avec simplement une plus grande fréquence en été.

Les os brûlés

L'étude des refus de tamis a été conduite par Ph. G. Chase (1999 ; Chase *in* Bierwirth, 1996). Il met en évidence une quantité exceptionnelle d'os brûlés dans la fraction grossière du tamisage (>5mm), dépassant les 95% du nombre de restes pour chacun des deux niveaux discutés ici. Constatant leur quasi-absence au sein des pièces coordonnées, Ph. G. Chase propose deux origines à l'assemblage osseux : les os non brûlés témoigneraient d'une exploitation *in situ* des carcasses, alors que les os brûlés allochtones (tous de petites dimensions), résulteraient du ruissellement du matériel provenant d'une paléo-occupation du plateau (qui n'a pas put être mise en évidence pour le moment), ou d'une vidange des grottes qui dominent le site (1999 ; Chase *in* Debénath et Jelinek, 1998). Signalons que plusieurs chercheurs sont en opposition directe avec ces interprétations et proposent une seule et même origine pour ces vestiges (D. Armand, com. pers., 2007). Pour A. Jelinek, A. Debénath et H. L. Dibble (1989), après avoir été concassés pour faciliter leur combustion puis mis dans le feu, les os brûlés seraient issus de vidanges de foyers.

III Cémentochronologie

III-1 L'approche saisonnière appliquée au niveau 6c du gisement de La Quina[26]

Dès 1989, A. J. Jelinek, H. A. Dibble et A. Debénath émettent l'hypothèse d'un fonctionnement en site d'abattage. En se basant tant sur l'apparente importation de matières premières exogènes[27], que sur la production lithique, ils proposent aussi une occupation de courte durée en pied de falaise. L'étude de la faune menée par Ph. G. Chase aboutit aux mêmes conclusions sur le Bison, en suggérant qu'il aurait put être poussé du sommet de la falaise. Les courbes d'abattage catastrophique, mises en évidence pour ce taxon semblent confirmer cette hypothèse (Armand, 2005).
Les données saisonnières montrent en revanche, une période de chasse étalée sur une large partie de l'année qui indique soit une occupation étalée dans le temps, soit des occupations successives de courte durée mais dont la récurrence n'est pas liée à une chasse saisonnière du Bison (Armand, 2005). Comme cette étude a été menée sur l'ensemble des niveaux 2 à 6d, on peut se demander si ce schéma saisonnier complexe correspondrait au palimpseste de schémas plus simples, rendus illisibles par la prise en compte simultanée des différents niveaux.
Les migrations du Bison, quand elles ont lieu, se déroulent au printemps (Morgan, 1980 ; Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 1994). Les résultats de l'étude saisonnière qui suggère une présence continue du Boviné dans l'environnement local de La Quina du milieu de l'hiver à la fin de l'été impliquent donc que cette population était sédentaire.

Enfin, les comparaisons avec le gisement de Mauran, très proche par de nombreux aspects (contexte topographique, industrie associée, même Ongulé chassé) étaient assez motivantes.

III-2 Matériel étudié

III-2-a Choix du taxon

Dans son étude, Ph. G. Chase (1999) suggère que le site a fonctionné en site d'abattage uniquement pour le Bison. Pour le Cheval et le Renne son fonctionnement aurait été différent. Le grand Boviné est également le seul taxon du site pour lequel nous avions des données

[26] L'étude cémento-chronologique du gisement de La Quina a été réalisée dans le cadre du projet européen TNT sous la direction française du professeur Roberto Macchiarelli. Nous le remercions de la confiance qu'il nous a témoignée.
[27] Rappelons que l'étude exhaustive de ces mêmes matières n'était pas réalisée lors de la rédaction de leur article, mais que les auteurs se basaient sur leur propre diagnostique.

populationnelles (Armand, 2005). Dans l'objectif d'une comparaison avec Mauran, c'est donc ce taxon qui nous est apparu le plus intéressant à étudier.

III-2-b Choix du niveau

Le choix du niveau a aussi été conditionné par l'avancée des études paléontologiques et archéozoologiques. Seul le matériel issu de la coupe Nord a fait l'objet de ce type d'analyses, c'est, par conséquent, au sein de cet ensemble que s'est pratiqué notre échantillonnage. Il nous fallait des niveaux dominés à plus de 50% par le Bison, et c'est donc tout naturellement la couche 6 qui a retenu notre attention.

Les niveaux 6a et 6c sont très largement dominés par les restes de grands bovinés, qui correspondent respectivement à 62% et 82% du NRDt. Notons d'ores et déjà que, bien que, pour le niveau 6b, la proportion de restes de boviné soit de 86%, la pauvreté de cette couche et le fait qu'elle ait été exclue des analyses archéozoologiques nous a conduit à l'écarter de notre propre étude.

Les résultats de nos prédécesseurs, et plus particulièrement ceux de Ph. G. Chase (1999 ; *in* Debenath et Jelinek, 1998), montraient une histoire taphonomique différentes des assemblages issus des niveaux 6a et 6c. Des différences étaient perceptibles au niveau du spectre faunique, de la représentation des éléments anatomiques mais surtout de l'impact anthropique. En effet, le niveau 6c montre deux fois plus de traces consécutives à l'action humaine que son homologue 6a (45% contre 22%).

Parce que le Bison domine l'assemblage, et parce que nous avons des informations d'ordre paléontologiques et archéozoologiques fiables, notre échantillonnage s'est donc effectué sur le niveau 6c.

III-2-c Matériel sélectionné

Le matériel osseux des fouilles de A. Debénath et A. J. Jelinek, entreposé au Musée des Antiquités Nationales à Saint-Germain-en-Laye, est classé par unité stratigraphique. Le premier travail a consisté à isoler le matériel dentaire du reste de la faune. Nous avons réalisé un NMI de fréquence[28] pour chacune des dents jugales considérées sur place.

Les troisièmes prémolaires permettent de proposer un NMIf de 18 individus auxquels il faut rajouter quatre immatures encore porteur de leur troisième déciduale.

Sur les 22 individus, 12 troisièmes prémolaires inférieures gauches ont été prélevées, soit plus de 50% du NMI.

[28] Ce NMI de fréquence bien qu'imparfait constitue cependant le premier décompte disponible du nombre d'individus pour cet ensemble.

III-3 Test inter-observateurs

La série de La Quina est la première que nous ayons analysée. Dans ces conditions, il nous avait semblé opportun de procéder à un test inter-observateur afin de vérifier la pertinence des déterminations saisonnières que nous proposions à l'époque. Après nos premières observations, les lames ont été confiées à É. Pubert (PACEA, Université Bordeaux 1, UMR 5199) qui a mené son analyse en aveugle.

IV Résultats

Vingt-quatre lames minces ont été réalisées à partir des douze dents retenues.
La plupart des dents présentaient un cément altéré, qui a conduit, dans certains cas, à la perte partielle ou totale de structures saisonnières. Ainsi, sur les douze dents retenues pour l'étude, seulement huit nous ont permis d'aborder la saisonnalité. Pour les quatre autres, deux problèmes ont empêché l'estimation saisonnière.

- deux dents ont montré une fragmentation importante de leur cément probablement liée à des attaques biochimiques ;
- deux autres présentaient une perte de l'enregistrement saisonnier consécutif à une perte de collagène. Pour ces deux dents, ni l'âge ni la saison de mort n'ont pu être déduites de l'observation microscopique du cément.

Les résultats pour chacune des dents sont détaillés dans le Tableau 33.

carrée	Numéro	DENT	W. Rendu		E. Pubert
			Observation directe	Analyse d'image	
QL6	1575	P_3 g.	FBS	FBS	FBS
QL6	1469	P_3 g.	FBS	FBS	FBS
QN6	3940	P_3 g.	FBS	FBS	FBS
QN6	3557	P_3 g.	**Attaque biochimique**	**Illisible**	**BS**
QN6	4209	P_3 g.	FBS	FBS	FBS
QN5	1678	P_3 g.	BS	FBS	FBS
QN5	1543	P_3 g.	FBS	FBS	FBS
QO4	418	P_3 g.	FBS	FBS	FBS
L1	5 895	P_3 g.	**Perte de l'enregistrement**	**Illisible**	**MBS ou FBS**
L1	5 894	P_3 g.	**Perte de l'enregistrement**	**Illisible**	**FBS**
L1	5 981	P_3 g.	**Attaque biochimique**	**Illisible**	**BS**
M5	2500	P_3 g.	FBS	FBS	FBS

Tableau 33 : La Quina – Résultats de l'étude cémentochronologique. Les Différences entre les deux analystes sont en gras.

IV-1 Description des lames minces

Ci-après sont proposées les descriptions des observations et leur interprétation pour six des douze dents.

O4 – 418

Deux lames minces ont été réalisées dans cette troisième prémolaire inférieure de Bison (Figure 87).

Le cément de cette dent semble avoir perdu une partie de ses fibres de collagène, mais aucune segmentation du cément n'est à déplorer. Les structures saisonnières sont encore visibles et permettent de proposer une interprétation. La première ligne de croissance est plus sombre que les suivantes. Six bandes de croissance rapide sont visibles, la sixième à presque fini (ou fini) sa croissance. Le profil permet aisément de le vérifier. La ligne noire qui marque la fin du cément est bien identifiable sur le graphique.

Le bison est mort à **la fin de la bonne saison**.

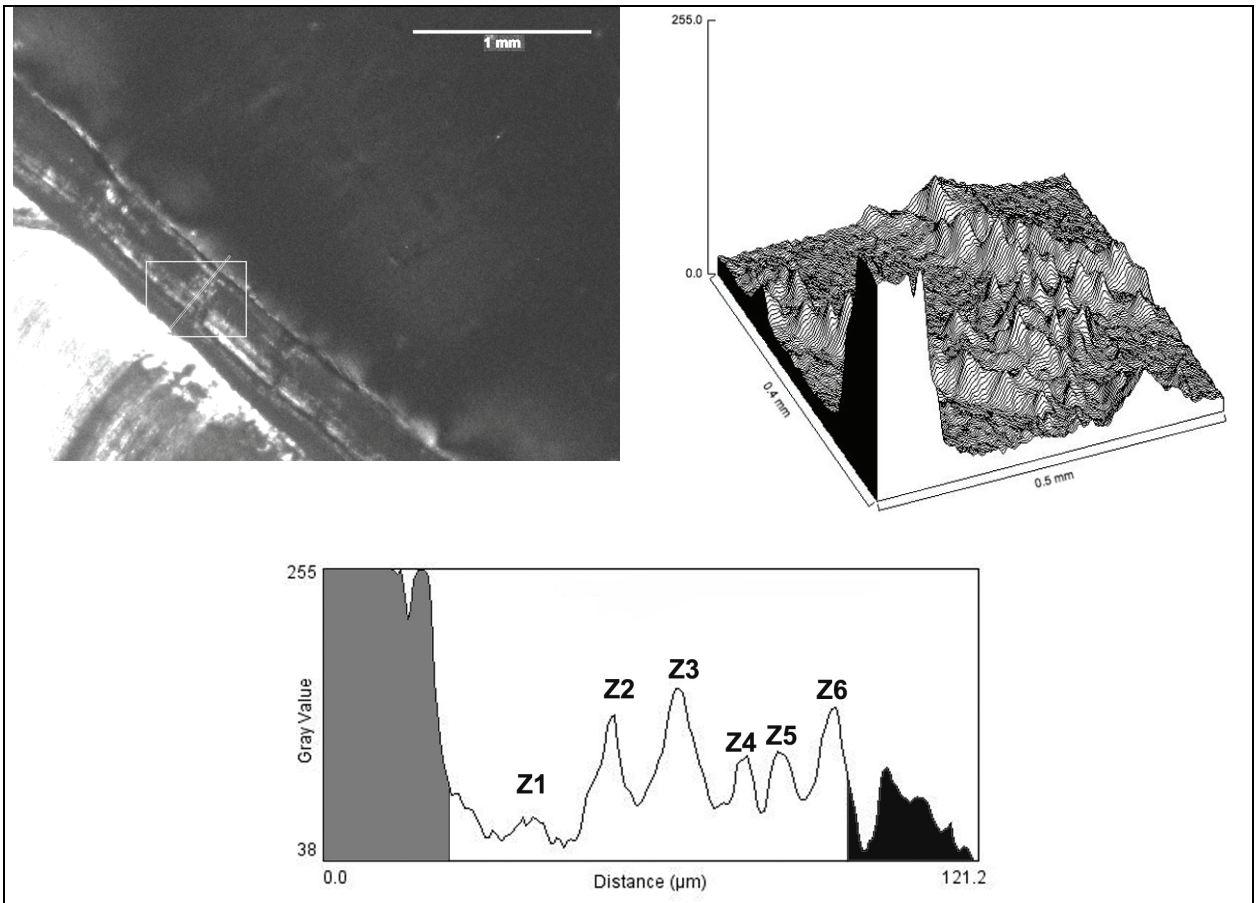
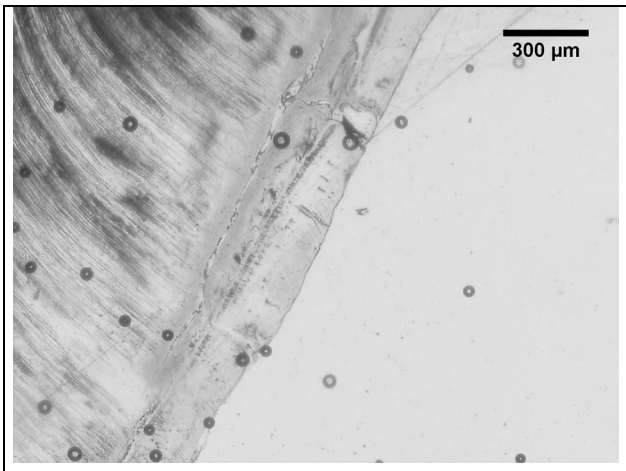


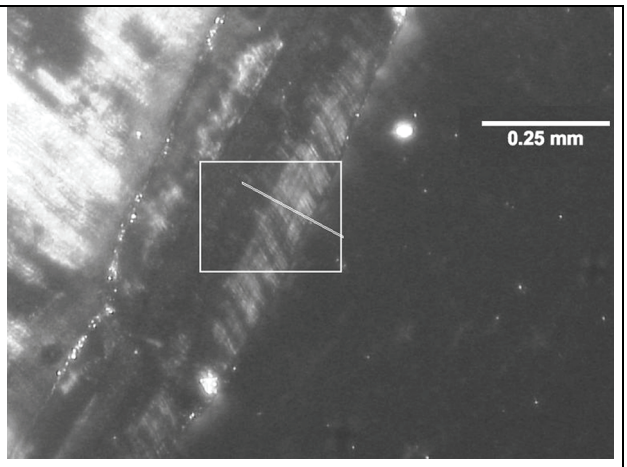
Figure 87 : La Quina - O4-418. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

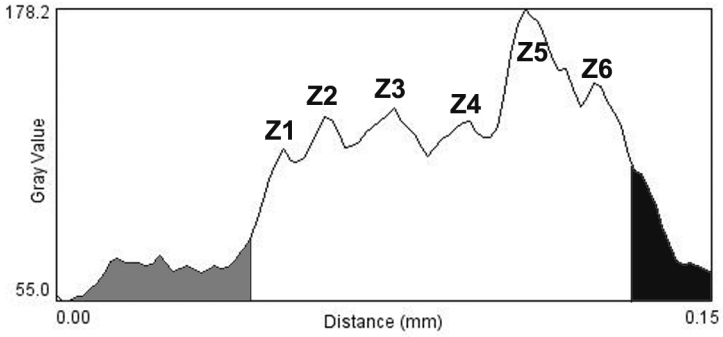
QI6–1575

Deux lames minces ont été réalisées dans cette troisième prémolaire inférieure de Bison. Les structures dentaires sont facilement identifiables sur cette dent. Quelques bulles témoignent d'une prise trop rapide de la résine.

La succession de 6 *zones* et de 5 *annuli* est bien discernable. Le dernier dépôt est une *zone*. L'analyse du profil révèle qu'elle est un peu plus large que la moitié de la précédente. Cette dent appartient à un individu mort en **fin de bonne saison**.







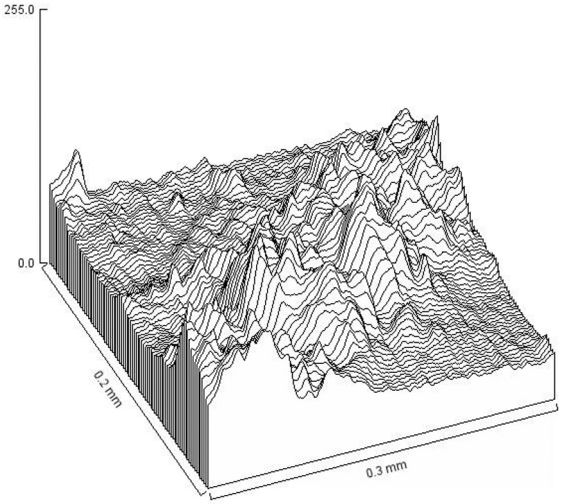


Figure 88 : La Quina - QI6-1575. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

QN5 – 1543

Deux lames minces ont été réalisées dans cette troisième prémolaire inférieure de bison.
Bien que les tubules de la dentine soient ici facilement identifiables, la faiblesse de contraste entre les différents types de dépôts au sein du cément suggère une perte d'une partie de la structure en collagène, ce qui semble être confirmé par l'observation avec insertion de la lame 1/4 d'onde. Dans l'angle SO de la photographie, il est possible de constater une attaque de type *amorphous* (suivant la nomenclature de *Geusa et al.*, 1999, chapitre III) qui oblitère totalement l'information saisonnière. La représentation en pseudo-3D des variations lumineuses est d'une grande aide pour interpréter cette lame, particulièrement pour voir l'extension des bandes de cément et les suivre. Quatre couples de dépôts sont présents, le dernier dépôt est une zone qui a fini sa croissance. L'individu est mort en **fin de bonne saison**.

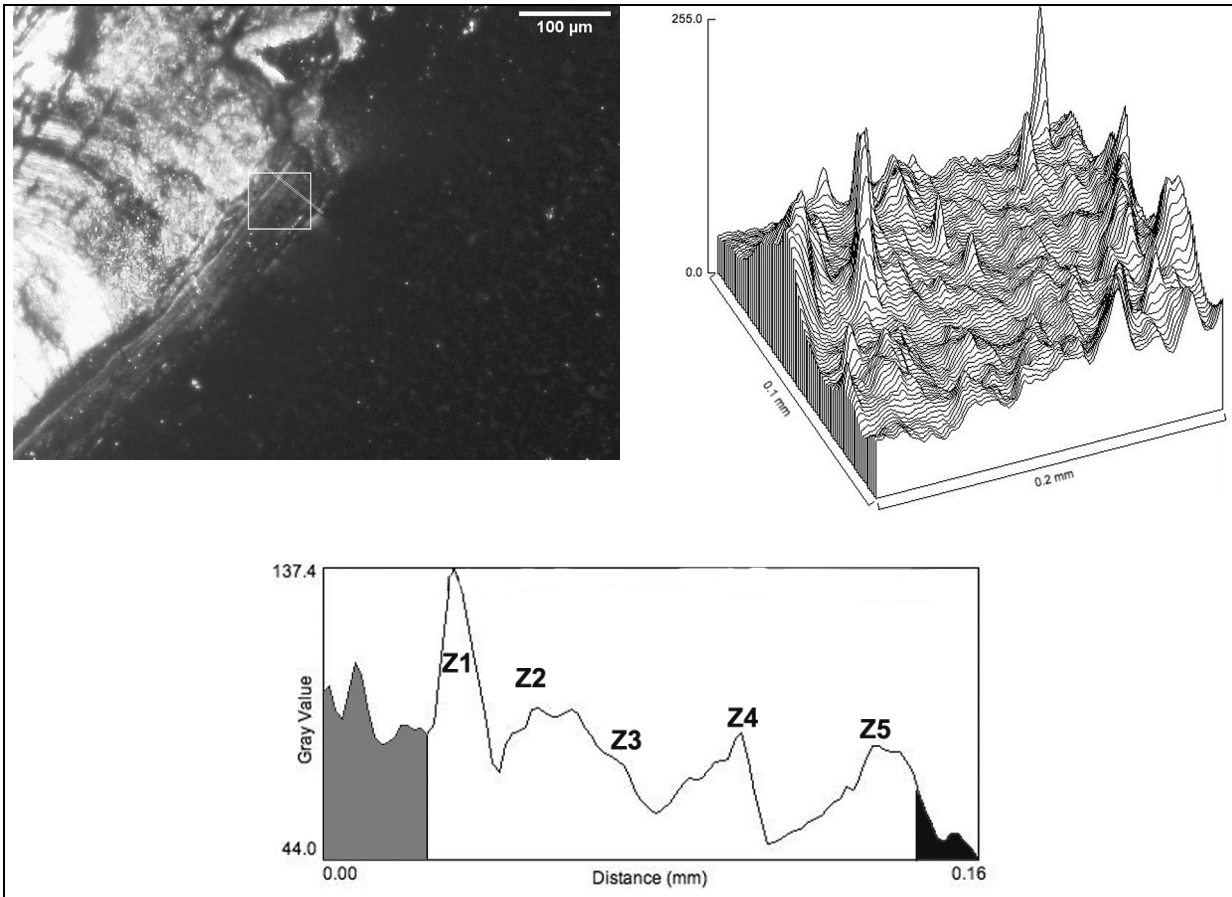


Figure 89 : La Quina – QN5-1543. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

QM5 – 2500

Deux lames minces ont été réalisées dans cette troisième prémolaire inférieure de Bison.

La dent est issue d'une série mandibulaire. Un décollement local du cément le long de la jonction dentine-cément est visible. De plus l'observation en lame 1/4 d'onde permet d'identifier une perte de collagène, entre les deux dernières zones (identifiée sur le profil par la flèche).
Les dépôts saisonniers sont facilement repérés et peuvent être suivis sur l'épaisseur du cément. La représentation en pseudo-3D souligne cette régularité. Cinq couples de bandes sont visibles ; une sixième *zone,* qui est dans la deuxième moitié de son développement, clôt l'enregistrement saisonnier. L'animal est mort en **fin de bonne saison**.

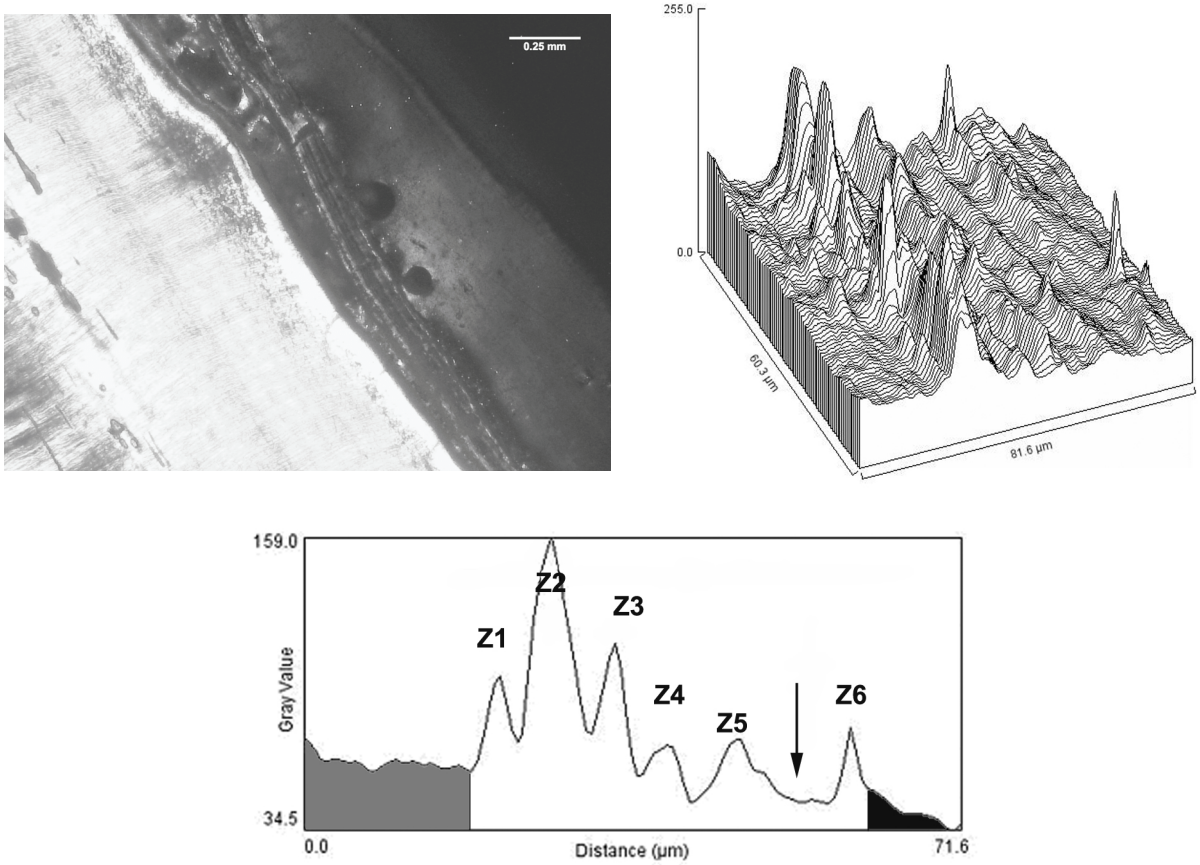


Figure 90 : La Quina – QM5-2500. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

QL6 – 1469

Deux lames minces ont été réalisées dans cette troisième prémolaire inférieure de Bison.
Comme pour la dent précédente un décollement local du cément le long de la jonction dentine-cément constitue la modification majeure affecte les tissus dentaires étudiés. En outre, suite à une probable perte de collagène, l'alternance *zone* – *annulus* n'est pas toujours aisée à distinguer. Pour ce dernier point, l'analyse de la représentation en pseudo 3D est d'une grande aide. De la même manière, l'étude du profil de variation lumineuse met en évidence dans la partie externe du

cément, l'alternance de trois couples de bandes. Une dernière *zone*, de dimension sensiblement égale aux précédentes, clôt les dépôts. La région marquée par un point d'interrogation sur le profil correspond à celle pour laquelle les structures saisonnières sont illisibles.
L'animal représenté par cette dent est mort en **fin de bonne saison**.

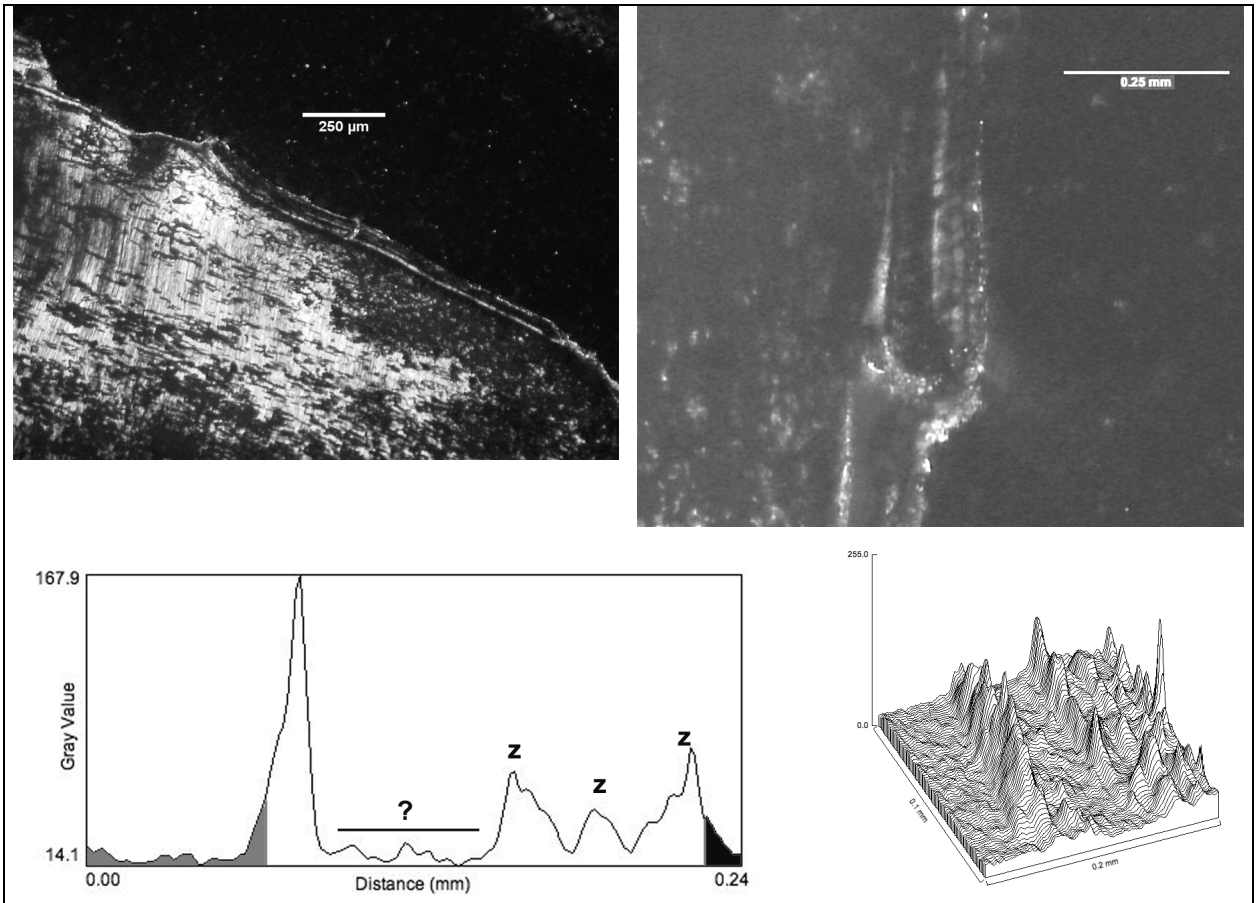


Figure 91 : La Quina – QL6-1469. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le point d'interrogation indique la région du cément pour laquelle les structures saisonnières sont illisibles.

QL1005 – 894

Deux lames minces ont été réalisées dans cette troisième prémolaire inférieure de Bison. L'observation au microscope en lumière naturelle met en évidence deux phases distinctes au sein des matériaux dentaires. Dans la partie la plus intérieure de la dentine, la structure des tubules est particulièrement aisée à distinguer, ce qui n'est pas le cas de la partie externe. Comme on peut le voir sur la photographie, dans cette dernière région, se développent des structures allongées, parallèles les unes aux autres, correspondant vraisemblablement à une attaque microbienne. Cette attaque masque de fait l'enregistrement saisonnier. Le cément présente ici une altération de type *amorphous* (suivant la nomenclature de *Geusa et al.*, 1999, chapitre III). **Aucune information** quant à la **saison de mort** ou même **l'âge à la mort** ne peut être obtenue.

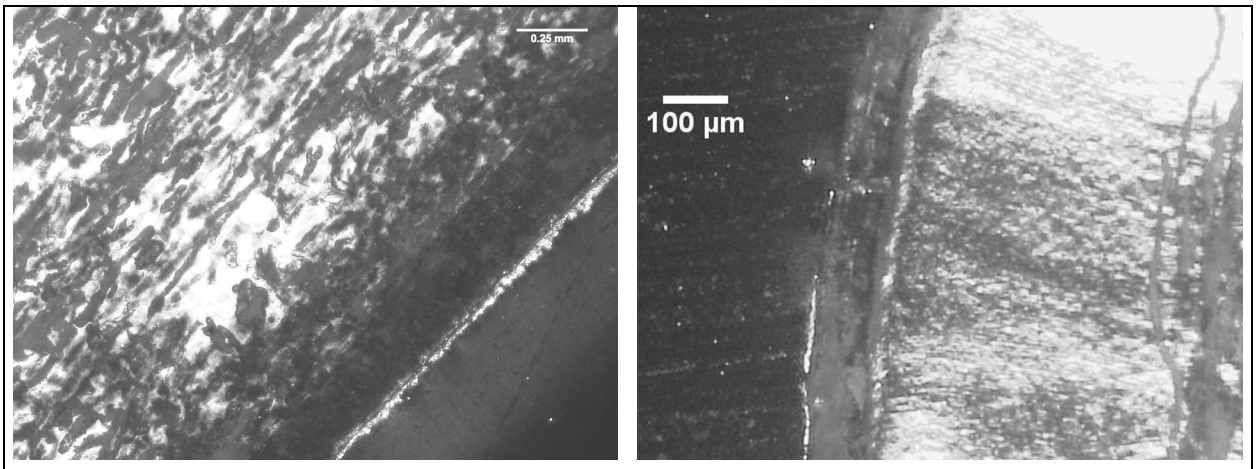


Figure 92 : La Quina - QL1005-894. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine.

IV-2 Synthèse des résultats

Dans la plupart des cas, des modifications post-dépositionnelles importantes affectent l'enregistrement saisonnier. Ces modifications sont principalement des altérations météoritiques et microbiennes accompagnées d'altérations diagénétiques (Stutz, 2002a, 2002b).

L'emploi de l'analyse d'image et particulièrement des cumuls de profils ou représentation en *pseudo-3D*, a été particulièrement utile pour suivre l'extension des bandes de cément.

Pour les huit dents qui présentaient un cément lisible, le dernier incrément est toujours une *zone* dont la croissance est en voie d'achèvement.

Ainsi, l'ensemble des individus, qui ont fourni des résultats saisonniers ont été abattus **à la fin de la bonne saison.**

E. Pubert est en accord avec nos observations pour les 8 dents lisibles. Notons, cependant, qu'il propose des déterminations pour deux dents que nous avons exclues à cause des altérations taphonomiques qui les affectaient (Tableau 33).

IV-3 Approche probabiliste

Les résultats obtenus ont été confrontés aux probabilités de les obtenir à partir d'un assemblage théorique sur lequel l'abattage s'est déroulé toute l'année.

La probabilité d'obtenir huit individus abattus en bonne saison à partir d'un assemblage résultant d'une chasse sans préférence saisonnière est de 0,04, soit en dessous du seuil d'acceptation de notre hypothèse (Figure 93). Il semble, dans ce cas, que le profil que nous obtenons ne puisse s'expliquer par un problème d'échantillonnage, mais bien par une prédation saisonnière avérée.

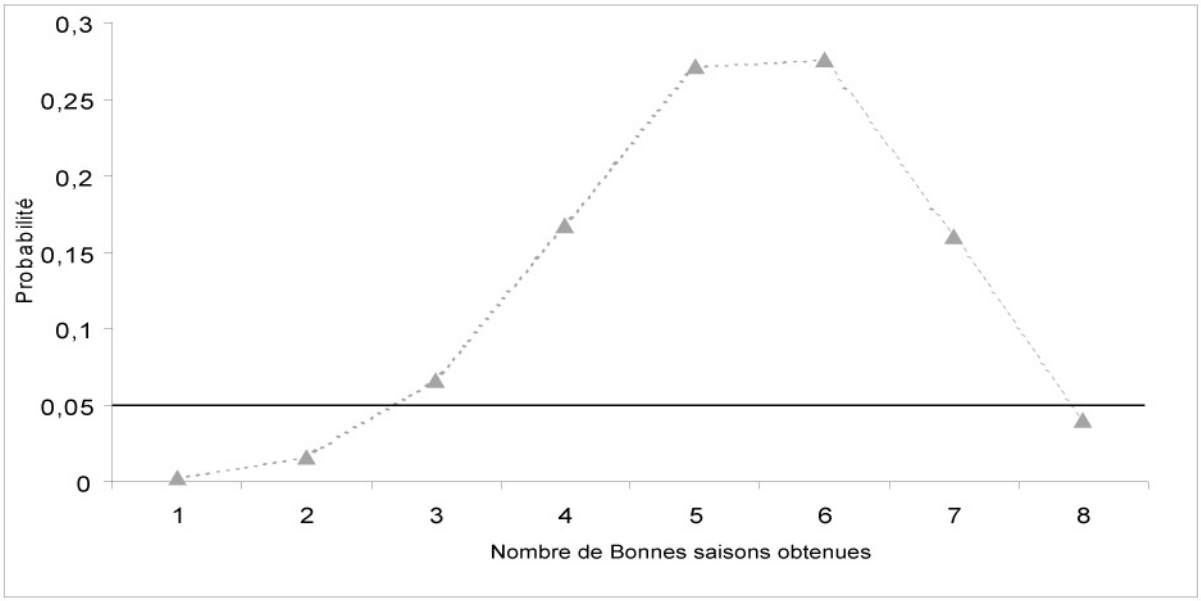


Figure 93 : La Quina - Application de la loi binomiale à l'échantillon cémentochronologique : probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données à partir d'un échantillon de 8 dents provenant d'un site à abattage réparti sur l'ensemble de l'année. La ligne noire représente le seuil de rejet de l'hypothèse.

V Discussion

L'ensemble des résultats témoigne d'un abattage s'étant déroulé à la fin de la bonne saison, et bien que le nombre d'individus soit faible, ces données suggèrent un abattage très largement préférentiel, sinon exclusif à cette période du cycle annuel.

V-1 Comparaison des résultats avec les données saisonnières précédemment obtenues

Avant d'aller plus en avant dans la réflexion sur les implications archéologiques de nos résultats, il est nécessaire de les comparer à ceux qui avaient été obtenus précédemment par D. Armand (2005). Ceux-ci suggèrent une prédation allant de l'hiver (mauvaise saison) à la fin de l'été (fin de bonne saison), avec une plus grande fréquence des abattages se déroulant dans la seconde moitié de l'été.

Quels sont les facteurs qui pourraient expliquer les différences obtenues entre nos résultats et ceux de D. Armand (2005) concernant d'une part la durée d'occupation du site (nombre des saisons identifiées) et le moment de l'année durant lequel se déroulent les chasses ?

V-1-a Durée d'occupation

D. Armand a mené son étude sur les bisons des unités stratigraphiques 2 à 6, provenant de huit niveaux différents. Comme le montre le spectre faunique de ces mêmes unités, le Bison semble avoir changé de statut au sein de la diète néandertalienne lors de la mise en place des différents ensembles sédimentaires[29] (Figure 94). Sa contribution au spectre faunique passe de 3% (niveau 8) pour atteindre 82% dans le niveau étudié ici. La fréquence de ses vestiges décroît, à nouveau, dans les ensembles sus-jacents, suggérant une diminution de la contribution de ce taxon au régime alimentaire de ces Néanderthaliens..

Il n'est alors pas impossible que la gestion de la chasse du Bison, et donc, éventuellement, la (ou les) saison(s) de prédation de cette proie, aient changé au cours du temps. Dans ces conditions, il est impossible de savoir si les résultats de D. Armand (2005) sont valables pour chacun des niveaux ou, au contraire, s'ils correspondent au cumul de plusieurs schémas saisonniers de prédation.

[29] Si l'on se réfère au nombre de restes attribués à ce taxon et à sa fréquence relative.

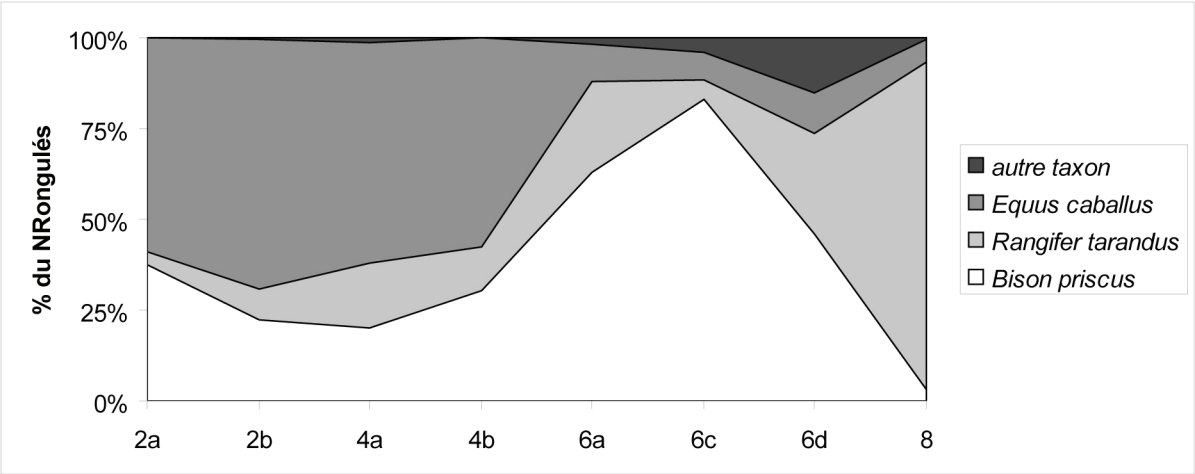


Figure 94 : La Quina - Contribution du Bison dans la part carnée de la subsistance des Néandertaliens de La Quina. En pourcentage du NR d'herbivores par unité stratigraphique.

V-1-b Différence dans la saison considérée : précision sur la saison de prédation du Bison

Trois raisons principales peuvent expliquer les différences entres le pic d'abattage de milieu d'été proposé par D. Armand (2005) et la fin de bonne saison que nous proposons ici (Figure 95). Il s'agit des biais liés à l'échantillonnage, au matériel analysé, et enfin à la méthode.

- Le travail de D. Armand portant sur l'ensemble du matériel issu du secteur Nord : il est tout à fait possible que les résultats obtenus par cet auteur ne soient pas représentatifs de l'ensemble 6c. Les mélanges avec les données des ensembles 6a et 4b qui livrent des restes de Bison en grand nombre, pourraient expliquer ces différences.
- Le deuxième point concerne le matériel étudié : l'étude précédente a porté sur des jeunes individus, alors que la notre porte principalement sur les adultes. Ces deux groupes ont-ils été chassés de manière décalée dans l'année ? Ce ne semble guère possible car les femelles accompagnent toujours les jeunes quel que soit le moment de l'année (Berger et Cunningham, 1991 ; Peck, 1994). En cas de danger, elles cherchent toujours à s'intercaler entre celui-ci et leur progéniture. Il semble alors difficile de soutenir l'hypothèse d'une chasse différentielle en fonction des saisons.
- Un problème méthodologique doit être envisagé. D . Armand (2005) a utilisé une méthode fondée sur les stades d'éruption et d'usure dentaire, mise au point sur le taxon *Bison bison* (Reher et Frison, 1980) puis l'a appliqué sur des bisons rattachés à l'espèce *Bison priscus*. Cependant, selon W. E. Whittaker et J.G. Enloe (2001), les référentiels de détermination de l'âge sur l'éruption et l'usure sont souvent en désaccord entre eux.
- Outre la vitesse d'usure variable selon le type d'alimentation, le mois de naissance qui est considéré comme fixe lors de l'application de cette méthode peut varier fortement selon les

individus. En effet, la période de naissance du Bison s'étale actuellement d'Avril à Septembre (Morgan, 1980, Gstatler et Lazier, 1996), même si le nombre de naissance est maximal de fin Avril à Juin (Berger et Cunningham, 1994). Ainsi, les données actuelles montrent que la période de naissance du Bison s'étale d'avril à septembre (Walde, 2006). Dans ces conditions, la détermination de l'âge ne permet pas de connaître à moins de deux mois près la période de naissance. D. Walde (2006) montre les très fortes imprécisions de la méthode d'usure dans l'estimation de la saison de mort des Bisons, en relation avec cette grande variabilité dans le moment de mise bas. Cet auteur conclut que, pour ce taxon, la cémentochronologie est la méthode la plus adaptée pour l'établissement de la saison de mort.

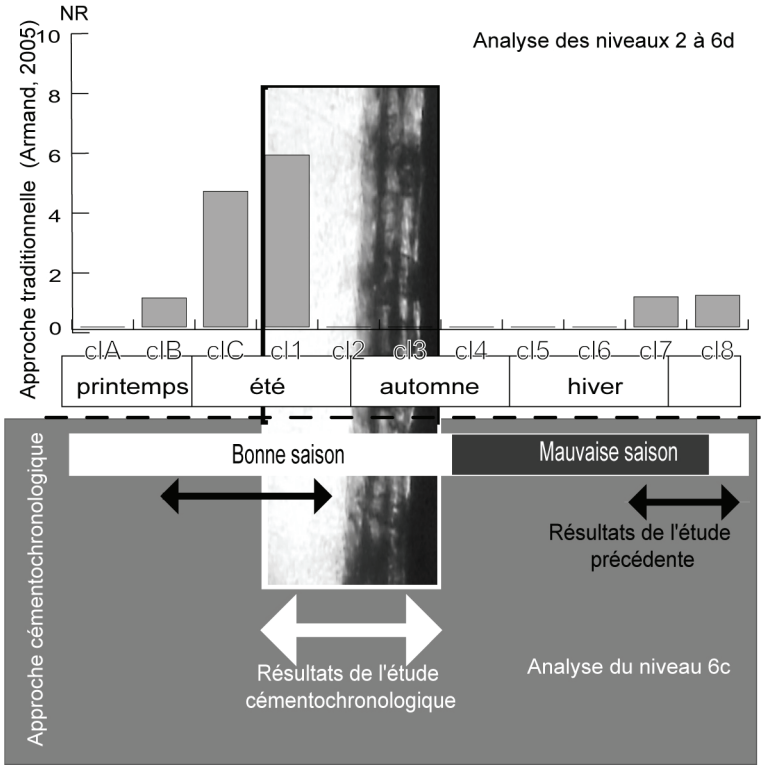


Figure 95 : La Quina - Comparaison des résultats de l'analyse cémentochronologiques à ceux obtenus par Armand, 2005.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous retiendrons les résultats issus de la cémentochronologie pour l'interprétation du niveau 6c. Ainsi, nous proposons une chasse au Bison centrée à la fin de la bonne saison. Ces résultats trouvent un échos positif dans ceux issus des autres disciplines qui suggèraient une occupation de courte, voire de très courte durée du gisement.

V-2 Comportement du Bison durant la fin de la bonne saison

La prédation du Bison s'est déroulée à la fin de la bonne saison. Cette période correspond à trois évènements majeurs dans le comportement des populations de Bison : le rut, la migration et le début de l'hivernage (Moffit, 1996 ; Peck, 2004). Pendant le rut, l'ensemble de la population : (femelles, jeunes et mâles) est réuni. Les individus sont au sommet de leur agressivité : les mâles

font preuve d'un comportement territorial exacerbé et les femelles, qui ont mis bas à la fin du printemps, surveillent et protègent leur petit (Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004).
L'odorat des Bisons, surdéveloppé pendant cette période, leur permet de repérer très facilement la présence d'intrus. À la fin du rut, les grandes hardes hivernales se reforment, des femelles et leurs petits d'un côté, les mâles de l'autre, pour la migration automnale. Les bisons, guidés par de vielles femelles, regagnent alors, suivant des chemins généralement bien établis leur hivernage (Morgan, 1980), permettant à l'homme d'anticiper ses déplacements.
En hiver, les hardes, de taille importante, font preuve d'une faible mobilité au sein de leur territoire, et seront facilement repérables pour des chasseurs avertis.

Pour s'intéresser à la prédation de ce grand Ongulé, nous devons tout d'abord nous questionner sur le moment de la chasse : avant, pendant ou après sa migration, si cette dernière avait effectivement lieu. En effet, D. Armand (2005) a mis en évidence la présence du Bison en hiver et au printemps dans les environs du site lors de la mise en place des couches 2 à 6d. Ce fait peut s'expliquer soit par une absence de migration, soit par un changement dans ses modalités au cours du temps enregistré par la séquence stratigraphique. Si l'on accepte le postulat que les variations dans la représentation des restes d'ongulés chassés reflètent uniquement des variations climatiques (Delpech *et al.*, 1983), une légère variation d'environnement est à noter au sein de l'ensemble 6.
La mise en place des dépôts s'est effectuée pendant le stade isotopique 3, marqué par une importante instabilité climatique. Dans ce cas il est envisageable que ce changement d'environnement (s'il a vraiment eu lieu) ait pu avoir des conséquences sur la migration des Bisons. Les deux hypothèses restent donc ouvertes : il n'est pas possible de savoir à l'heure actuelle si le Bison de La Quina migrait et donc de déterminer une chasse pendant ou après la migration[30].

Il n'a pas été possible à D. Armand (2005 ; Armand, *in* Debénath et Jelinek, 1998) à cause de la fragmentation du matériel de proposer une estimation du sex-ratio. En se basant sur les courbes de mortalités, cet auteur souligne cependant que : « *le déficit en adulte de la courbe de mortalité pourrait justement s'expliquer si la chasse s'était faîte, de manière quasi exclusive sur les troupeaux de femelles et de jeunes.* » (Armand, 2005, p. 73). Cet élément (s'il est confirmé) soulignerait une séparation entre les populations mâles et les femelles et les jeunes, incompatible avec la période de rut.

[30] Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que cette interprétation est différente de celle que nous avions proposée dans le cadre du programme TNT.

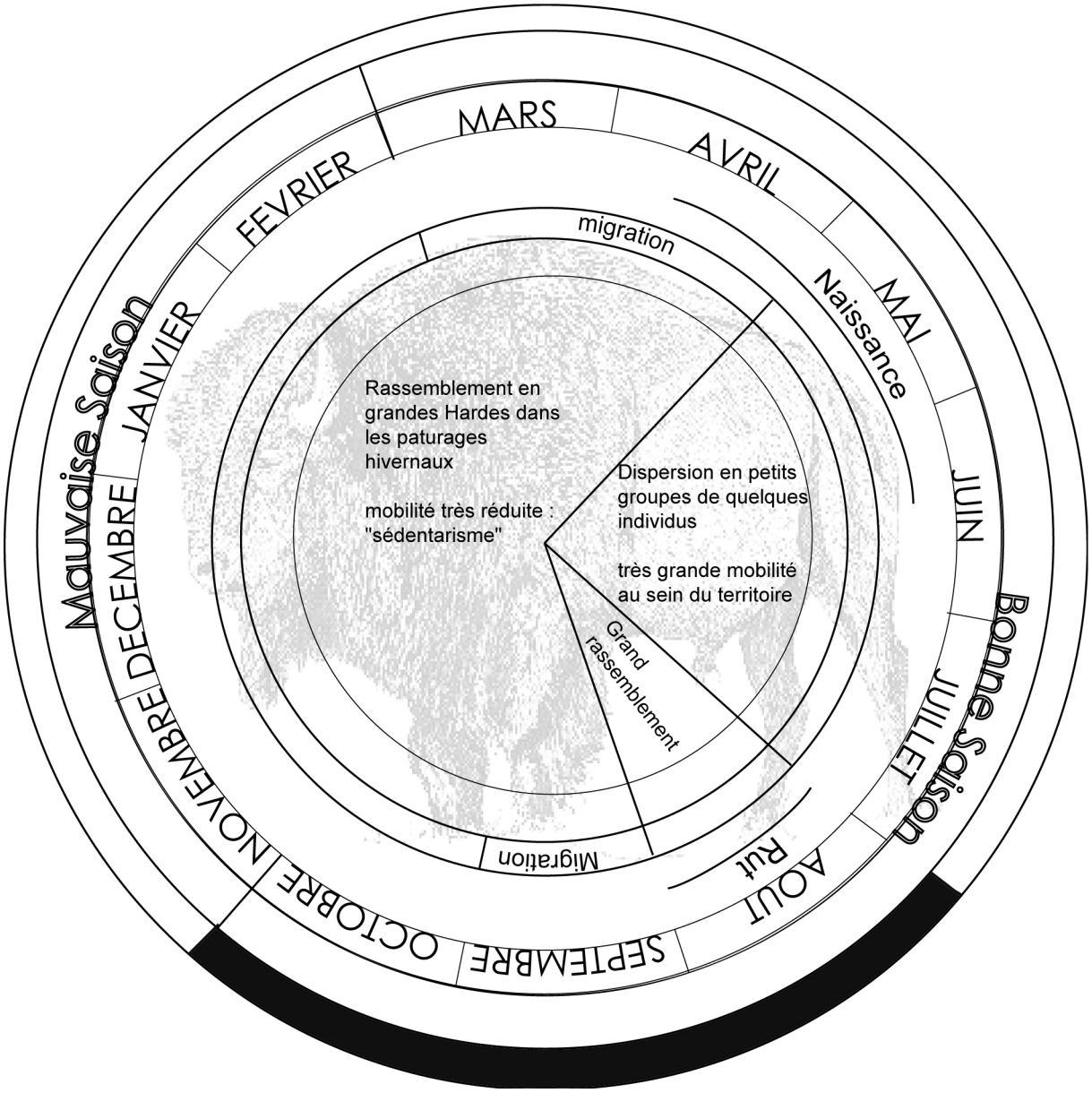


Figure 96 : La Quina - Représentation de la saison de prédation (schématisée par la bande noire) des bisons mise en évidence par l'étude cémentochronologie.

Les femelles, en cette fin de bonne saison sont au mieux de leur forme physique et leur masse carnée à leur plus haut niveau (Berger et Cunningham, 1994). En outre, le changement de pelage n'a pas encore commencé (Gstalter et Lazier, 1996), leur peau garde donc son intérêt pour les chasseurs-cueilleurs. Enfin, les troupeaux matriarcaux qui se déplacent très peu sont facilement repérables (Morgan, 1980).

Les hommes ont chassé, semble-t-il, la population de Bison en fonction de la quantité de viande et de la qualité de la peau que fournissaient les individus.

Si ces résultats étaient confirmés, ce serait une preuve du choix des hommes de sélectionner le groupe de la population animale qui leur fourni le meilleur rendement entre la quantité et la qualité de la viande des animaux abattus et les risques inhérent à l'abattage.

V-3 Type de Chasse

V-3-a La traque

Plusieurs éléments permettent de rejeter l'hypothèse d'une chasse à l'approche pour ce taxon. D'abord, selon Ph. G. Chase (*in* Debénath et Jelinek, 1998), le site aurait fonctionné comme « *kill site* », c'est à dire que les animaux auraient été abattus sur place. Il semble peu probable qu'une telle quantité d'individus ait été abattue ainsi au même endroit. D'après les travaux de D. Armand (2005), les courbes d'abattages semblent indiquer des chasses menées préférentiellement sur les groupes matriarcaux. Bien qu'à l'automne les bisons soient beaucoup moins méfiants qu'en été (Berger et Cunningham, 1994), les femelles, très attentives, s'interposent au moindre danger pour protéger leur progéniture. Dans ces conditions, la traque sur ce type de gibier semble particulièrement risquée, voire impossible, sans l'utilisation d'arme de trait (propulseur, arc).
De plus, si, comme le souligne Ph. G. Chase (1999), le site a effectivement fonctionné comme « *kill site* », la traque apparaît vraiment improbable. Le piégeage pourrait alors être la technique de chasse utilisée. En effet, c'est le moyen le plus efficace pour la capture d'un nombre important d'individus. En fonction du moment précis de la prédation, pendant ou après la migration, deux *scenarii* peuvent être alors envisagés.

V-3-b La chasse par piégeage à l'aide d'un élément de la topographie

Ce type de prédation ne peut être mis en œuvre que si les conditions locales du site le permettent.

- ***Jump site***

C'est ainsi que, dès 1923, L. Henri-Martin conclut à une utilisation de la topographie particulière de La Quina pour la mise à mort des grands ongulés. En effet, le site qui s'étend au pied de la falaise pourrait être le résultat de la chute des animaux du sommet de cette dernière qui aurait alors été utilisée par les chasseurs en « *jump site* ».
Cette hypothèse a été reprise par A. Jelinek, A. Debénath et H. L. Dibble (1989). « *The fact that all the heavy concentrations of animal bone lie directly above the highest scarp of cliffs is also considered significant, as is the fact that bison, horse, and reindeer, which account for virtually all of the animal bones, are all to some extent gregarious herd animals.*»[31] (Jelinek et al., 1989, p. 102).
La spécificité de cette falaise au sein de l'environnement régional est un autre élément à considérer. «*The topography above the cliff is identical to the landscape of gently rolling hills that characterizes*

[31] Le fait que tout cet énorme amas osseux se trouve sous le plus haut point de la corniche, est essentiel, tout comme le fait que le Bison, le Cheval et le Renne qui constituent la totalité de l'assemblage osseux, sont tous des espèces animales grégaires.

this region of the Charente. A long wide flat ridgetop is abruptly truncated by the cliff, which is a virtually unique feature in this region »[32] (Jelinek et al., 1989, p. 102).
Un dernier élément permettrait d'aller dans le sens de ces auteurs. «*From the top, the scarp is not visible; the wide rolling hills seem to continue unbroken* »[33] (Bierwirth, 1996, p.22), ce qui faciliterait la chute des animaux.

D'après l'observation d'épisodes de chasses amérindiennes dans les Grandes Plaines, R. F. Kurz (1937, p. 146) décrit le piégeage « *the crafty hunter moves slowly, never hurries. If he makes but one bungling movement he may betray himself, startle the animals, cause them to take flight, spoil the hunt, expose himself to ridicule, and lose his reputation has skilled and practiced huntsman to whom only this most difficult undertaking might be entrusted. Not everyone possesed that exact knowledge of the ways and habits of buffaloes, the exceeding cleverness in initiating them, or the craftand courage to expose himself to their horns and hoofs which insure success in ensnaring a herd* »[34] (Figure 97).
Cette description témoigne de la complexité de ce type de chasse qui est pourtant particulièrement rentable en nombre d'animaux abattus. La chasse par piégeage permet d'expliquer la quantité d'individus abattus et leur apparente non-sélection. Les animaux, entraînés par le troupeau qui arrive derrière, ne peuvent stopper leur course.
« *No one buffalo is allowed to escape. The young and the poor must die with the strong and fat, for it is believed that if these were spared they would tell the rest, and so make it impossible to bring any more buffallo into a pound*» [35] (McDougall, 1896, p. 282, *in* Morgan, 1980).
Ce type de chasse nécessite une préparation importante et une entente parfaite entre les différentes personnes y participant. Notons ici que, dans un contexte similaire, cela à déjà été proposé pour des périodes toutefois plus anciennes tant à Coudoulous I qu'au gisement de La Borde (Jaubert *et al.*, 1990).

- **Blocage de la vallée**

L'autre hypothèse repose sur l'aspect particulier que présente le site. D'après S. I. Bierwirth (1996), l'encaissement du gisement, situé au seul endroit de la vallée ou des corniches abruptes se font face, pourrait avoir permis le blocage de la vallée par les Néandertaliens au moyen de feux, de cairns ou simplement la présence d'activités humaines. En retenant ainsi une partie du troupeau, les hommes auraient pu abattre les animaux piégés.

[32] La topographie au-dessus de la falaise est identique au paysage vallonné qui caractérise cette région de Charente. Un long plateau est abruptement tronqué par cette falaise, qui est un élément de topographie unique dans cette région.
[33] Du sommet, l'escarpement n'est pas visible, les collines semblent s'étendre sans discontinuité.
[34] Le chasseur astucieux se déplace lentement, ne se dépêche jamais. Un seul mouvement et il peut se trahir, effrayer les animaux, les faire prendre la fuite, arrêter la chasse, s'exposant au ridicule, et perdre sa réputation de chasseur habile à qui seulement cette entreprise difficile pourrait être confiée. Tout le monde ne possède pas cette connaissance des manières et des habitudes des bisons, et ne possède l'habileté nécessaire pour initier leur mouvement ou le courage de s'exposer aux sabots et aux cornes et d'assurer le succès en capturant le troupeau
[35] Aucun bison ne doit en réchappé. Les jeunes et les vieux doivent mourir avec les forts et les gras, car on dit que s'ils s'échappent, ils communiqueront leur savoir aux autres, et rendront ainsi impossible de refaire tomber un bison dans un tel piège.

Plusieurs points nous font pencher en faveur de la première hypothèse. Tout d'abord, bloquer la vallée ne sert qu'à regrouper les bisons, il faut ensuite les abattre, ce qui peut être compliqué et surtout dangereux. De plus, si tel avait été le cas, les individus auraient du être abattus au centre du vallon. On explique alors mal pourquoi l'accumulation osseuse se trouve en pied de falaise, situé dix mètres au-dessus de ce dernier.
Il semble, en effet, très improbable que, pour la boucherie initiale, les Néandertaliens aient traîné les carcasses pouvant atteindre une tonne, alors qu'il pouvait les traiter sur place.

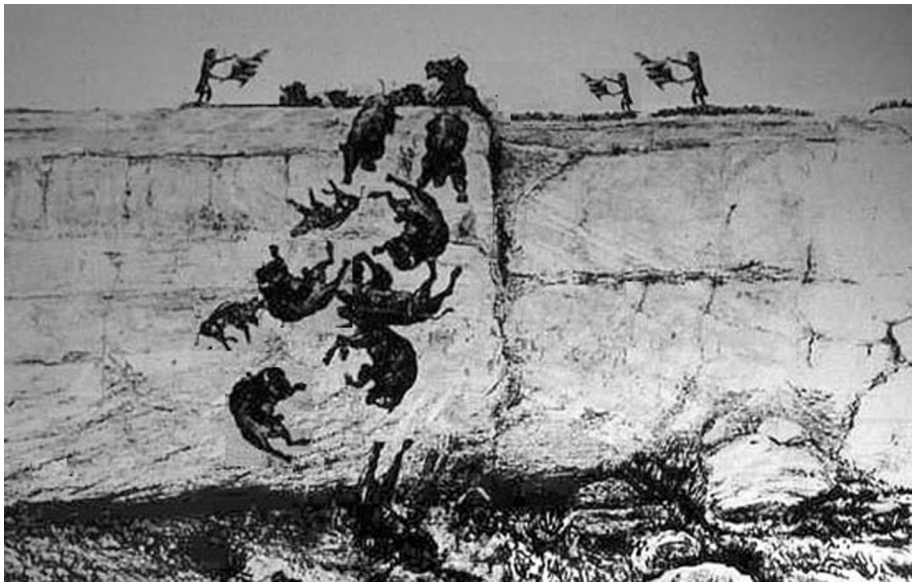


Figure 97 : La Quina – Représentation du Vore Site, *un Buffalo jump site*.
http://www.wyomingtalesandtrails.com/bison.html

V-4 Un camp de Chasse ?

Le site de La Quina amont semble avoir fonctionné comme « kill site » comme nous venons de l'expliquer. Cependant, plusieurs éléments compliquent un peu les données.
Sur un vrai « *kill site* », le fort taux de connexion anatomique et la présence d'os intacts, témoignant d'une exploitation non exhaustive des carcasses, sont des caractéristiques récurrentes au sein des assemblages à grands Bovidés nord-américains (Frison, 1974, 1978 ; Reher et Frison, 1980 ; Speth, 1983). Or, sur le gisement de La Quina, les connexions anatomiques sont absentes et les chasseurs ont mené une exploitation poussée de leurs proies. Celle-ci s'exprime notamment par l'absence d'os complet et l'abondance de stigmate de l'activité anthropique sur les os.
Ces éléments, associés à l'abondance des vestiges brûlés, suggèrent un séjour suffisamment long des hommes sur le site pour exploiter le produit de leur chasse.
Après la mise à mort des animaux, les hommes ont probablement bivouaqué sur le site pour effectuer les premiers gestes de boucherie afin, notamment, de constituer des stocks et effectuer une première consommation sur place.

Le gisement fouillé pourrait alors correspondre à un camp de chasse.

V-5 Place du site dans le territoire

Il est impossible d'avoir une évaluation exacte du nombre d'individus abattus au sein de ce niveau. Au mieux pouvons-nous proposer une estimation toute relative. Notre échantillon a porté sur vingt-deux individus issus de quelques mètres carrés fouillés (Debénath et Jelinek, 1998) mais l'extension du niveau lui-même nous reste inconnu. Il est cependant très probable qu'au moins une centaine d'individus (et très certainement plusieurs centaines en fait) aient été exploités. Le fort impact anthropique sur l'assemblage (Chase, 1999) suggère une exploitation intensive des carcasses. Le raclage important et le taux de stries supérieur à 45% pourrait même soutenir l'hypothèse de stockage. La « fosse » mise au jour lors des fouilles récentes ne refléterait-elle pas de telles pratiques (Bierwirth, 1996 ; Debénath et Jelinek, 1998) ?

Étant donnée la quantité de ressources disponibles, il est vraisemblable que cette accumulation corresponde à la succession d'épisodes de chasse différents. Les Hommes auraient investi ces lieux de manière récurrente sur plusieurs années (ou plusieurs dizaines d'années ?) dans le vallon du Voultron pour chasser par piégeage le Bison à la sortie du rut. La parfaite connaissance de leur environnement et du comportement de leur proie leur permettait d'abattre un grand nombre d'individus qui étaient au meilleur de leur forme physique. Ainsi, ont-ils choisi le meilleur moment pour constituer des stocks de nourriture.

Après avoir préparé les carcasses et peut-être retiré les parties les plus riches pour les transporter jusqu'à leur site d'habitat, ils auraient mené une première consommation de celles–ci sur le gisement qui leur servait alors de camp de chasse. Dans le scénario que nous proposons ici, ils auraient stocké sur place ce qu'ils ne pouvaient pas transporter puis seraient vraisemblablement partis.

Dans cette hypothèse, la grande quantité d'os brûlés ne pourrait-elle pas être le témoignage de la confection de grands feux destinés à fumer les stocks de viande constitués ?

VII Des questions en suspens...

Plusieurs points demeurent obscurs à la fin de cette étude et devront être éclaircis. Tout d'abord, les différences enregistrées selon les méthodes utilisées restent problématiques. Il serait intéressant de reprendre le matériel de D. Armand et, après avoir redistribué les résultats par niveau, de l'étudier d'un point de vue cémentochronologique. Nous pourrions ainsi savoir si les différences obtenues sont inhérentes à la méthode utilisée ou à l'échantillon analysé.

Une étude archéozoologique des restes de Bison à travers l'ensemble de la stratigraphie pourrait apporter des données capitales sur les stratégies de prédation des Néandertaliens. En effet,

comme nous l'avons souligné, il semble que la place du Bison ait varié au sein de la diète néandertalienne. Ce changement est-il accompagné d'une modification des modalités de prédation ? Les résultats saisonniers de D. Armand semblent aller dans ce sens, en mettant en évidence, au sein des ensembles 2 à 6, une exploitation hivernale de ce taxon, alors que, dans notre échantillon, seule une chasse à la fin de la bonne saison est attestée.

L'étude saisonnière devra être étendue aux autres taxons de l'ensemble des niveaux afin d'évaluer des changements potentiels dans la fonction du site et dans les saisons de chasse. Deux schémas généraux peuvent se dégager de l'étude du spectre faunique : les niveaux 8 et 6c livrent des spectres fauniques largement dominés par un taxon, évoquant une subsistance principalement tournée vers l'exploitation d'un gibier particulier, contrairement aux autres ensembles qui présentent des spectres fauniques plus diversifiés. Cette diversification pourrait-elle être liée à une période de chasse plus longue ?

Enfin, le niveau 8, également attribué également au Moustérien à denticulés, présente, lui aussi, un spectre faunique spécialisé mais cette fois-ci sur le Renne. Les Moustériens ont-ils appliqué des stratégies de prédation dans ces deux unités sur deux taxons différents, témoignant de leurs capacités à profiter de leur environnement et de sa topographie dans la chasse, et ce, quelle que soit leur proie ? Si cette hypothèse était confirmée, quelles causes pourraient expliquer ce même changement de proie ?

- Serait-il lié à une modification du climat ou de l'environnement qui aurait entraîné la disparition des Bovinés et l'arrivée des hardes de Renne ?
- Est-ce simplement un changement de saison de prédation qui serait à l'origine de ces différences ?
- Ne pourrait-il pas refléter des changements dans les besoins, voire les goûts alimentaires, du groupe ?

La poursuite de l'étude saisonnière permettra d'aborder l'ensemble de ces questions.

Chapitre IV : Mauran

Un site d'abattage en masse

Le gisement de Mauran, doit sa notoriété aux milliers de bisons qui y ont été abattus par les chasseurs Moustériens. L'objectif de l'étude cémentochronologique est de préciser la saison de prédation et de proposer des hypothèses interprétatives quant aux moyens mis en œuvre par les Néandertaliens pour exploiter leur environnement animal.

Figure 98 : Mauran – Photographie de la position actuelle du gisement vue du sud, d'après Farizy *et al.*, 1994

I Présentation du site

Le gisement de Mauran (x : 492,12 ; y 3099,77 ; altitude : 275 m), est localisé dans le Sud du département de la Haute-Garonne. Il est adossé à une barre rocheuse calcaire en partie démantelée (Jaubert *in* Farizy *et al.*, 1994). Il se situe sur le versant septentrional des Petites Pyrénées, et domine la vallée de la Garonne (Figure 98) à une soixantaine de kilomètres de Toulouse.

I-1 Cadre géographique

Le gisement paléolithique moyen de Mauran se situe sur les contreforts orientaux du chaînon calcaire des Petites Pyrénées (Figure 99), dominant la rive droite de la vallée de la Garonne. Il se place au cœur d'une zone qui marque la transition entre deux régions géomorphologiques très différentes. Au Nord, se développent les grandes plaines du Bassin Aquitain, qui sont

actuellement sous influence océanique. Au Sud, les reliefs du massif calcaire Nord-Pyrénéen précèdent le massif cristallin axial de la chaîne pyrénéenne. Cette chaîne s'accompagne d'une dénivellation importante, et, par l'absence de col de faible altitude forme une véritable barrière géographique. Elle a donc empêché, dans cette région, toute migration de part et d'autre des Pyrénées lors des périodes glaciaires.

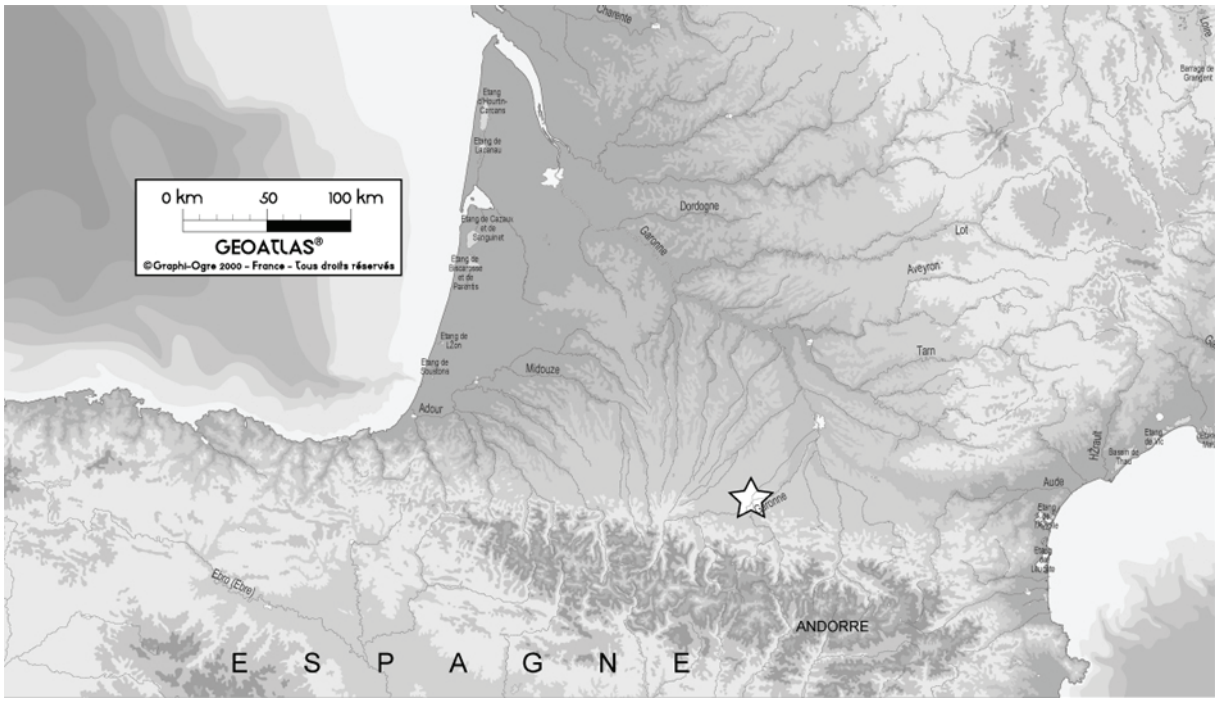


Figure 99: Mauran - Position géographique du site matérialisée par l'étoile blanche.

Le paysage du piémont pyrénéen est modelé par une succession de petits massifs « *dont l'altitude moyenne relative dépasse rarement 600 m et l'altitude absolue 1000 m* » (Jaubert, *in* Farizy *et al.*, 1994, p. 16). À l'Ouest, le plateau de Lannemezan (Figure 100), vaste cône détritique est sillonné de petites vallées, d'axe grossièrement Nord-Sud, fruit de l'action des cours d'eau qui y prennent leur source(la Baïse, le Gers, la Gimone, la Save).

Encadrant la cluse de Boussens où s'écoule la Garonne, les Petites Pyrénées se développent suivant un axe nord-ouest sud-est. Enfin à l'est, suivant le même direction mais séparé du précédent par le cours du Volp, le massif karstique du Plantaurel est recoupé par l'Arize et l'Ariège qui y ont creusé d'importantes vallées encaissées.
Cette dernière avec la vallée de la Garonne (à l'ouest) permettent de pénétrer dans le chaînon nord pyrénéen.

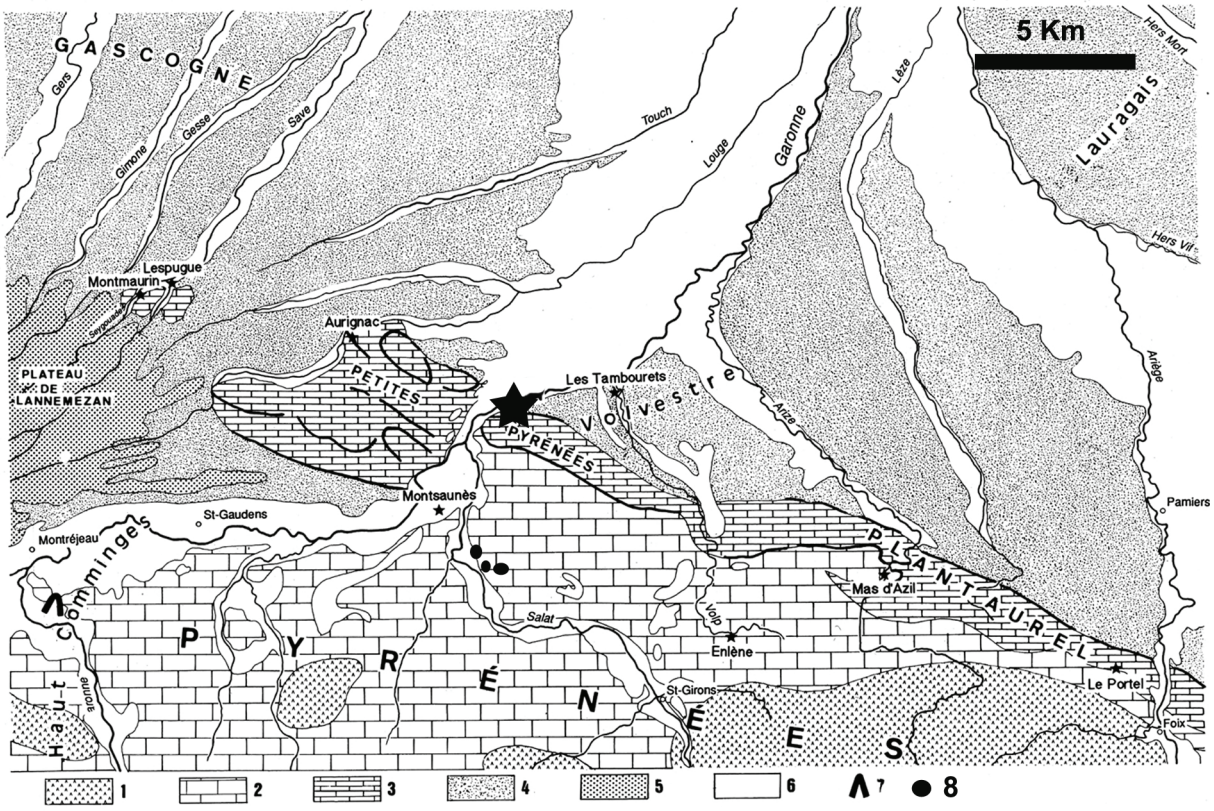


Figure 100 : Mauran – Carte géologique simplifiée des Petites Pyrénées et de leurs environs. 1 : bâti hercynien ; 2 : Calcaire du domaine pyrénéen ; 3 : calcaire du piémont pyrénéen ; 4 : plaine molassique ; 5 : cône détritique de Lannemezan ; 6 : dépôts alluviaux ; 7 : limite d'englacement maximum (Würm) ; 8 : diapir de sel. Modifié d'après Jaubert *in* Farizy *et al*, 1994, p. 17.

I-2 Implantation du site dans les Petites Pyrénées

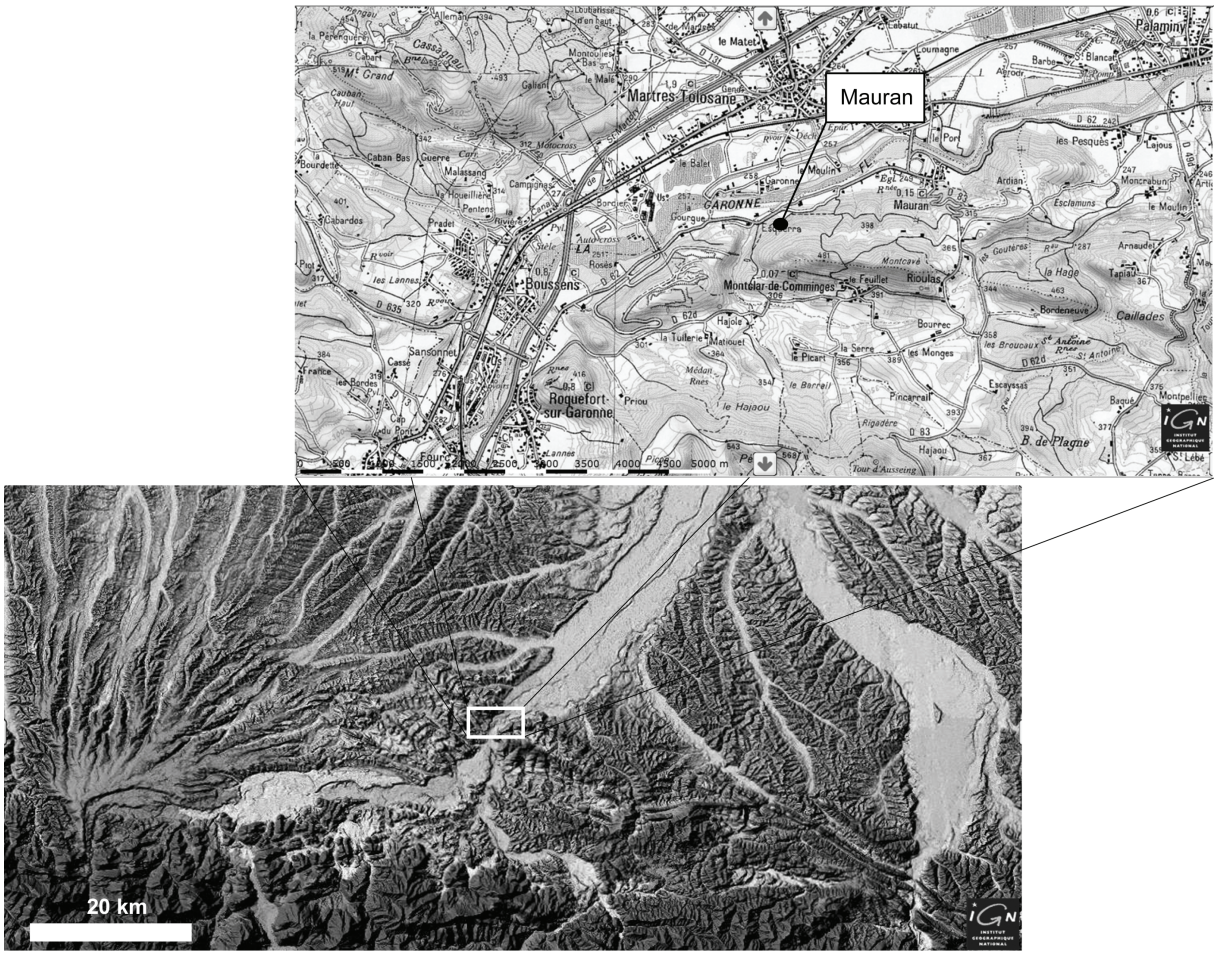


Figure 101 : Mauran - Carte topographique des environs du gisement (geoportail, 2007)

I-2-a La vallée de la Garonne

Large de près d'une dizaine de kilomètres, la vallée de la Garonne se resserre soudainement au niveau de la Cluse de Boussens, dont le site n'est distant que de deux kilomètres au sud du site. En remontant le fleuve, dans la zone dite de Plaine de Rivière, la vallée s'élargit de nouveau. Dix kilomètres plus loin, le cours du fleuve prend une orientation Est-Ouest. La Garonne constitue encore un axe de circulation large, puis, à sa confluence avec la Neste, les vallées s'encaissent rapidement.

La vallée de la Garonne présente aussi toutes les caractéristiques d'un couloir de migration entre, au nord, les grandes plaines de l'Avant pays molassique (terrain d'hivernage) et, au sud, les premières hauteurs pyrénéennes (terrain d'estive). Si la vallée a bien eu, comme nous le supposons, cette fonction d'axe de migration, la position du site à la sortie de la cluse de Boussens, unique resserrement, lui confère toute sa particularité et son importance.

I-2-b Géologie

Le chaînon complexe des Petites Pyrénées est marqué par la succession de plis courts « *dont la dissymétrie traduit l'effet, sur l'avant pays, des poussées pyrénéennes dirigées vers le Nord. Ils sont affectés de multiples cassures à directions méridiennes prononcées* » (Casteran, 1961, p. 1). Dans la région de Mauran, deux structures conditionnent la distribution des unités sédimentaires. Il s'agit au nord de l'anticlinal de Plagne et au sud du synclinal de Cassagne.

L'anticlinal de Plagne constitue une structure majeure qui produit sur le massif une inversion des reliefs. Ces derniers sont principalement formés de dépôts du Maastrichtien inférieur. Cette formation présente une variation latérale de faciès importante : principalement constituée des marnes bleues de Plagne (notamment sur le plateau au sud du gisement) mais aussi de calcaires marneux et calcaires massifs. Ces variations se font sentir sur le paysage qui présente un modelé tendre et vallonné, régulièrement entrecoupé de petits accidents topographiques. C'est au sein de cette formation, présente sur la quasi-totalité du massif, que l'on trouve le silex bleu mentionné par P. Simonnet (*in* Jaubert, 1994).
Les ensembles sédimentaires sus-jacents qui forment le pourtour du massif sont constitués principalement de bancs calcaires parfois lithographiques, à l'origine de la majorité des accidents topographiques. Des accidents siliceux sont à signaler dans chacun d'entre eux.
Le Sud du massif est affecté par le synclinal de Cassagne. Dans sa partie Nord, les dépôts du Crétacé supérieur engendrent un relief de cuestas découpées par de petits cours d'eau. Au sud, des éboulis caillouteux et limoneux quaternaires sont repris par solifluxion en un paysage au relief peu marqué (Casteran, 1961).
Enfin dans la partie la plus septentrionale du massif, le grand accident frontal Nord-pyrénéens marque la fin de l'extension des Petites Pyrénées. Cet accident fait ressortir les dépôts du Lias et du Keuper. Ce dernier est caractérisé par la présence « *d'importantes masses de sel gemme à Salies-du-Salat et fréquemment des lentilles de gypse* » (Casteran, 1961, p. 5) dont les plus proches ne se trouvent qu'à 8 Km du gisement préhistorique (Figure 100).

I-2-c Topographie détaillée

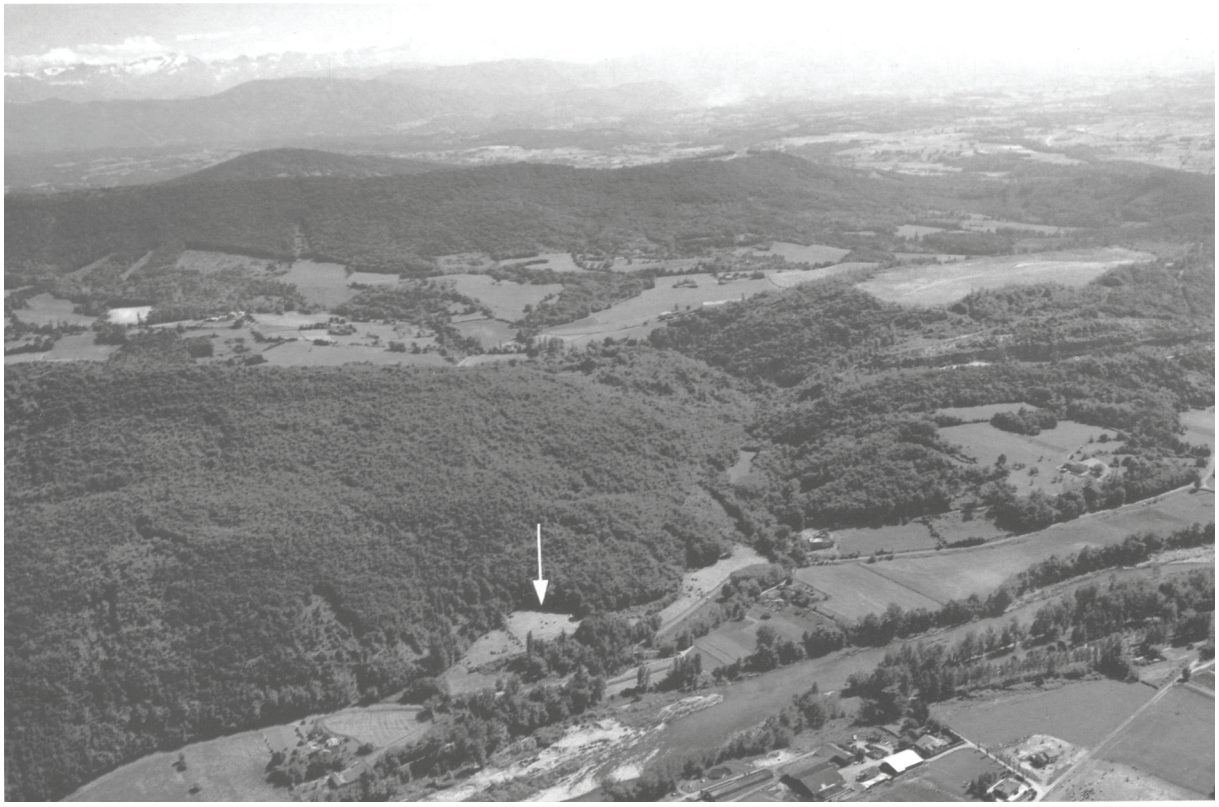


Figure 102 : Mauran – Photographie aérienne du site et de ces environs à partir du nord-ouest. La flèche positionne le site, en arrière se dessinent les reliefs des Petites Pyrénées. Sur la droite de la photographie, il est possible de discerner la confluence de la vallée du Loubrague avec celle de la Garonne *in* Farizy *et al.*, 1994.

Le site se trouve au débouché du vallon du ruisseau le Loubrague qui se jette quelques dizaines de mètres plus loin dans la Garonne (Figure 102) . Ce vallon, dont la direction est donnée par la faille qui en est à l'origine, est bordé de petites falaises, et permet la communication entre l'intérieur du massif calcaire des Petites Pyrénées et la vallée de la Garonne.
D'une direction sud-ouest / nord-est, il sépare à l'est la colline de la *Rouquere* de *Las Costes* à l'ouest. Les falaises qui l'encadrent lui donnent l'allure d'un véritable entonnoir vers la vallée de la Garonne. Derrière, se développe le relief de collines et de vallons calcaires des Petites Pyrénées, limitées à l'Ouest par le Salat et au Sud par le grand accident frontal nord-pyrénéens (Casteran, 1961). Enfin le cours du Volp ferme le massif à l'est où commence alors le Plantaurel, prolongement ariégeois des Petites Pyrénées.
Le massif qui nous intéresse est donc découpé par de nombreux cours d'eau qui forment ça et là des zones d'étangs de faibles superficies, assurant l'approvisionnement constant en eau de cette région. Enfin une résurgence karstique à quelques mètres en contre-bas du site est à signaler.

En résumé, l'implantation du site « *semble être conditionnée par un certain nombre d'avantages :*

- *le contrôle d'une voie de passage, donc la possibilité d'être sur un parcours de troupeaux d'herbivores réputés pour ses migrations saisonnières et leur caractère grégaire ;*
- *l'existence d'un accident topographique, sorte de couloir naturel entre la montagne et la vallée, matérialisée par cette barre calcaire pouvant, le cas échéant, servir de « guide » ;*
- *l'abondance des ressources naturelles dans un environnement strictement local, en tout premier lieu des matières premières lithiques (galets de quartzite, de schistes, de quartz et silex) et d'eau douce.* » (Geneste et Jaubert, 1999, p. 190).

II Le gisement

Comme nous l'avons remarqué, le gisement lui-même se trouve au sein d'un renfoncement dans le flanc de la colline de la Rouquère, adossé à une importante corniche calcaire partiellement préservée (Farizy *et al.*, 1994). Il domine d'environ vingt-cinq mètres le fond de vallée actuel, la Garonne s'écoulant à une centaine de mètres de là. Bien que la fouille principale se soit déroulée sur une superficie réduite de 25 m^2 (Farizy *in* Farizy *et al.*, 1994), les très nombreux sondages menés sur une large étendue du secteur (Figure 103) suggèrent une superficie totale du gisement supérieure à 1000 m^2. La quasi-totalité de la zone a fourni le même magma osseux, mélange entre esquilles osseuses, mandibules et os longs entiers parfois en connexions anatomiques. La Figure 104 témoigne de la difficulté d'approche d'un tel assemblage osseux, ainsi que de la particularité de ce gisement du Paléolithique moyen.

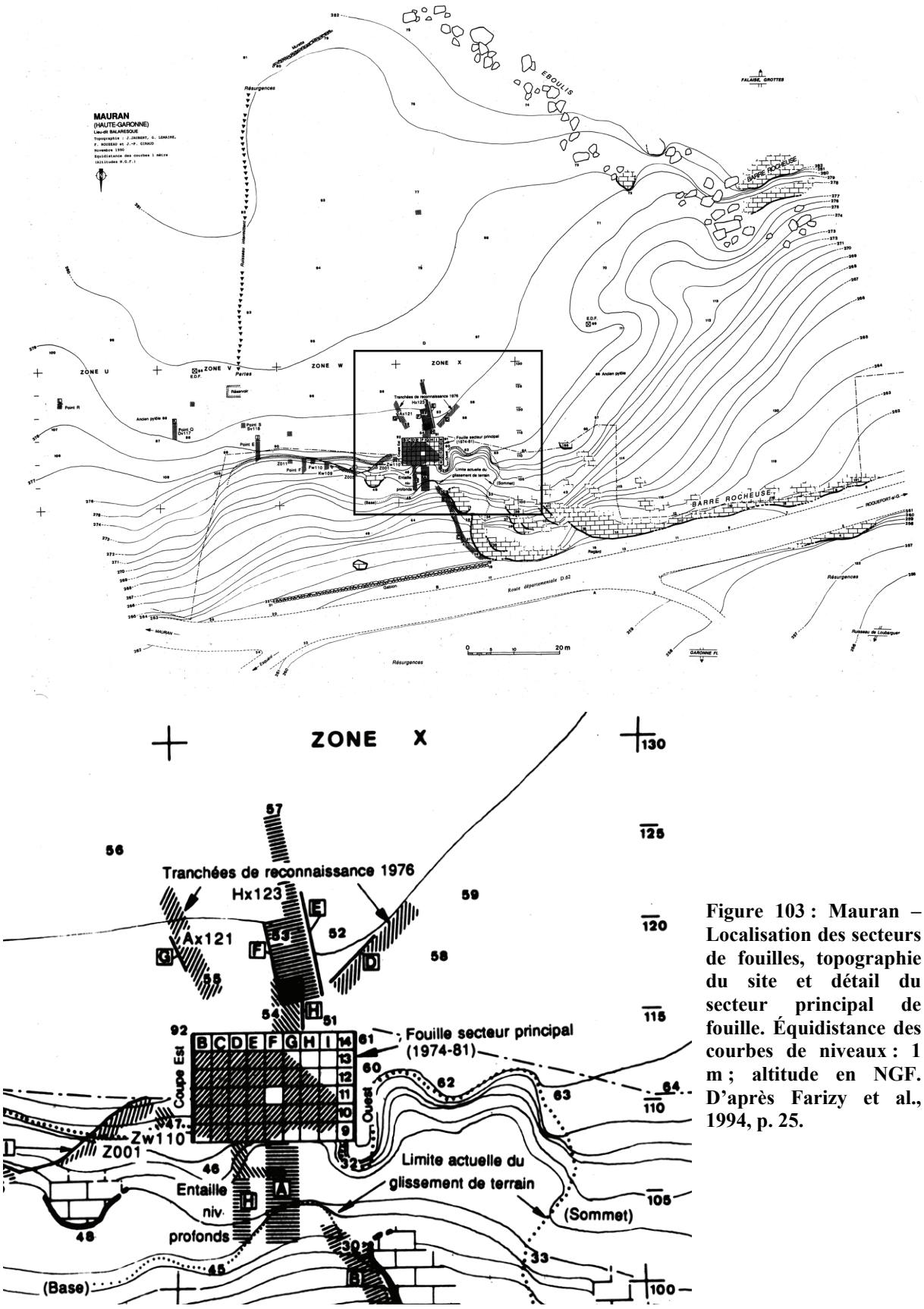


Figure 103 : Mauran – Localisation des secteurs de fouilles, topographie du site et détail du secteur principal de fouille. Équidistance des courbes de niveaux : 1 m ; altitude en NGF. D'après Farizy et al., 1994, p. 25.

II-1 Historique

L'histoire des fouilles du gisement est très courte mais dense compte tenu de la richesse des travaux qui y ont été entrepris. Mauran est découvert fortuitement en 1972 à la suite d'un éboulement sur la départementale 62. M. Orliac identifie alors un niveau archéologique en place dans le talus. Dès 1974, une équipe, menée par M. Girard et J.C Miskovsky, s'attèle au nettoyage et à l'étude de la coupe tandis qu'une deuxième dirigée par C. Farizy entreprend le décapage du secteur de fouille (Farizy *et al.*, 1994). Celle-ci se poursuit jusqu'en 1979.

Parallèlement, en 1976 et 1981, dans l'objectif de déterminer l'étendue du gisement deux campagnes de sondages sur 80 mètres de front et sur 10 mètres vers l'ouest (Figure 103) sont réalisés. Ils permettent de proposer une superficie minimale du gisement de 1000 m^2 (Farizy *et al.*, 1994). En complément, des secteurs de fouille, distants de 20 à 60 mètres du secteur principal, sont ouverts et montrent la même succession stratigraphique que celle identifiée précédemment. Différentes campagnes se sont ensuite succédées pour effectuer des prélèvements micromorphologiques, palynologiques et pour datation ESR en 1990 notamment. La dernière mission remonte à 1995 à l'occasion du colloque « *Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines* » (Jaubert *et al.,* 1996).

II-2 Méthode de fouille

La fouille a concerné une superficie totale de 25 m^2. Elle a été effectuée par passes successives de décapages, accompagnées d'une couverture photographique (Farizy *et al.,* 1994). Toutes les pièces repérées ont été systématiquement récoltées à la fouille, qui s'est globalement effectuée sans tamisage (com. pers. Jaubert, 2007).

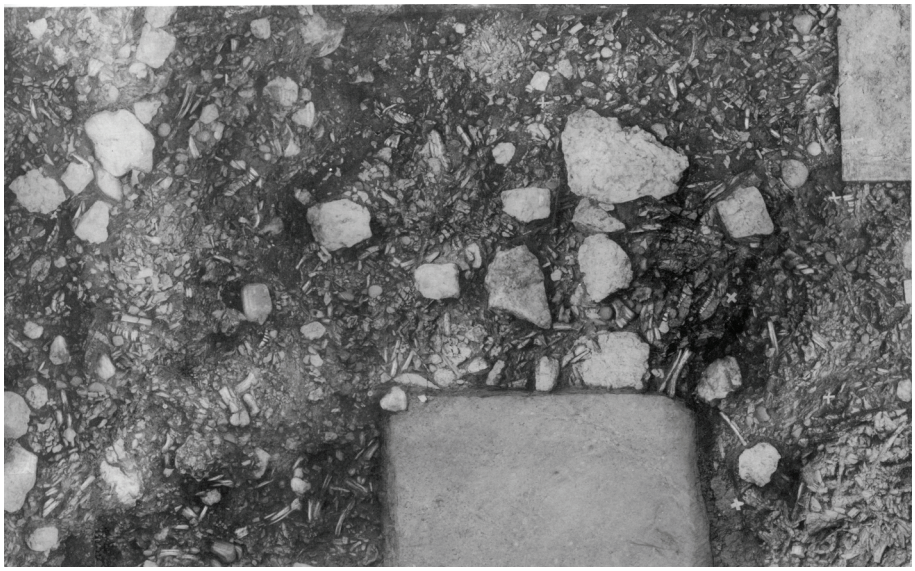


Figure 104 : Mauran - Photographie d'une partie de la zone fouillée à la fin du décapage, 1974 - 1975. Cette photographie permet d'illustrer le magma osseux qui constitue l'ensemble archéologique, in Farizy et al., 1994, p. 23.

II-3 Stratigraphie

La stratigraphique du gisement, établie par V. Krier (1994), est d'une puissance de 9 m. et correspond « *à un piégeage sédimentaire karstique alimenté par le démantèlement de la barre rocheuse*» (Geneste et Jaubert, 1999, p. 190). Cette accumulation détritique « *est constituée de l'alternance de dépôt limono-argileux de couleur verte, brune ou rouille et de formation soit de cailloutis soit de gros blocs calcaires* » (Krier, 1994, p. 29). Plusieurs ensembles sédimentaires ont été distingués. La séquence archéologique est constituée de deux niveaux archéologiques (Figure 105): C1 (ensemble XV6) et C2 (ensemble XV2). Toutes les études se sont concentrées sur l'analyse du niveau C2 bien plus dense en matériel, mais il ne semble pas qu'il y ait de différence entre ces ensembles. En outre, ils pourraient « *n'être en fait qu'un seul niveau. En effet, la coupe H 1981 montre qu'un décrochement important a eu lieu en bordure du champ actuel ayant pu entraîner une partie de la couche 1,5 m plus bas vers la Garonne* » (Krier, 1994, p. 30).

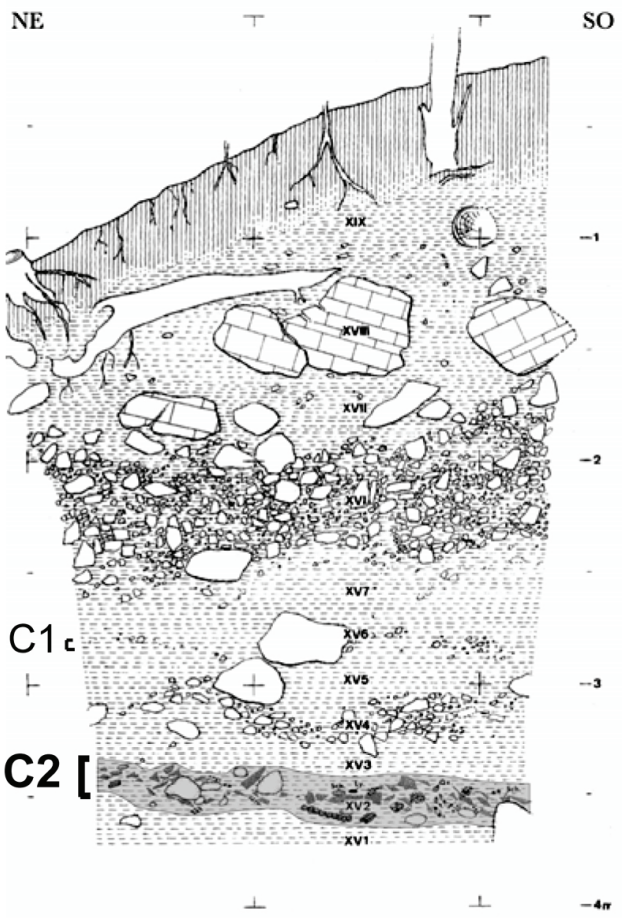


Figure 105 : Mauran - Relevé stratigraphique de la coupe B d'après Jaubert *et al.*, 1996 *in* Thiébaut, 2005.

D'un pendage général vers le sud, parallèle aux dépôts calcaires éocènes, les couches sont affectées par des décrochements, témoins d'un soutirage karstique. Les niveaux archéologiques correspondent ainsi à l'occupation d'un bord de cuvette karstique (Krier, 1994). Concernant les modifications post-dépositionnelles, nous rappèlerons les arguments avancés par C. Thiébaut (2005, p. 464) : *« les ossements ont été brisés sous le poids des sédiments et ont souvent été étirés dans l'argile qui a subi de faibles déplacements latéraux et de nombreuses flexures après le dépôt archéologique. Cependant l'analyse des plans et les nombreux remontages lithiques qui ont pu être fait malgré la faible surface fouillée montrent que l'ensemble a été peu perturbé.* » (Farizy *et al.*, 1994 ; p. 239).

II-4 Chronostratigraphie

L'attribution chronologique des deux niveaux archéologiques se base sur : le contexte alluvial, la biochronologie et les datations ESR.
La position du site au sein de la succession du complexe des terrasses fluviatiles à conduit V. Krier (1994) à proposer un dépôt de l'ensemble archéologique postérieur au dernier interglaciaire. L'étude paléontologique menée par V. Eisenmann et F. David (1994) porte sur les restes de chevaux et de bisons. Les premiers, rapportés à un stade évolutif de transition entre *Equus taubachensis* et *E. caballus germanicus,* indiqueraient une appartenance « *au début du Würm ancien* » (David *et al.,* 1994). En revanche les restes du Bisons rapprochées par F. David (*in* Eisenmann et David, 1994) de ceux de Combe-Grenal (couches 36 à 1) et de Camiac seraient contemporains de la fin du Würm ancien. Enfin une série de douze datation par ESR réalisée sur les vestiges archéologiques, donnent des résultats s'échelonnant entre 44200 ± 3300 ans et 31700 ± 2100 ans(Grün, 1994).
Il semble qu'une attribution au stade isotopique OIS 3 fasse désormais l'unanimité (Jaubert et Bismuth, 1996 ; Delpech, 1999 ; Geneste et Jaubert, 1999 ; Thiébaut, 2005).

II-5 Données de la technologie lithique

L'étude de l'industrie lithique a été conduite par J. Jaubert (1993 ; Jaubert, 1994 ; Geneste et Jaubert, 1999) puis reprise, pour les pièces retouchées, par C. Thiébaut (2005). L'industrie attribuée à un « *Moustérien à denticulés et galets aménagés* » (Jaubert, 1993 ; Jaubert et Farizy, 1994) regroupe deux concepts de débitage très différents. Tout d'abord un débitage Discoïde domine très largement pour la production d'éclats et « *parallèlement, un débitage et une fracturation de galets en quartzite et quartzite micacé sur enclume ont été effectués* » (Thiébaut, 2005, p. 493).
Les outils sont réalisés dans des grandes variétés de matières premières, dominées par les silex et les quartzites. L'étude des matières premières siliceuses réalisée par R. Simonnet (*in* Jaubert, 1994) met en évidence une très large utilisation d'un silex strictement local (le type « bleu »), ainsi que du silex des gîtes de Montsaunès-Ausseing distant d'un peu plus de 8 km. Notons que l'intégralité des matières premières (à l'exception peut être de deux d'entre elles, mais cela reste à vérifier Simonnet, *in* Farizy *et al.*, 1994) a pu être récoltée sur la rive droite de la Garonne, c'est-à-dire que le ramassage a pu donc s'effectuer à partir du site de Mauran sans à avoir à traverser le fleuve (Figure 106). R. Simonnet (*in* Farizy *et al.*, 1994, p. 103) note au sujet de ces matières premières, que *« l'aspect d'ensemble de cette industrie, qualités et dimensions, ne correspond pas systématiquement au meilleures possibilités des grands gîtes tout proches* » et insiste sur l'impression d'un ramassage aléatoire de ces blocs.

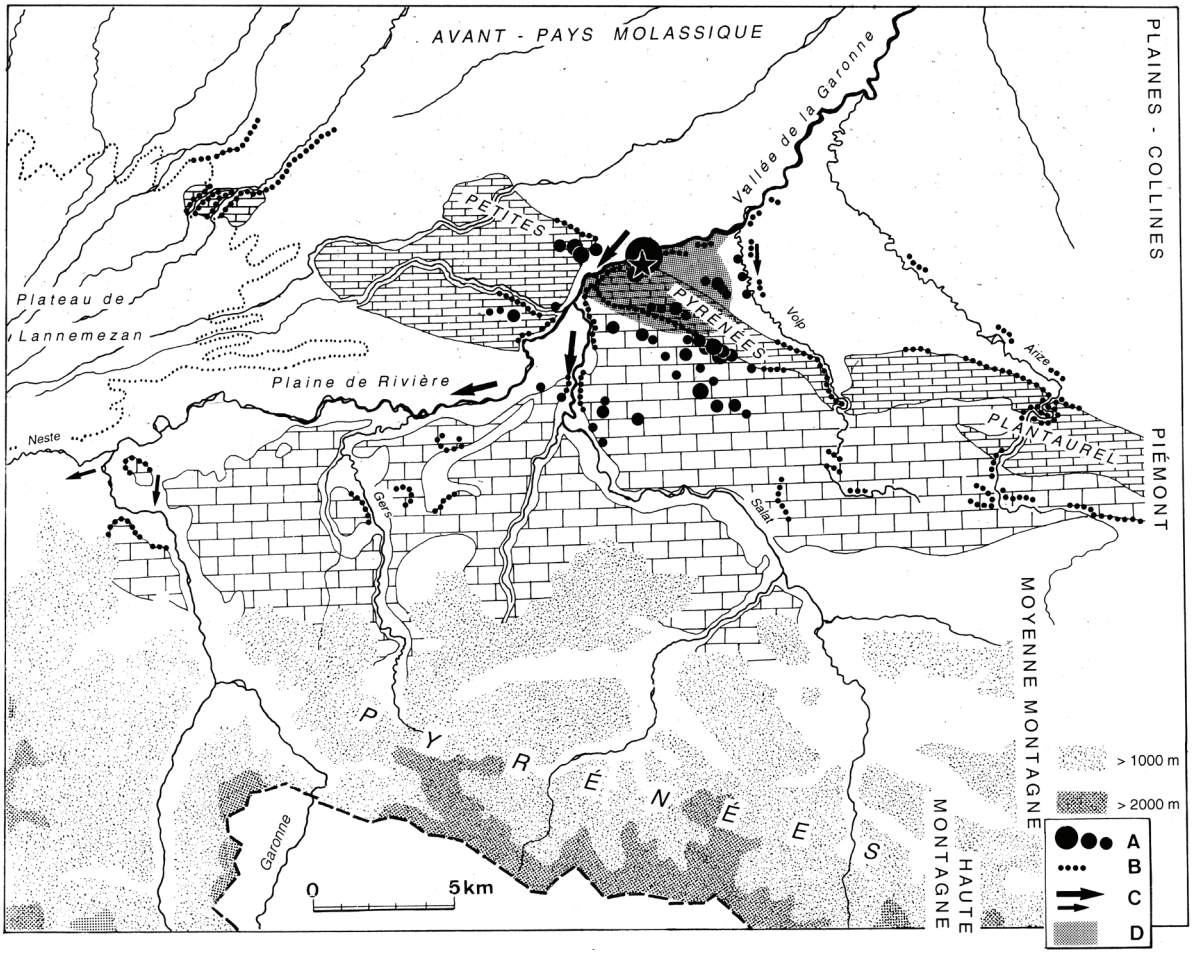


Figure 106 : Mauran – Cadre naturel et occupation du territoire. Le gisement est identifié par l'étoile. A : sources de matières premières présentes à moins de 15 km du Gisement ; B : principaux escarpements rocheux ; C : principales voies de communication ; D : zone parcourue autour du site en mois d'une heure de marche ; d'après Geneste et Jaubert, 1999, p. 189 modifié de Farizy *et al.,* 1994.

II-6 L'étude archéozoologique

L'étude archéozoologique a été menée par F. David et C. Farizy (1994). L'ensemble analysé est constitué de 19.436 esquilles et 8.824 pièces inventoriées dont 4.193 déterminées. Le spectre faunique est presque exclusivement composé du Bison (dont les restes représentent près de 99% du NRT) et complété de rares vestiges de chevaux (0,88% du NRT) et de cerfs (0,12% du NRT). Enfin, un fragment de scapula d'Ours ferme le cortège faunique. L'assemblage osseux se caractérise par l'importante altération des surfaces corticales, principalement due à une météorisation poussée de ces dernières : les stades 3 et 4 de Behrensmeyer (1978) sont majoritaires au sein du stock faunique.

La quasi-absence de carnivores, leur impact presque inexistant sur le matériel, et, parallèlement, la proportion non négligeable de vestiges témoignant d'activités humaines conduisent les auteurs à proposer une origine anthropique de l'assemblage.

Seul le Bison est suffisamment bien représenté pour autoriser une analyse archéozoologique (David et Farizy, 1994). F. David et C. Farizy, propose un NMI de fréquence basée sur les séries

dentaires jugales inférieures gauches, de 98 individus, et un NMI de combinaison de 137 Bisons. Considérant que ces 137 individus ne proviennent que de 25 m^2 fouillés sur les 1000 m^2 du gisement, elles proposent un NMI « virtuel », pour le gisement, de près de 4000 bisons (David et Farizy, 1994).

II-6-a Sélection des individus

Le sex-ratio, établi à partir de la distribution des dimensions des extrémités distales des tibias et des métacarpiens, témoigne de la présence des deux sexes avec cependant une très large majorité de femelles et d'immatures (pour les tibias, NR=35, 77% de femelles et d'immatures et 22% de mâles ; pour les métacarpiens, NR=25, 88% de femelles et d'immatures et 12% de mâles).
La courbe d'abattage (Figure 107) est de type catastrophique : la faible fréquence des jeunes (classe 1 : correspondant ici à la première et deuxième années de vie) s'explique très probablement par l'impact des agents météoritiques déjà évoqués précédemment. Pour les auteurs (David et Farizy, 1994), deux hypothèses permettent d'expliquer ce profil de mortalité catastrophique : celle d'une chasse par piégeage d'un petit groupe d'individus ou celle d'une chasse aléatoire sans sélection.

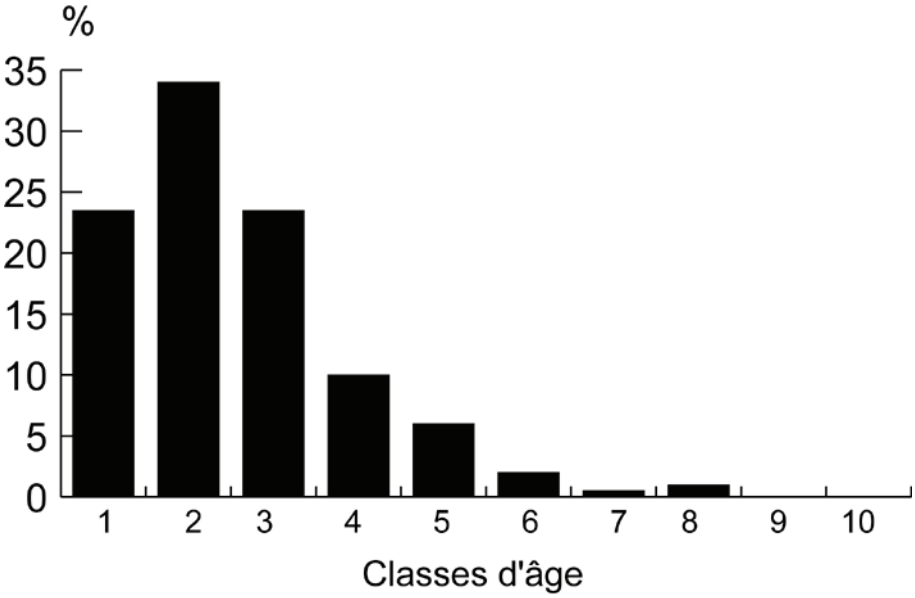


Figure 107 : Mauran – Courbe d'abattage des bisons. D'après la méthode quadratique de Klein et Cruz-Uribe (1984b) basée sur la hauteur des couronnes (d'après David et Farizy, 1994). Les classes d'âge représentent 10% de l'espérance de vie (ici les auteurs ont retenu 16 ans).

II-6-b Saison de prédation

L'étude des séquences d'éruption et d'usure des dents déciduales a été menée pour déterminer la saisonnalité de prédation du Bison. En admettant une période restreinte des naissances, concentrée sur un mois, et une usure régulière des dents concernées, il est possible d'en déduire la saison de mort des jeunes individus (*e. g.* : Wilson, 1980 ; Reher et Frison, 1980 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984b).

En mesurant la réduction de la hauteur du métaconide de la D4, F. David (*in* Brugal et David, 1993 ; David et Farizy, 1994) propose un âge au décès à un ou deux mois près pour les jeunes individus (Figure 108). Les variations inter- et intra-populationnelles devenant de plus en plus importantes avec l'âge, les auteurs sont contraints de rejeter les données provenant des stades d'usure les plus avancés.

Sur la base de cette étude, deux « pics » de hauteur de couronne peuvent être identifiés (Figure 108) :

- autour de 26-25 mm. Les hauteurs de couronne correspondent à des individus de 3 à 4 mois
- Autour de 19 mm. Ces dents proviendraient d'individus âgés de 16 à 18 mois (soit un an plus tard).

En acceptant le postulat que toutes les naissances se déroulent en mai, ces résultats sont interprétés par les auteurs comme étant le témoignage d'un abattage en été et/ou en automne (David et Farizy, 1994).

Notons cependant ici que le nombre d'individus sur lequel se fondent ces résultats est particulièrement faible (4 au maximum) et qu'un pic n'est, en réalité, constitué que par trois individus. Aussi, comment interpréter le fait que, excepté pour la hauteur de 21 mm, toutes les hauteurs de métaconide possibles sont représentées ? Cela signifie-t'il que l'abattage à lieu toute l'année avec simplement une concentration en été et en automne ou est-ce simplement le fait d'un problème méthodologique ?

De plus, les remarques méthodologiques que nous avons faites concernant les biais de la méthode utilisée par D. Armand pour la détermination de la saison d'abattage des bisons de La Quina (chapitre précédent) peuvent être ici réitérées.

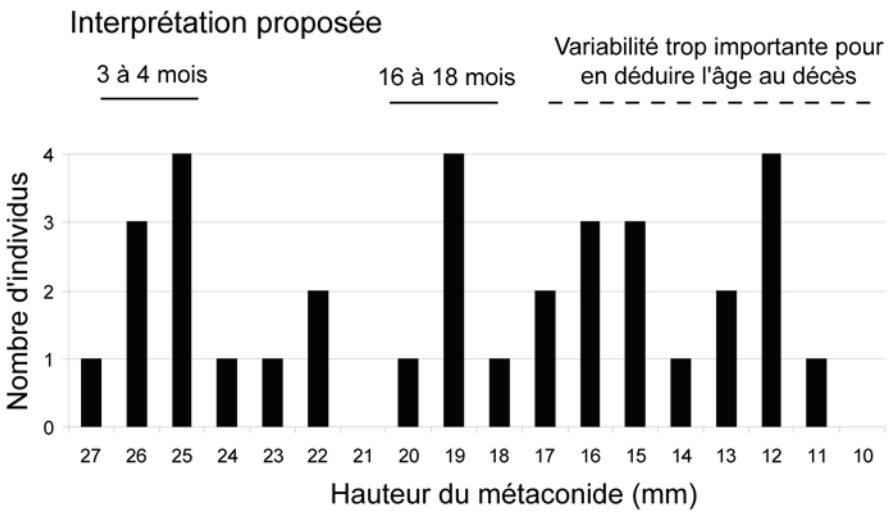


Figure 108 : Mauran – Distribution des D4 (en nombre d'individus) en fonction de la hauteur du métaconide, et inférence de l'âge au décès modifié d'après David et Farizy, 1994.

II-6-c Représentation différentielle des éléments anatomiques et schéma d'exploitation des carcasses

Malgré un problème de conservation différentielle, l'étude du profil de représentation des éléments anatomiques met en évidence une sous-représentation, interprétée comme un probable transport des éléments les plus riches hors du site, et en particulier les éléments riches en graisses (os longs). L'étude souligne la proximité du profil d'avec ceux des « *kill sites* » paléo-indiens (Farizy *et al.*, 1994).

Lors de l'exploitation des carcasses, les hommes ont concentré leur intérêt sur les os longs riches en moelles, au détriment du reste du squelette : les phalanges, trouvées généralement en connexion anatomique, semblent n'avoir fait l'objet d'aucun traitement ; les métapodes ont eux aussi été délaissés : 40% des métacarpiens et 63% des métatarsiens ont été retrouvés entiers (David et Farizy, 1994).

II-7 Résumé des travaux

De l'ensemble de ces informations, C. Farizy et collaborateurs (1994) proposent une interprétation globale du gisement prenant en considération les données archéologiques, éthologiques et paléo-topographiques. Ainsi, proposent-ils que le gisement a servi entre l'été et l'automne, pour piéger les Bovinés lors de leur migration vers leur lieu d'hivernage. Là, de manière récurrente, les préhistoriques auraient mis à profit le resserrement de la vallée pour isoler quelques individus, puis les piéger à l'aide du banc rocheux ou « *de la zone marécageuse située entre le gisement et le pied de la colline.* » (Farizy *et al.*, 1994). Les Moustériens seraient alors revenus régulièrement chaque année pendant plusieurs siècles, 200 à 400 ans d'après les calculs de J. Leclerc (Jaubert, *com pers.*, 2007). Cette répétitivité des occupations aurait abouti à l'accumulation qui nous est aujourd'hui parvenue.

III Cémentochronologie

III-1 Problématique de l'étude

Cette exceptionnelle accumulation de carcasses de bisons qu'est Mauran, se trouve dans un contexte topographique tout à fait particulier. Sa position est doublement stratégique. Il est tout d'abord à l'exacte interface du Piémont pyrénéen et des plaines du Bassin Aquitain, De plus, les hommes se sont installés à proximité de la Cluse de Boussens, véritable goulot d'étranglement de la vallée de la Garonne, qui constitue la plus grande voie de pénétration au sein du massif montagneux, et correspond donc très probablement à un couloir de migration majeur.
Le gisement de Mauran a donc permis aux hommes d'exploiter le milieu du piémont pyrénéen et plus spécifiquement de chasser au sein des Petites Pyrénées, tout en profitant de la possibilité que leur offrait le débouché d'un probable axe migratoire.
Les résultats fournis tant par les études archéozoologiques (représentation différentielle des éléments anatomiques, courbe de mortalité de type catastrophique) que lithiques suggèrent, entre autre, l'utilisation de ce gisement comme site d'abattage de Bison. Cependant, les nombreuses questions que ces études soulèvent quant aux modalités de prédation ne peuvent trouver de réponse dans les études saisonnières précédentes (David et Farizy, 1994).
Nous proposons ici de documenter la saisonnalité de prédation de l'un des plus grands gisements d'abattage de grands Bovinés fouillés en Eurasie, ainsi que de tester l'hypothèse proposée par C. Farizy et collaborateurs (1994) de chasses menées pendant la migration d'automne.

Dans une perspective plus large, le Bison est, avec le Renne et le Cheval, l'un des trois taxons qui domine le plus fréquemment les spectres fauniques moustériens. Pour mieux appréhender les relations qu'entretenait l'homme de Neandertal avec ce grand boviné, il est essentiel de mieux cerner les stratégies de prédation du plus grand site d'abattage en masse de ce taxon pour cette période.

III-2 Matériel d'étude

III-2-a Choix du niveau

À la fouille, deux niveaux archéologiques identifiés C1 et C2. V. Krier (1994), suggèrent cependant, que ces deux niveaux pourraient être liés à l'action de processus post-dépositionnels. En outre, les études n'ont jusqu'à présent montré aucune différence dans le contenu de ces deux niveaux archéologiques (Farizy *et al.,* 1994). En se fondant sur ces éléments, l'analyse des vestiges

osseux a été conduite globalement sans distinction stratigraphique (Farizy *et al.,* 1994). Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons étudié le matériel dentaire du Bison sans tenir compte du niveau d'attribution.

III-2-c Sélection et préparation du matériel

Le matériel osseux et dentaire issu des fouilles archéologiques du gisement de Mauran est entreposé de manière temporaire au Musée de Préhistoire d'Ile-de-France de Nemours. Après examen des séries dentaires, l'ensemble des dents inférieures gauches (série qui avait donné le NMI maximum) a été prélevé et transporté à l'Institut de Préhistoire et de Géologie du Quaternaire de Talence (Université Bordeaux 1- UMR 5199).

Malgré la grande quantité de dents disponibles, l'échantillonnage s'est avéré particulièrement délicat tant l'impact des agents taphonomiques est élevé. Les exfoliations du cément, les délitements des tissus dentaires ou les imprégnations d'oxydes de manganèse sont particulièrement fréquents. Cependant, ce qui est apparu comme le facteur limitant le plus important est l'attaque acide du sol et l'impact racinaire : ces deux éléments ont eu pour conséquence une dissolution partielle ou totale du cément voire la destruction de certaines racines.

- Sélection

Trente-cinq dents ont été présélectionnées pour l'étude puis, conformément à notre protocole (Cf. *supra*), elles ont été classées par ordre décroissant de conservation et analysées successivement par groupe de cinq. Dans le cinquième groupe, seules trois dents ont livré un enregistrement saisonnier, l'échantillonnage a alors été arrêté. Au total, ce sont donc vingt-trois dents, représentant autant d'individus différents, qui ont été analysées dans l'étude cémentochronologique que nous présentons ici.

- Préparation du matériel

La préparation du matériel a suivi notre protocole : les dents ont été photographiées sous six vues, les mesures paléontologiques ont été prises. Le matériel dentaire a alors été moulé avant inclusion. E. Pubert (PACEA-Université Bordeaux1) nous a aidé en réalisant le tiers des moulages dont nous avions besoin.

IV Résultats

Cinquante lames minces ont été obtenues à partir des vingt-trois dents échantillonnées. Comme l'on pouvait s'en douter pour un gisement de plein air, l'étude a été particulièrement gênée par l'impact des agents taphonomiques sur le degré de lisibilité des structures saisonnières. Les

délitements du cément et les fracturations de celui-ci sont fréquents, mais c'est principalement les altérations dues à l'action des micro-organismes (Geusa *et al.*, 1999) et, plus généralement des processus diagénétiques qui ont contrarié la lecture.
Au total vingt dents correspondant à vingt individus ont fourni des résultats saisonniers, les trois autres dents ne présentant pas une conservation du cément suffisante (Tableau 34). Il s'est avéré que les problèmes de conservation précédemment signalés n'altéraient pas l'enregistrement saisonnier lui-même et, bien que compliquant la lecture, n'avaient que peu de conséquence sur les résultats de l'étude.

N° de l'échantillon	Rang de la dent	détermination saisonnière
M75 D12-120	P4 inférieure	FBS
M74 G10-41	P4 inférieure	FBS
M75 C10-32	M2 inférieure	FBS
M75 D12-15	M2 inférieure	FBS
M75 C13-114	M1 inférieure	FBS
M77 E14-152	P3 inférieure	FBS
M77 D10-205	M1 inférieure	FBS
D11-92	M1 inférieure	FBS
M75 D14-114c	M1 inférieure	FBS
M77 F13-32	M2 inférieure	illisible
M74 C10-124	M1 inférieure	FBS
E13-138	P4 inférieure	FBS
M75 E14-198	P3 inférieure	FBS
C13-111	M1 inférieure	FBS
D12-6	M1 inférieure	FBS
M75 E12-34b	M2 inférieure	FBS
M75 C11-23	M1 inférieure	FBS
M78 D13-169	P4 inférieure	illisible
F11-22	M inférieure	FBS
D10-154	M1 inférieure	FBS
D11-254	P4 inférieure	illisible
M79 D13-330	M2 inférieure	FBS
E14	M inférieure	BS

Tableau 34 : Mauran – Résultats de l'étude cémentochronologique par dent.

IV.1 Description des lames minces

Nous présentons ci-après, la description détaillée de nos observations et des interprétations qui en ont découlées pour la moitié des dents analysées.

M75 D12 – 120

Cette dent est une quatrième prémolaire inférieure gauche et a permis l'obtention de deux lames minces. Les tissus dentaires sont bien préservés mais un décollement de la lame mince complique localement la lecture des dépôts saisonniers internes, les plus externes étant beaucoup plus faciles à lire que ceux qui les précèdent. Ces derniers sont constitués de la succession de trois couples de bandes, complétés par une *zone* en fin de croissance. La représentation en *pseudo 3D* atteste de la continuité de ces dépôts et de la constance de leur épaisseur, nous autorisant à mener une analyse de type profil. Sur le profil, il est possible d'identifier les quatre bandes à croissance rapide qui constituent la partie la plus externe du cément. Le point d'interrogation localise la région en cours de décollement, pour laquelle l'enregistrement saisonnier est masqué.
Le dernier dépôt à une épaisseur à peu près équivalente à celle de la *Zone* précédente.
L'animal a donc été tué en **fin de bonne saison**, mais aucune estimation de l'âge ne peut être proposée pour cet individu.

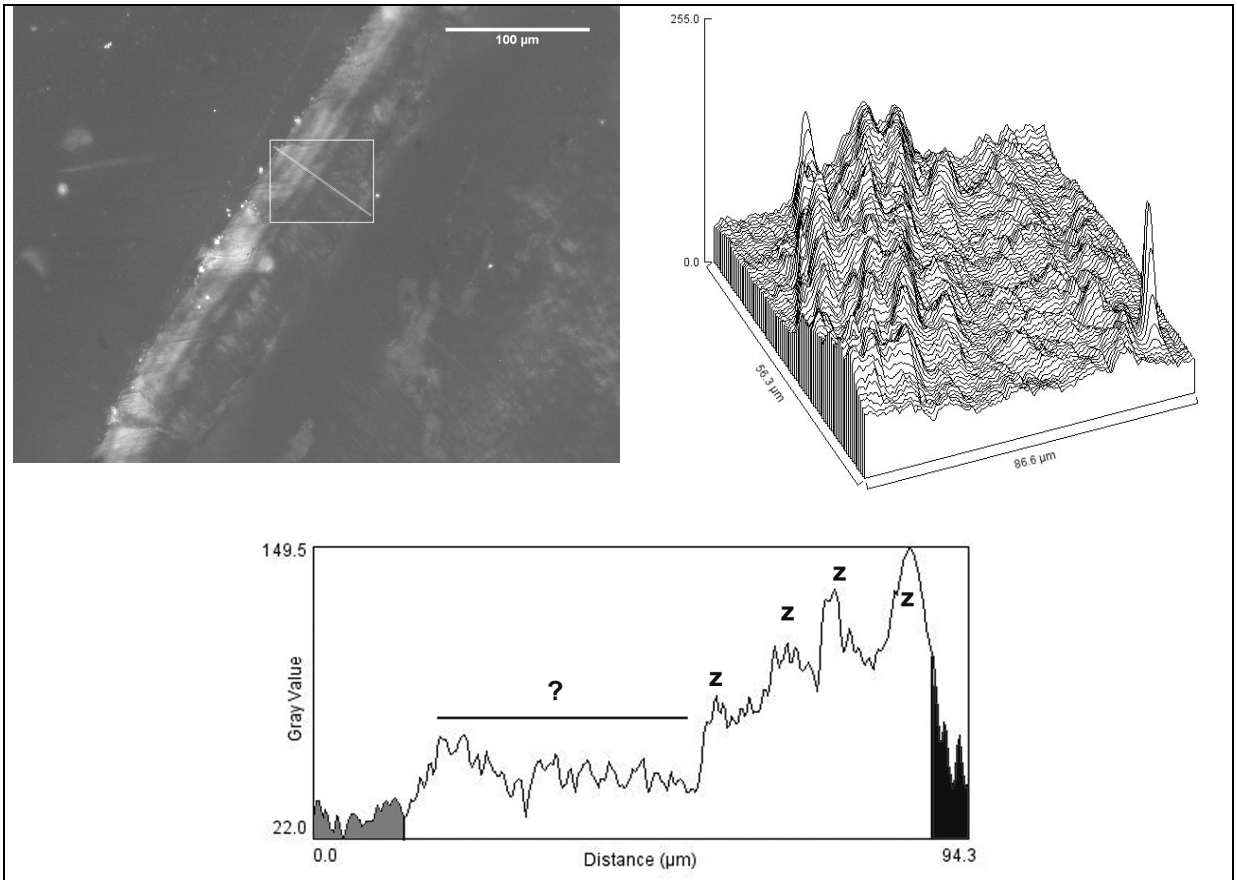


Figure 109 : Mauran – M75 D12-120. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance.

M74 G10 – 41

Une lame mince a été obtenue pour cette quatrième prémolaire inférieure gauche. Bien que le polissage de cette lame mince ne soit pas totalement achevé, nous l'avons arrêté puisque les marques de croissance étaient lisibles. Ceci explique pourquoi certaines parties de la photographie sont illisibles avec, notamment, l'impossibilité d'observer les structures de la dentine et d'une partie du cément le plus interne. En revanche, les dépôts externes, ceux qui nous intéressent, sont tout à fait lisibles : le bord extérieur du cément est souligné par la présence d'un encroûtement noir, qui correspond probablement aux restes du consolidant utilisé lors de la fouille. Notons que l'une des racines présente un cément particulièrement altéré du fait de l'action racinaire. Aucune modification *post mortem* ne semble avoir affectée l'autre racine. Sur la photographie, dans la partie externe du cément, il est possible de distinguer la succession de trois couples de bandes, une quatrième *zone* constituant la limite extérieure du cément. L'analyse d'image n'est d'une aide que relative pour la détermination de la nature et l'état d'avancement de la croissance du dernier dépôt. On constate, sur le profil, que les dimensions du dernier dépôt sont équivalentes à la *zone* qui le précède. Il est aussi possible de reconnaître la région du cément illisible (identifiée par le point d'interrogation). L'animal auquel appartient cette dent est donc mort à la fin de la bonne saison.

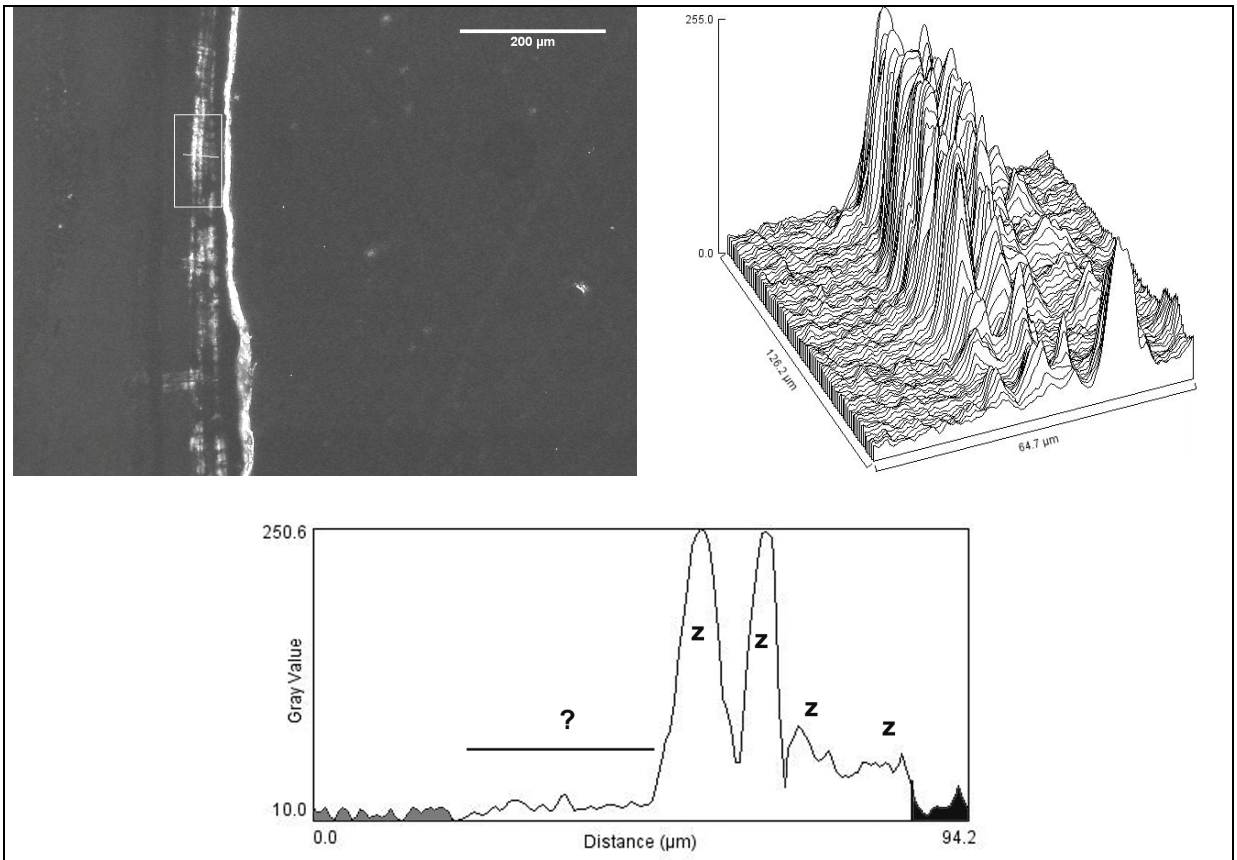


Figure 110 : Mauran – M74 G10-41. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance.

M75 C10-32

Cette dent est une deuxième molaire inférieure gauche : deux lames minces y ont été réalisées. Le cément de cette dent est particulièrement altéré. En plus d'un décollement au niveau de la jonction dentine cément qui a conduit localement à sa disparition, l'observation avec insertion de la lame 1/4 d'onde souligne une perte de la structure de collagène, ce qui explique la difficulté d'identification des dépôts saisonniers sur la photographie. Une fois encore, les dépôts les plus internes sont difficiles à lire. Malgré ces problèmes, la reproductibilité de l'analyse dans la détermination de la nature et des dimensions du dernier dépôt nous ont conduit à proposer tout de même une estimation saisonnière. L'observation du profil montre que le dernier dépôt est une *zone* dont la croissance est presque terminée.

Ainsi, bien que l'âge ne soit pas accessible par la lecture des marques de croissance au sein du cément, il est possible de proposer une mort à la **fin de la bonne saison**.

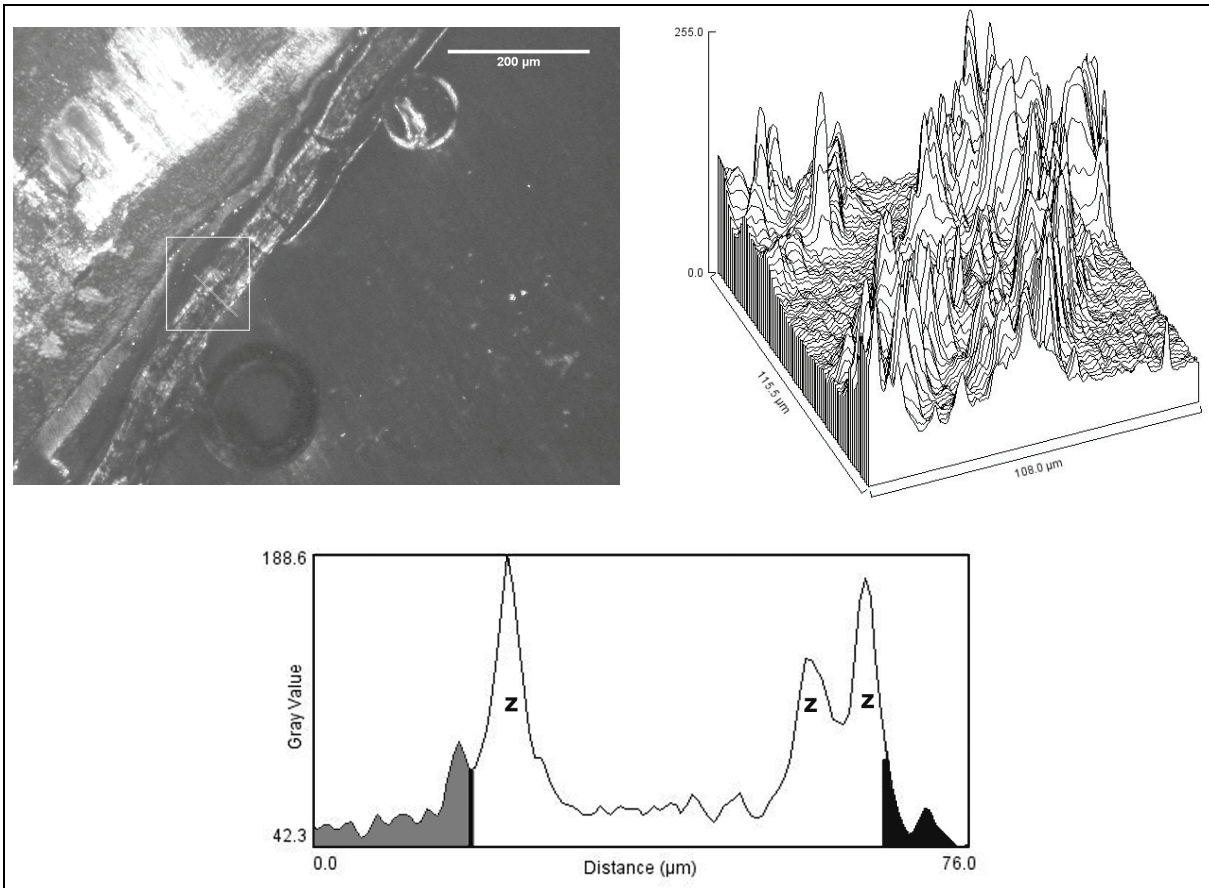


Figure 111 : Mauran – M75 C10-32 : Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

M75 D12-15

Deux lames ont été réalisées pour cette jugale inférieure qui avait été consolidée lors de la fouille. L'observation microscopique met en évidence une remobilisation importante des tissus dentaires avec une altération de type *focalised* visible par les nombreux « tunnels » creusés au sein de la dentine. Le cément est lui aussi localement affecté, sans pour autant que cela empêche l'analyse de la succession des dépôts. Notons qu'ici aussi, les résidus du consolidant soulignent la limite extérieure du dépôt saisonnier.

Six couples *zone* et *annulus* peuvent être observés. Le dernier dépôt est une septième *zone* dont la croissance semble proche de la fin. L'étude du profil met en avant la même succession et permet de constater que le dernier dépôt de bonne saison n'a pas tout à fait fini sa croissance puisque ses dimensions sont encore inférieures à celles du précédent.

Le Bison auquel appartient cette dent à donc été abattu à la **fin de la bonne saison**.

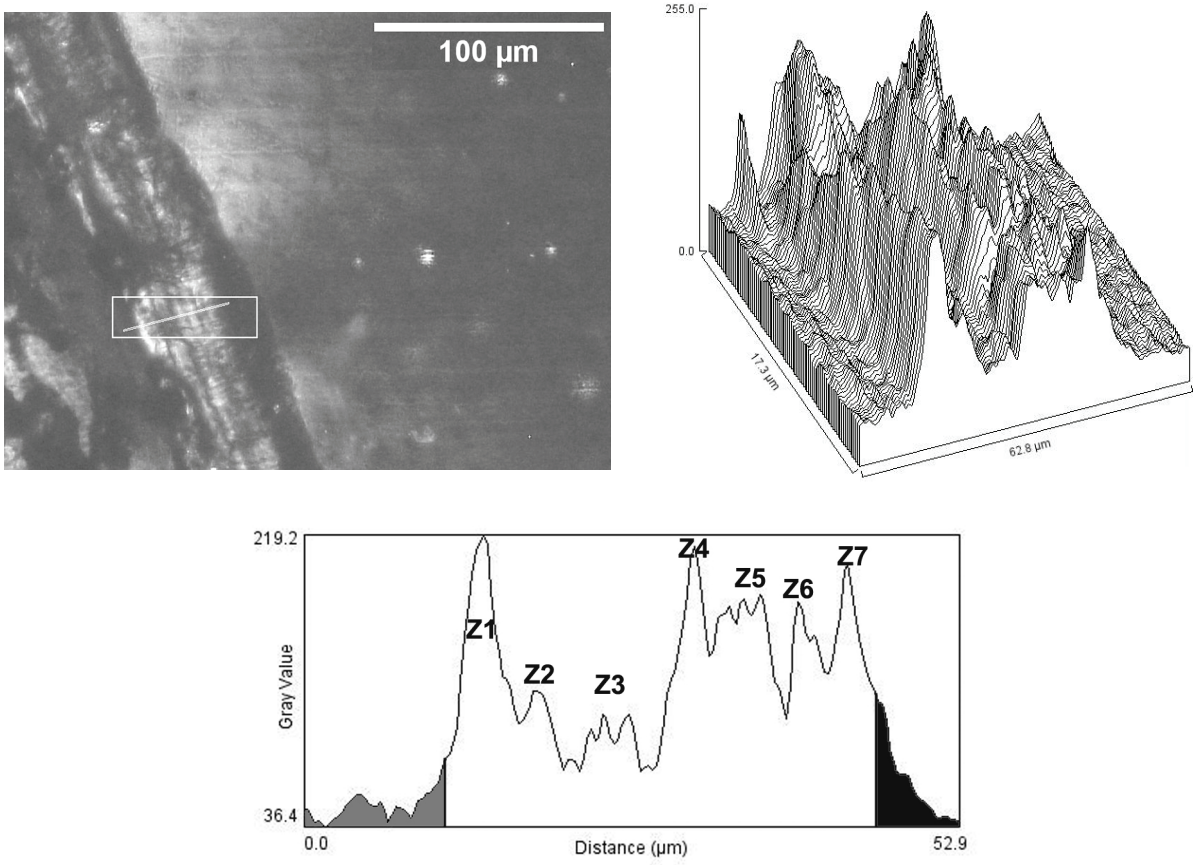


Figure 112 : Mauran – M75 D12-15. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

M75 C13-114

Deux lames ont été obtenues dans cette jugale inférieure. Les tissus de cette dent ne présentent pas de remobilisation *post mortem* majeure.

La succession de deux *zones* et de deux *annuli* est complétée par un troisième dépôt à croissance rapide. Il est possible en étudiant le profil d'établir que ce dernier dépôt a une épaisseur égale à celle de son prédécesseur témoignant qu'il a fini sa croissance.

Le Bison auquel appartient cette dent à donc été abattu à la **fin de la bonne saison**.

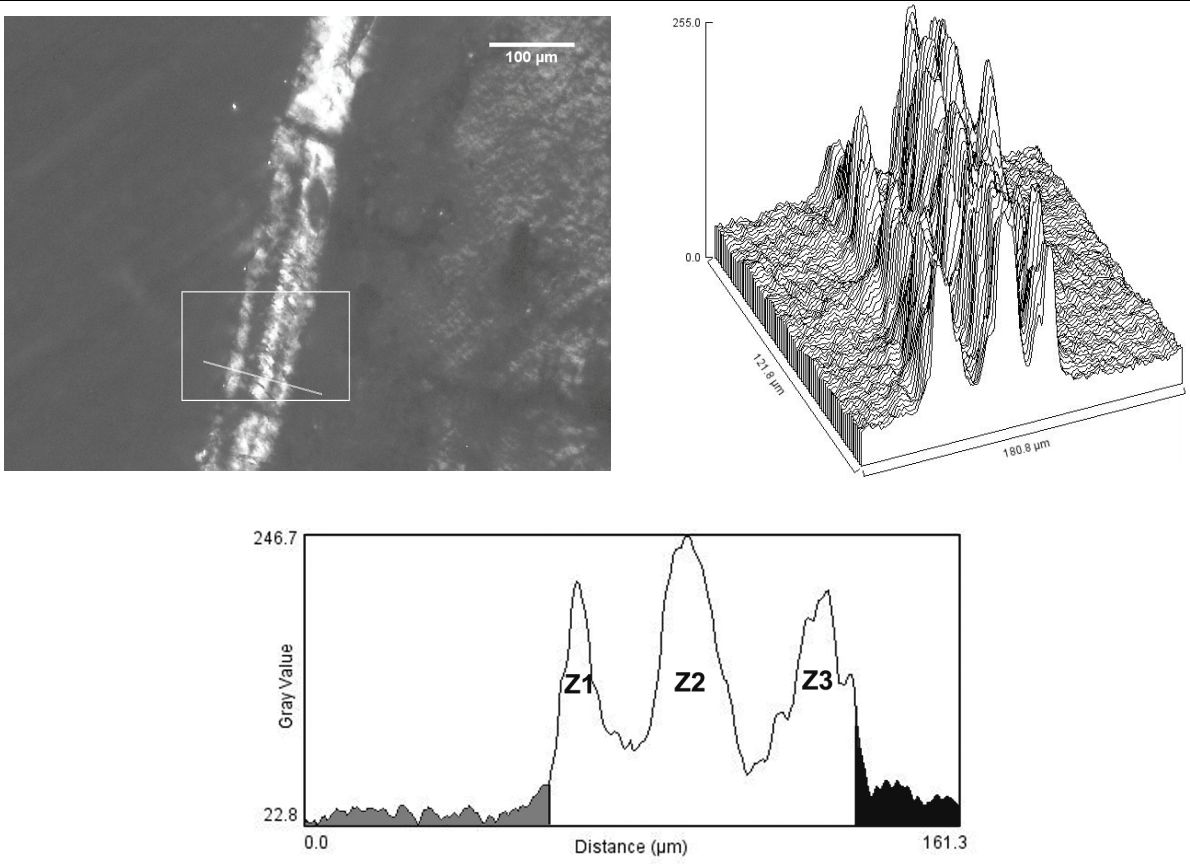


Figure 113 : Mauran – M75 C13-114. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

M77 E14-152

Deux lames minces ont été obtenues dans cette troisième prémolaire inférieure gauche de Boviné.

L'altération de type *focalised* bien que présente n'est que très peu poussée et n'altère pas l'enregistrement saisonnier. Une fracturation transversale importante du cément est à signaler. La seule modification taphonomique qui ait une incidence sur la lecture des marques de croissance est une possible recristallisation identifiée par l'emploi de la lame 1/4 d'onde. Cette

remobilisation affecterait les couches internes du cément, n'ayant ainsi aucune incidence sur la détermination de la saison de mort.

Le dernier dépôt observable est une bande lumineuse : une *zone* dont l'épaisseur est égale à la précédente. Aucune information ne peut être obtenue à partir de l'analyse de surface, en revanche, l'étude du profil confirme l'observation directe. Les problèmes de l'analyse d'image sont certainement liés au fait que cette lame mince a été trop poncée lors de sa réalisation, ce qui a réduit le contraste entre des dépôts de nature différente.

L'animal auquel appartient cette dent est mort à la **fin de la bonne saison**.

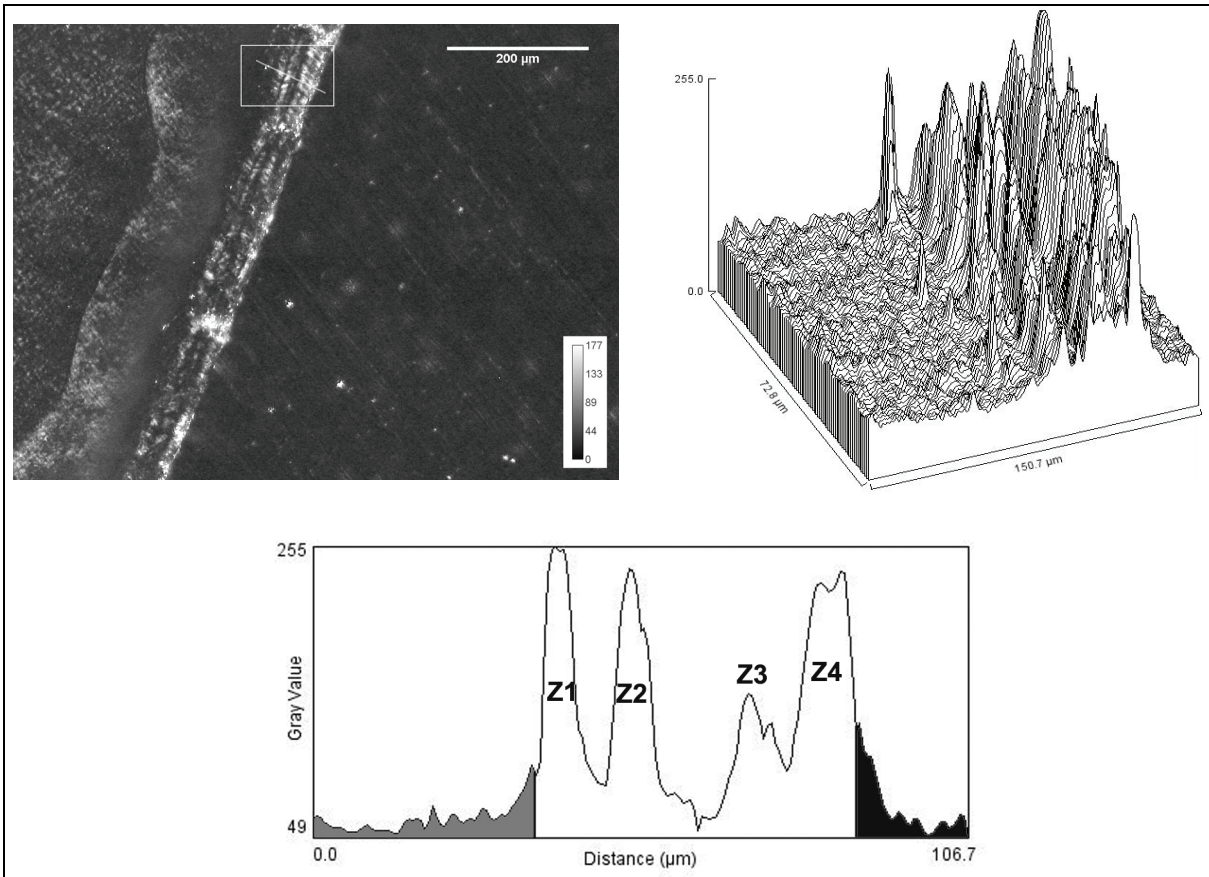


Figure 114 : Mauran – M77 E14-152. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

M77 D10-205

Cette première molaire inférieure gauche a fourni deux lames minces pour l'analyse cémentochronologique. Les tissus dentaires sont généralement bien conservés et aucune modification *post mortem* ayant des conséquences sur la lecture de l'enregistrement saisonnier n'est à signaler. L'existence d'un dépôt, constitué de particules brillantes, témoigne d'une probable utilisation de consolidant sur cette dent.

Au total, trois bandes à croissance rapide peuvent être distinguées. Le premier dépôt saisonnier est difficile à percevoir, la troisième zone constitue la limite extérieure du cément.
L'analyse de surface souligne d'une part la constance de l'épaisseur du dernier dépôt, ainsi que la moins bonne lisibilité du premier dépôt saisonnier. Sur le profil, il est possible de mesurer directement la largeur de la dernière *zone* : 10µm, c'est-à-dire autant que la largeur du « pic »précédent. Le dernier dépôt finissait sa croissance à la mort de l'animal.
L'animal auquel appartient cette dent est mort à la **fin de la bonne saison** à l'âge de trois ans et demi.

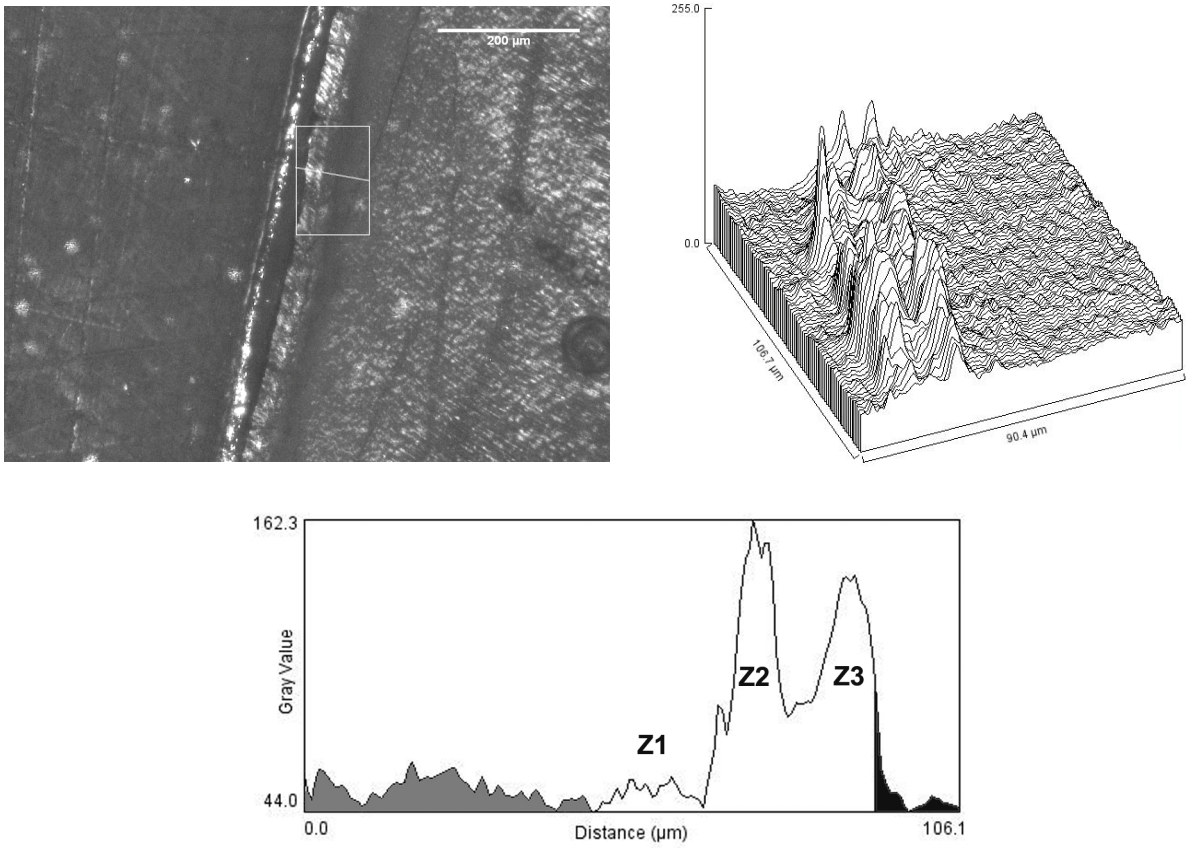


Figure 115 : Mauran – M77 D10-205 : P Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

D11-92

Deux lames minces ont été obtenues dans cette première molaire inférieure gauche de Boviné. Les tissus de cette dent ont particulièrement été affectés par des modifications post-dépositionnelles. La lisibilité du cément est réduite par une fissuration transverse, mais c'est principalement une attaque de type « *focalised* » (Geusa *et al.,* 1999) qui gène la lecture. L'action conjointe de ces deux phénomènes rend impossible de suivre les bandes de cément sur une grande surface et rend l'observation directe plus délicate. Malgré cela, il est possible, en divers endroits des racines, d'observer la succession des dépôts saisonniers. La reproductibilité du

décompte des couples de bandes ainsi que de la mesure du dernier dépôt en divers endroits de la racine nous a conduit à proposer une estimation de la saison de mort. L'analyse de surface souligne la continuité et la régularité de l'épaisseur de ces dépôts autorisant l'emploi de l'analyse d'image. La dernière *zone*, moins « lumineuse » que les autres, a des dimensions difficilement perceptibles à l'œil nu. En revanche, le profil montre bien que celles-ci sont supérieures à la moitié de celles des bandes précédentes. Le Bison auquel appartient cette dent à donc été abattu à la **fin de la bonne saison**.

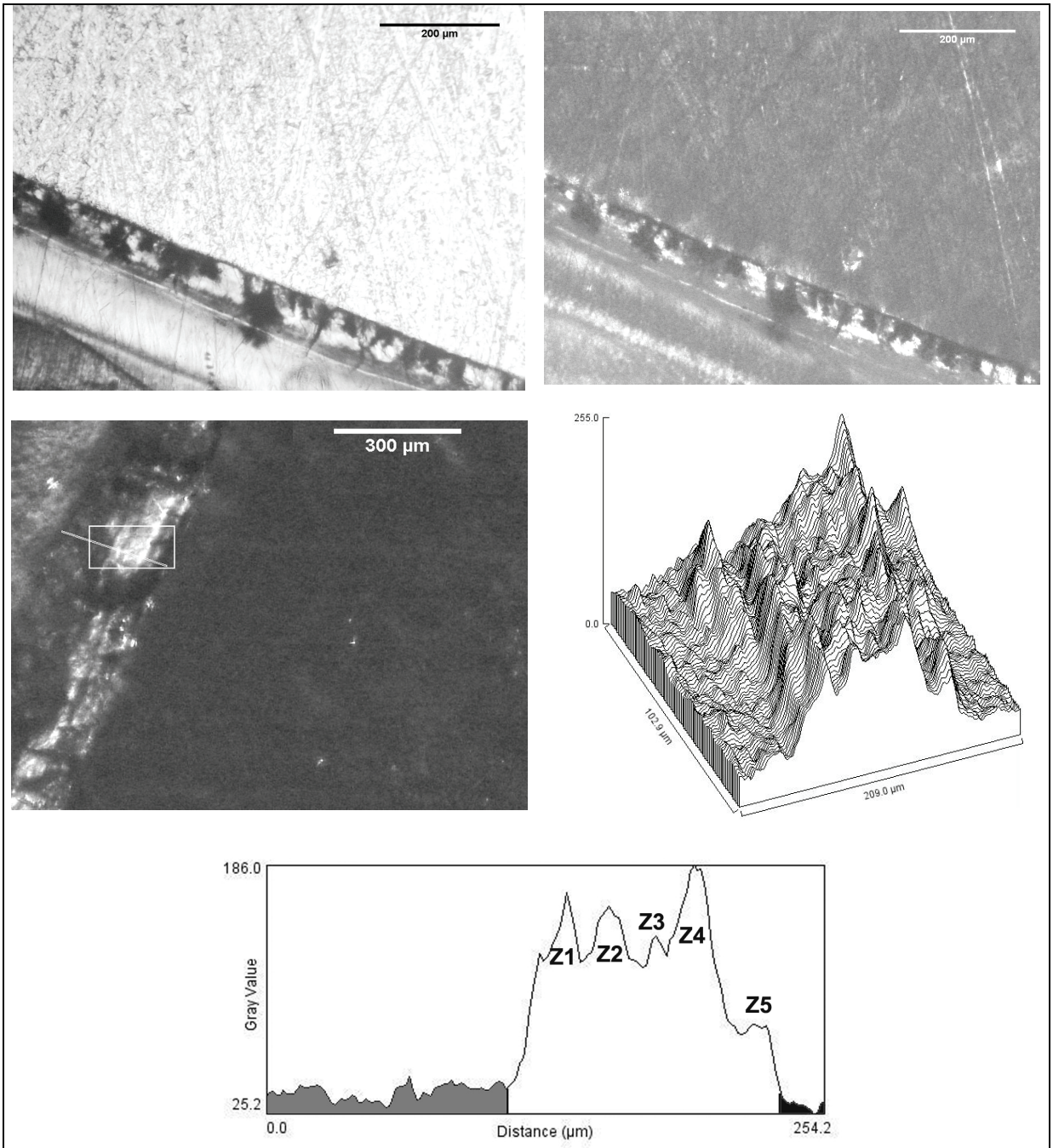


Figure 116 : Mauran – D11-92. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

M75 D14-114c

Cette dent est une première molaire inférieure. Des inclusions d'une substance rougeâtre sont visibles. Cette lame en cours de décollement présente plusieurs problèmes de réalisation comme notamment un polissage trop poussé et la présence de bulles d'air, confirmant la mauvaise réalisation du collage.

L'alternance de trois couples *zone-annulus* peut être perçue sur la photographie (même si la première *zone* n'est que partiellement visible) ; le dernier dépôt est une quatrième bande à croissance rapide. Les dimensions relevées sur le profil permettent de proposer qu'elle était en fin de formation quand l'animal est mort.

Le bison auquel appartient cette dent a donc été abattu à la **fin de la bonne saison**.

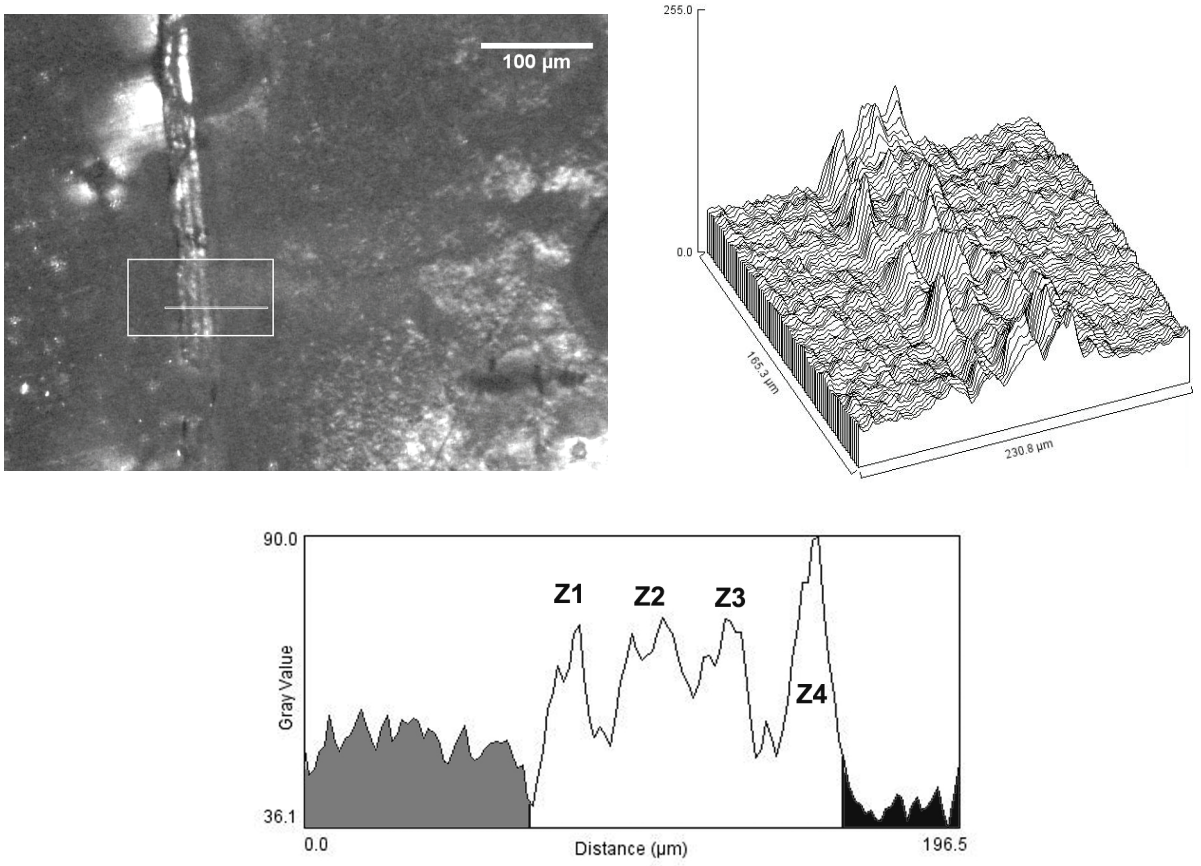


Figure 117 : Mauran – D14-114c. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance

M77 F13-32

Cette dent est une deuxième molaire gauche de bovinés. Les tissus dentaires sont ici partiellement recouverts de la substance rougeâtre précédemment signalée. Les bandes de cément sont affectées par une altération de type « *focalised* » aboutissant, par endroits, à la destruction complète de l'enregistrement saisonnier (altération de type « *amorphous* »). Les bandes ne peuvent pas être suivies sur leur longueur ; dans ces conditions il est difficile d'être sur que ce qu'on observe est bien un dépôt saisonnier et pas un artefact de fabrication de la lame mince. Aucune analyse d'image n'est proposée pour cette dent.

Il n'est pas **possible de déterminer la saison de mort** de l'individu auquel appartient cette dent.

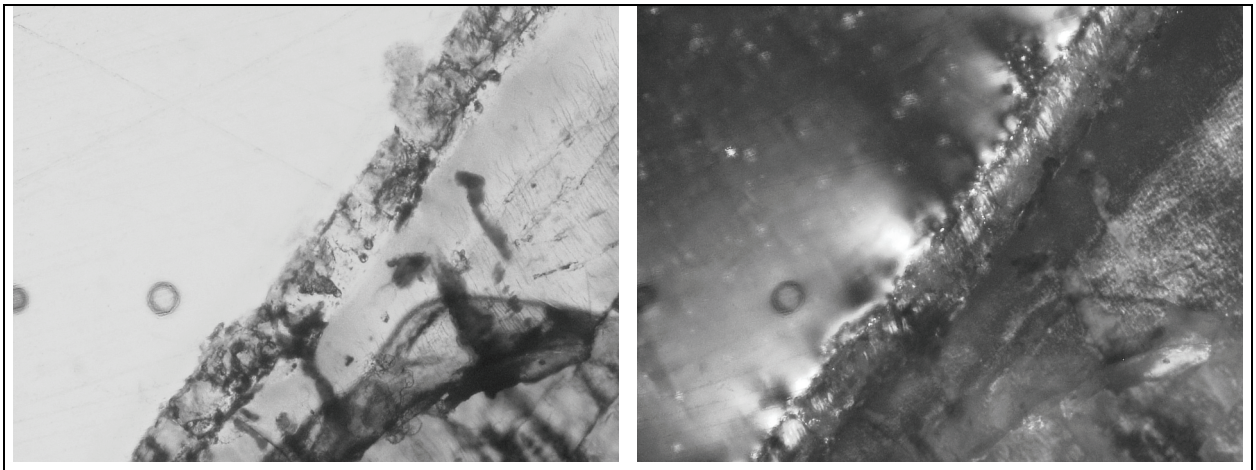


Figure 118 : Mauran – F13 – 32. Photographie de la lame mince en lumière naturelle à gauche et lumière polarisée à droite. Aucune interprétation d'ordre saisonnier n'est proposée ici.

M74 C10 – 124

Cette première molaire inférieure gauche a fourni deux lames minces pour l'analyse cémentochronologique. Le cément y est bien conservé et aucune modification *post mortem* n'est à signaler. La succession de trois couples de bandes de bonne et mauvaise saisons est complétée par une quatrième *zone*. Lors de nos observations du cément de cette dent, des lignes secondaires ont été perçues au sein du premier dépôt à croissance rapide. Malheureusement, les mécanismes à l'origine de la formation de ce type de dépôt étant inconnus, aucune interprétation ne peut être proposée.

L'analyse du profil confirme la détermination de la nature du dernier dépôt (*zone*). De plus, son épaisseur étant presque équivalente au dépôt précédent, il devait être à la fin de sa croissance lors de la mort de l'animal.

Le Bison auquel appartient cette dent à donc été abattu à la **fin de la bonne saison**.

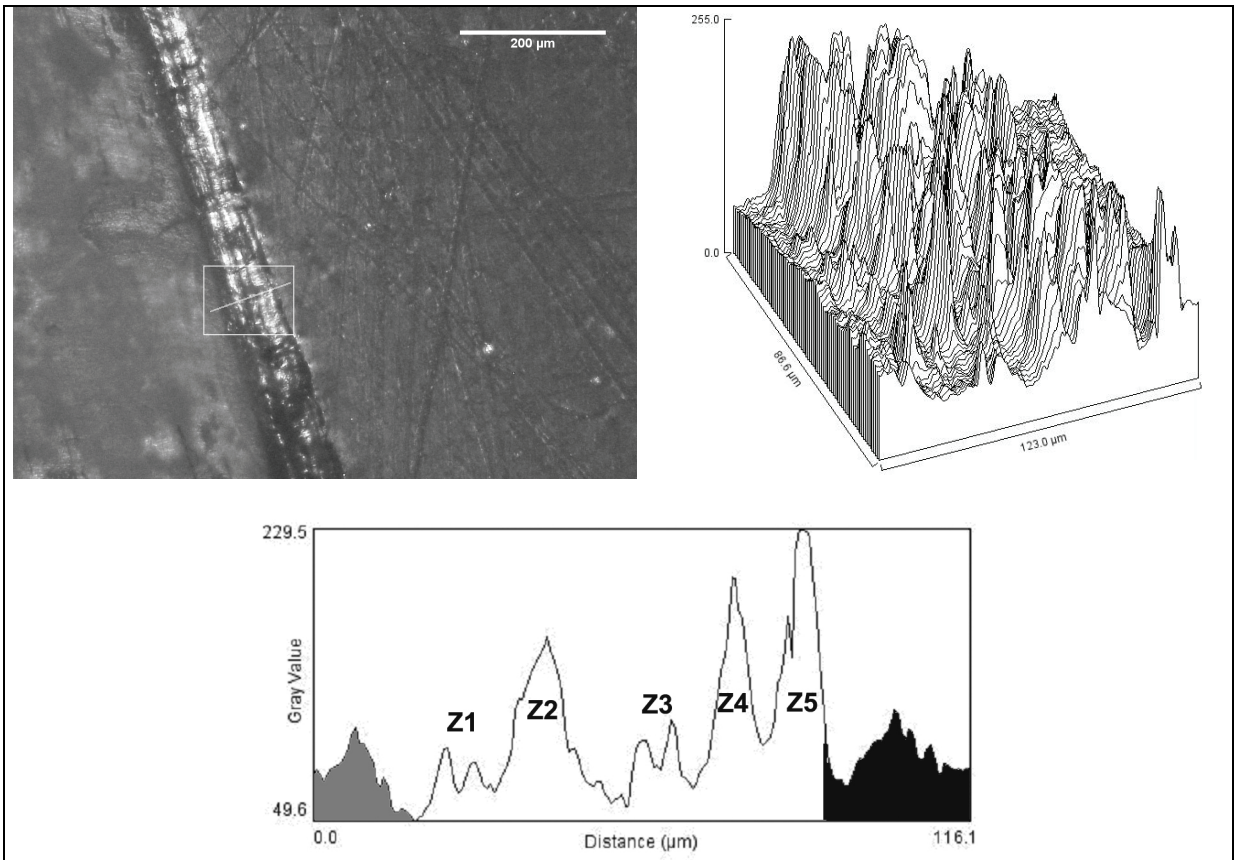


Figure 119 : Mauran – M74 C10-124. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance.

IV-2 Synthèse des résultats

Ainsi malgré un impact taphonomique important, l'étude cémentochronologique que nous proposons ici a livré des résultats pour vingt individus. Quelle que soit la dent considérée, le dernier incrément observé est toujours une *zone*. Dans un cas, nous n'avons pas été en mesure d'estimer l'état de développement du dépôt, mais dans les dix-neuf autres la *zone* était en fin de croissance. Les animaux ont donc été chassés à la fin de la bonne saison, et, dans l'état actuel des recherches, il n'y a aucune indication d'une prédation hors de cette période. Précisons que plusieurs fois, l'analyse d'image a apporté des informations importantes en confirmant la nature du dernier dépôt et en précisant parfois l'état d'avancée de sa croissance.

IV-3 Approche probabiliste

Les résultats que nous avons obtenu dans le cadre de l'étude du gisement de Mauran ont été confrontés aux probabilités de les obtenir à partir d'un assemblage théorique sur lequel l'abattage se serait déroulé toute l'année (voir *chapitre III-Méthode*)

La probabilité d'obtenir vingt individus abattus en bonne saison à partir d'un assemblage résultant d'une chasse sans préférence saisonnière est de 0,0003 (Figure 120), soit très largement en deçà du seuil d'acceptation de notre hypothèse. Il semble dans ce cas que le profil que nous obtenons ne puisse s'expliquer par un problème d'échantillonnage, mais bien par une prédation saisonnière.

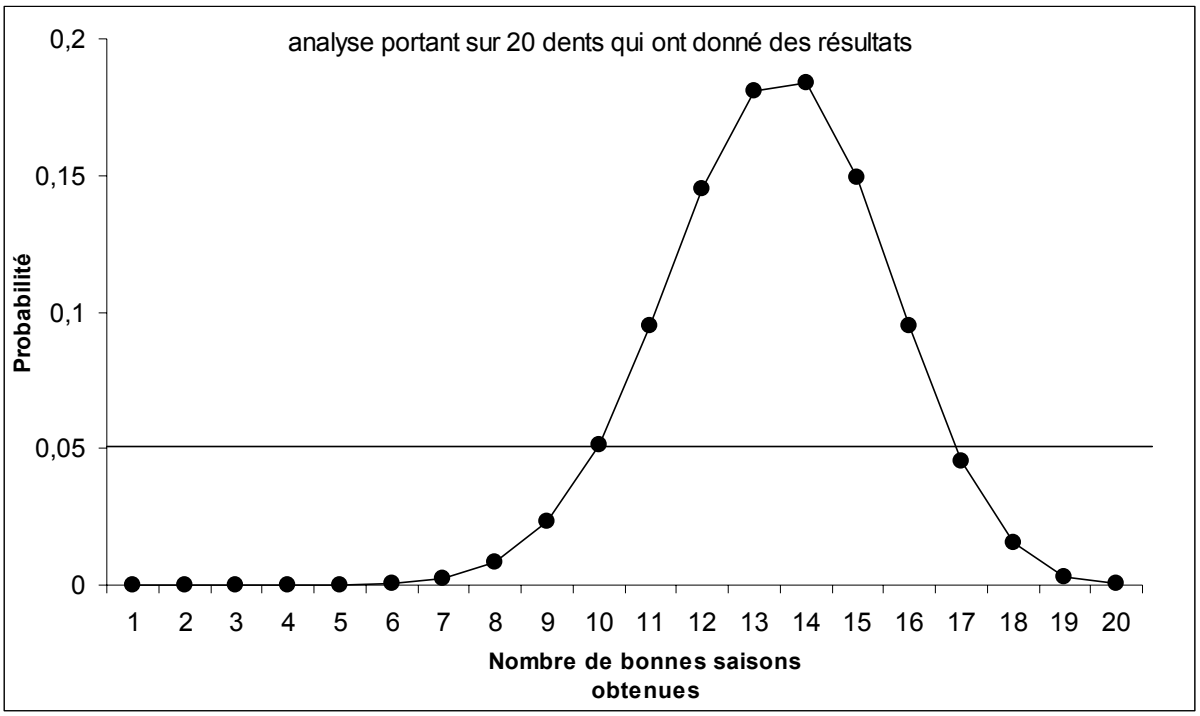


Figure 120 : Mauran - Application de la loi binomiale à l'échantillon cémentochronologique du gisement de Mauran : probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données à partir d'un échantillon de 20 dents provenant d'un site à abattage réparti sur l'ensemble de l'année. La ligne noire représente le seuil de rejet de l'hypothèse.

IV-4 Comparaison avec les données précédentes : confirmation des résultats et nouveaux apports

Les résultats obtenus par F. David et C. Farizy (1994) ont permis aux auteurs de proposer une chasse aux grands Bovinés se déroulant au cours de l'été ou de l'automne (Brugal et David, 1993 ; David et Farizy, 1994 ; David et Fosse ; 1999). Nos résultats confirment donc les hypothèses précédemment émises tout en les affinant (Figure 121). En effet, seule la fin de bonne saison est représentée dans notre spectre saisonnier, celle-ci correspond actuellement à la fin de l'été et au début de l'automne.

Plusieurs points doivent être soulignés.

- l'étude précédente mettait en évidence un pic de prédation, mais ne permettait pas d'écarter la possibilité d'un abattage annuel. En effet, des individus présentant des hauteurs de couronnes intermédiaires aux deux pics sous-entendaient qu'une proportion non négligeable de bisons

avait été chassée hors de la période principale de prédation. Nos résultats identifient **une seule et unique période de prédation**. Ces différences peuvent s'expliquer par : d'une part la variabilité intra et inter-populationnelle dans les séquences d'usure et d'éruption dentaire (Whittaker et. Enloe, 2001), et d'autre part l'étalement des naissances qui rendent l'utilisation des méthodes classiques pour ce taxon incertaine (Walde, 2006).

- L'identification du « pic » de prédation ne reposait que sur quelques individus, alors que nos résultats se fondent sur vingt bisons abattus en bonne saison et dix neuf d'entre eux à la fin de celle-ci.
- Pour finir, outre des jeunes, femelles et mâles adultes ont été chassés à Mauran, les résultats de F. David et C. Farizy, obtenus à partir de l'usure des déciduales, ne peuvent les prendre en considération. Nos données permettent d'étendre la saisonnalité de prédation à l'ensemble des classes d'âge.

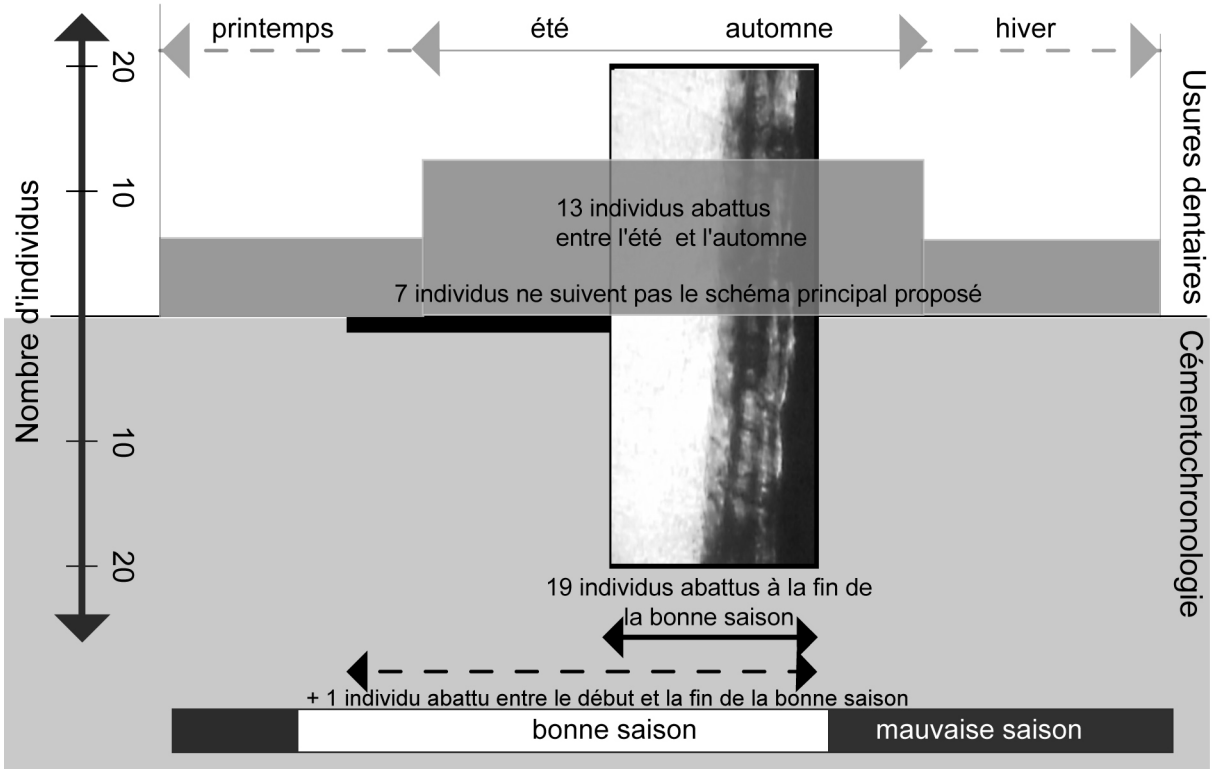


Figure 121 : Mauran – Comparaison des résultats de cette étude à ceux précédemment obtenus (extrapolés à partir de David et Farizy, 1994), en faisant abstraction de l'ensemble des biais qui interviennent dans ce genre de comparaison.

V Discussion

Dans le cadre de cette discussion, nous proposons des hypothèses concernant les stratégies de prédation du Bison par les Néandertaliens ainsi que la fonction et la place du site au sein du cycle saisonnier.

V-1 Terrain de chasse

La prédation du Bison s'est déroulée à la fin de la bonne saison pendant laquelle l'animal se comporte comme il le fait actuellement de la deuxième moitié de l'été au début de l'automne (; Peck, 2004). Comme évoqué pour le gisement moustérien de La Quina, cette période correspond à trois phases majeures dans le comportement des bisons : le rut, la migration et le début de l'hivernage (Morgan, 1980 ; Berger et Cunningham, 1994 ; Moffit, 1996 ; Peck, 2004). Nous devons donc répondre à la question suivante : la prédation a-t-elle eu lieu avant, pendant ou après la migration (Figure 122) ? Autrement dit, la région de Mauran, correspond-elle à une estive, un axe migratoire ou un hivernage ?

La confrontation des données éthologiques actuelles disponibles sur le Bison (Morgan, 1980 ; Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004), des données populationnelles observées sur le matériel archéologique et du contexte topographique du site permet de proposer des hypothèses quant à la période de prédation.

Deux sources d'informations peuvent apporter des éléments pour discuter de la nature du terrain pour le Bison (zone d'estive ou d'hivernage). Ces sources, mises en parallèle avec les données éthologiques, sont les données physiques (géologie et topographie du terrain) d'une part, et les données populationnelles obtenues sur le matériel archéologique d'autre part.

V-1-a Les données physiques

Les Petites Pyrénées sont caractérisées par la succession de collines calcaires séparées les unes des autres par des cours d'eaux plus ou moins permanents. Ainsi, est créée une succession de reliefs variés, rappelant celle affectionnée par les Bisons des Grandes Plaines pour le choix du lieu d'estive (Berger et Cunningham, 1994). Dans ce dernier, l'un des éléments essentiels pour le Bison va être l'accessibilité à l'eau, qui se trouve actuellement piégée sur le massif, en quantité importante, sous forme d'étangs, de rivières ou d'exurgences karstiques. Enfin, si le massif a bien fonctionné en zone d'estive, son altitude moyenne est tout à fait cohérente avec d'autres zone d'estives contemporaines comme notamment le Quercy (Le Gall *et al.*, 2007).

V-1-b Les données populationnelles

L'étude de la population chassée souligne la présence de femelles, de jeunes et de mâles (David et Farizy *in* Farizy *et al.,* 1994). Une telle composition suggère l'époque du rut, lequel se déroule sur

la zone d'estive (Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004). Si elle constitue le seul argument de réflexion, cette association ne permet pas de savoir, étant donné le degré de résolution du site, si la chasse a réellement été menée sur des groupes mixtes, ou si des groupes matriarcaux et des groupes célibataires, caractéristiques d'autres moment de la vie du Bison, ont fait l'objet d'épisodes successifs de chasses comme l'ont souligné F. David et C. Farizy (1994). Pourtant, d'ores et déjà, retenons que cette tanathocénose est tout à fait cohérente avec une chasse pendant le rut. La mise en parallèle de la « composition sociale » des individus abattus (mixte) et de la saison de prédation (fin de la bonne saison) permet de privilégier l'hypothèse d'une chasse pendant le rut ou juste après avant que ne commence la migration automnale. Pour toutes ces raisons, nous pensons que les Petites Pyrénées pourraient correspondre à la zone d'estive de ces grands Bovinés.

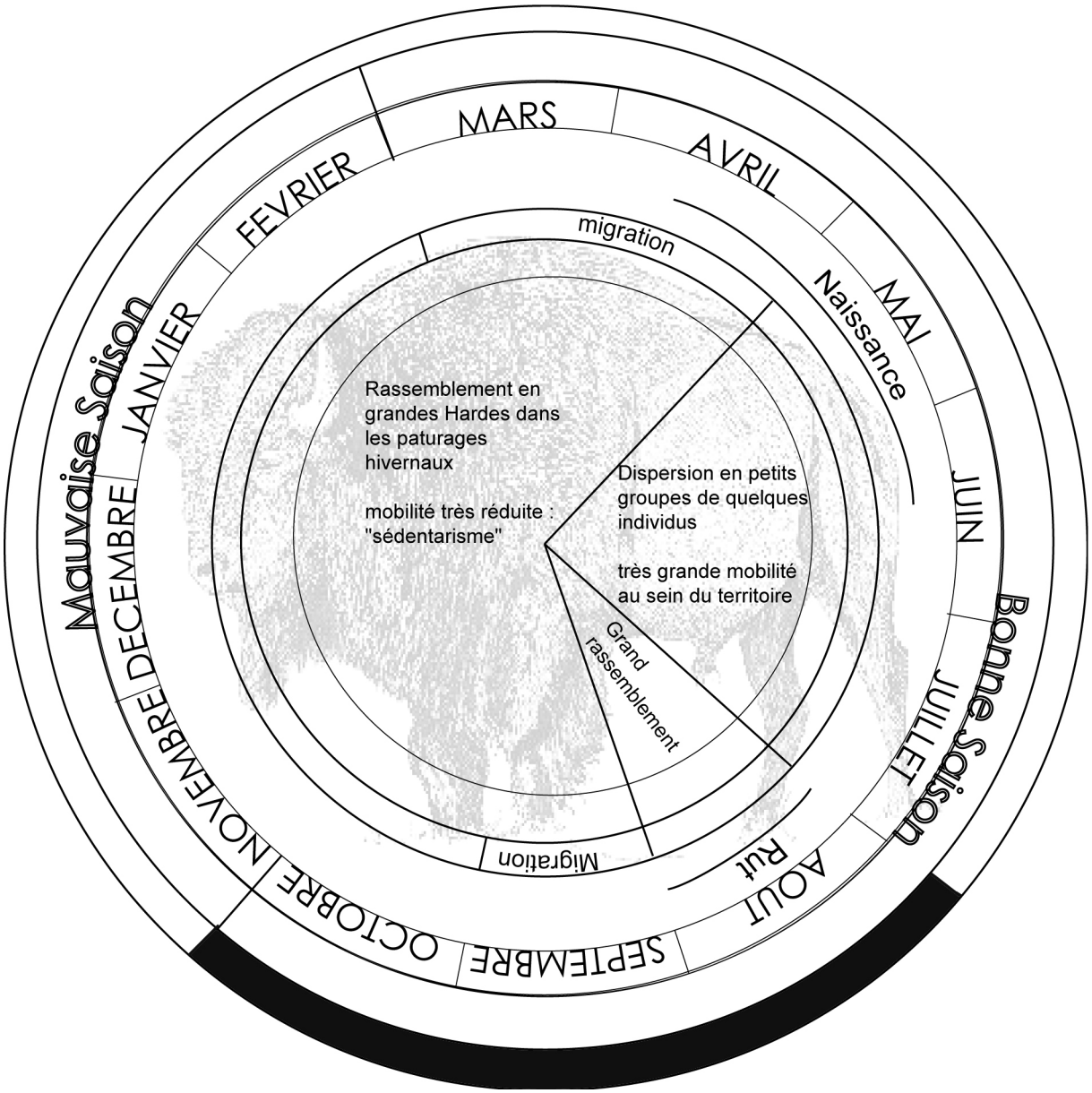


Figure 122 : Mauran - Représentation de la saison de prédation (schématisée par l'aire grise) des bisons mise en évidence par l'étude cémentochronologique.

Pendant tout l'allaitement, les besoins en sels minéraux des mères et des nouveaux-nés vont augmenter considérablement (Murphy et Plasto, 1973). Ces besoins expliquent probablement la présence des animaux dans les Petites Pyrénées pour profiter du renouvellement de la végétation ainsi que des gîtes de sels (Figure 100) présents dans la partie sud du massif distants de 5 à 8 Km du site de Mauran (Casteran, 1961).
En été, les Bovinés devaient se disperser en petits groupes pour occuper cette partie du piémont pyrénéen. À l'approche du rut, les animaux commençant progressivement à se regrouper, tout en se rapprochant de leur territoire d'hivernage. Les groupes de mâles rejoignaient alors ceux formés par les femelles et les jeunes, pour le rut qui se déroule à la lisière de la zone d'estive. Cette hypothèse présente l'avantage d'être en adéquation avec les données de l'éthologie (Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004).
Dans cette optique, le plateau de Plagne, formé par l'anticlinal du même nom, fournit aux Bovinés un double avantage. D'une part, positionné à l'interface de l'extension septentrionale de la zone d'estive, et aux abords de la plaine molassique de l'Avant-pays pyrénéen en contre bas, il constitue certainement la frontière de deux territoires saisonniers différents.
D'autre part, le substratum marneux du plateau et l'abondance en eau offrent sans doute une grande quantité de nourriture pour les femelles et des places de souilles pour les mâles.

V-2 Nombre et caractéristiques des individus chassés

De toute évidence, de nombreux épisodes de chasses ont été nécessaires à l'accumulation de près de 4000 individus. Comme le soulignent C. Farizy et collaborateurs (1994, p. 240) « *Il est (...) difficile de manier des troupeaux de plus d'une quinzaine d'animaux (Frison, 1978)*». Plusieurs centaines d'épisodes de chasse sont ainsi indispensables pour expliquer l'accumulation de quatre mille carcasses de Bison au pied des Petites Pyrénées.

Dans leur interprétation du gisement, C. Farizy et collaborateurs proposent, en se fondant sur le nombre d'individus tués et donc la quantité de nourriture fournie, que cette accumulation résulte d'une activité saisonnière sans doute répétée pendant plus d'un millénaire. Il faut cependant nuancer ces propos. L'abattage en masse d'individus rassemble parfois plus d'animaux que le groupe n'est capable de traiter et une quantité de viande trop grande pour être entièrement consommée. (Frison, 1978). G. C. Frison suggère aussi que, dans certains cas, la morphologie des pièges naturels utilisés par les Amérindiens pour la chasse au Bison des Plaines peut compliquer l'accès aux carcasses, rendant certaines d'entre elles inexploitables et expliquant, par conséquent, pourquoi tant de vestiges sont intacts dans les sites d'abattage en masse.
Sur la plupart des grands sites paléo-indiens d'abattage en masse de Bison, des portions de carcasses en connexions anatomiques et des os complets ne portant pas de trace d'exploitation sont fréquents (*e.g.* : Frison, 1974 ; Frison, 1978 ; Reher et Frison, 1980, Speth, 1983). Ces

derniers témoignent d'une surabondance de nourriture que les chasseurs n'avaient pas la possibilité ou (plus vraisemblablement) le besoin de traiter.
Ce que l'on observe à Mauran vient étayer cette hypothèse. Ainsi « *les ossements de jeunes, pauvres en moelle, n'ont pas été brisés et les ossements sans viandes (métapodes et phalanges) ont été peu broyés* » (Farizy *et al.,* 1994). Il semble alors que les hommes ont exploité les parties des carcasses différemment selon leur valeur nutritive, délaissant toute une partie du produit de leur chasse. Ce point rappelle les faits archéologiques et historiques identifiés sur les gisements amérindiens, lorsqu'une « *sur*-chasse » y avait été conduite.

Dans ces conditions, il est difficile de proposer un nombre d'individus abattus par épisode de chasse et donc d'en inférer une durée de fonctionnement du site ou un nombre minimum de chasseurs.

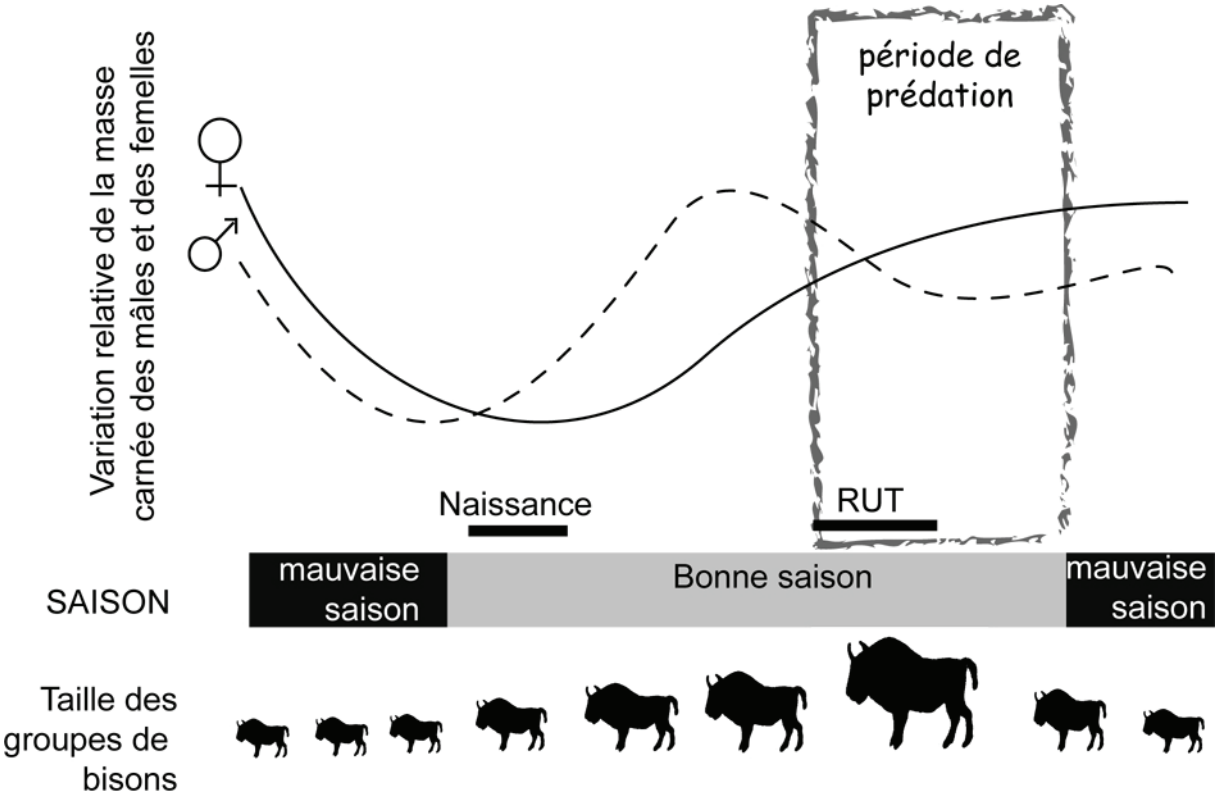


Figure 123 : Mauran - Variation relative de la masse carnée des mâles et des femelles d'une part et de la taille des rassemblements d'autre part (modifié d'après Brugal, 1999).

Le Rut

Pendant le rut, les mâles, oubliant de se sustenter en ne se consacrant qu'aux activités reproductives, voient leurs réserves en graisse chuter (Berger et Cunningham, 1994 ; Peck, 2004) ; l'agressivité de ces derniers ne cesse d'augmenter rendant leur approche particulièrement risquée.
Les femelles, quant à elles, s'approchent de leur optimum graisseux. Celles qui ont vêlé à la fin du printemps sont alors accompagnées de leur petit qui ont suffisamment grandi pour ne pas les

ralentir, mais elles restent attentives aux éventuels dangers (Berger et Cunningham, 1994). En revanche, les rares femelles qui ont mis bas hors de la période principale de naissance, et plus particulièrement pendant l'été, doivent encore accorder une grande attention à leur veau qui se déplace encore difficilement.

Ainsi, les Néandertaliens semblent donc avoir chassé des animaux dont les caractéristiques biologiques (quantité de graisses, forme physique, voir Figure 123) et comportementales (agressivité des mâles, méfiance des femelles) étaient très diverses. Tout se présente comme si les Néandertaliens avaient prélevé aléatoirement au sein de la population présente les individus à abattre. Autrement dit, bien qu'ils aient sélectionné le taxon et la période de chasse, leur sélection n'a pas concerné les individus eux-mêmes.

V-3 Type de chasse

Tout comme pour le gisement de La Quina (*Cf.* chapitre précédent), plusieurs éléments nous permettent de rejeter l'hypothèse d'une chasse à l'affût ou d'une traque.
Au vue du nombre théorique d'individus abattus sur le site qui est supérieur à quatre mille (David et Farizy, 1994), il n'est pas concevable de proposer une chasse à l'affût. Celle-ci supposerait que les Néandertaliens aient attendu le passage d'un ou de plusieurs individus pour les abattre, en ce même lieu, en répétant cette opération plusieurs milliers de fois. Or, l'odorat particulièrement sensible des Bovinés pendant la période de rut (Berger et Cunningham, 1994), leur aurait très probablement permis d'éviter les hommes embusqués. Ceci sans compter que cette zone se serait très vite transformée en véritable charnier, incitant sans doute les animaux à la contourner.
De la même manière, l'hypothèse d'une chasse à l'approche est inenvisageable (*Cf.* arguments développés pour La Quina) dans le cas présent, les bisons étant particulièrement méfiants et agressifs en cette saison.
En revanche, la proximité du profil de représentation différentielle des éléments squelettiques avec ceux des *Kill sites* paléoindiens (Farizy *et al.*, 1994) nous pousse à rejoindre C. Farizy et collaborateur (1994) dans leur conclusion sur l'utilisation du site comme un lieu d'abattage en masse. Le piégeage nous semble alors définitivement être l'hypothèse la plus réaliste pour expliquer le nombre considérable d'individus abattus.

V-4 Le piégeage : utilisation des possibilités topographiques comme arme

Il nous faut maintenant essayer de trouver une technique de prédation apte à expliquer pourquoi, à cet endroit précis et pendant un laps de temps recouvrant vraisemblablement plusieurs générations (Farizy *et al.,* 1994 ; mais voir aussi § *Le site d'abattage : occupation et activités*) des

chasseurs sont venus à la fin de l'été ou au début de l'automne pour exploiter le Bison. Nous allons tacher d'apporter des éléments de réponses.

Pour cela, il est nécessaire de prendre en considération :

- les techniques de chasse pour la capture du Bison connues au sein du registre ethnographique (chez les Amérindiens), et archéologique (principalement en contexte paléo-indien) ;
- les éléments du paléo-environnement et de la paléo-topographie du site.

V-4-a Les techniques de chasse pour la capture du Bison : les *Buffalo jump sites*

Tant dans le registre archéologique qu'ethnographique, ce type d'accumulation est presque systématiquement associé à des épisodes de chasses collectives, regroupant un nombre de participants variable. Elle consiste à piéger le Bison à l'aide d'un élément de la topographie (comme les *jump sites*) ou une construction humaine (les corrals). « *The assiniboin and other tribes construct (...) parks or enclosures, into which they entice buffaloes and kill them in droves in order to provision the settlement with meat for a long period* »[36] (Kurz, 1937, p. 145).

Un groupe de bisons est identifié ou pisté. Il est alors lentement conduit, par des déplacements successifs, vers un couloir qui servira à diriger et canaliser le déplacement des proies. Ces dernières sont alors précipitées dans ce couloir qui les conduits vers le lieu de mise à mort (Figure 124). R. F. Kurz (1937, p. 145-146) décrit cette chasse chez les Assiniboins du nord du Missouri : « *As soon as the hunter are aware of a nearby herd, one of them, disguised as a buffalo, goes out to meet it, and by imitating the cry of a calf, by bellowing, by shaking his buffalo robe, and resorting to all sort of motions endeavours to attract the attention of the animal nearest him, and then approaches by slow degrees the entrance of the park. If the decoy can but excite the curiosity of the buffaloes in front and set them in motion toward him as their ringleader, the other follow of them selves. The members of a herd always follow their leaders en masse, kept together by the timidity of the cows, their*

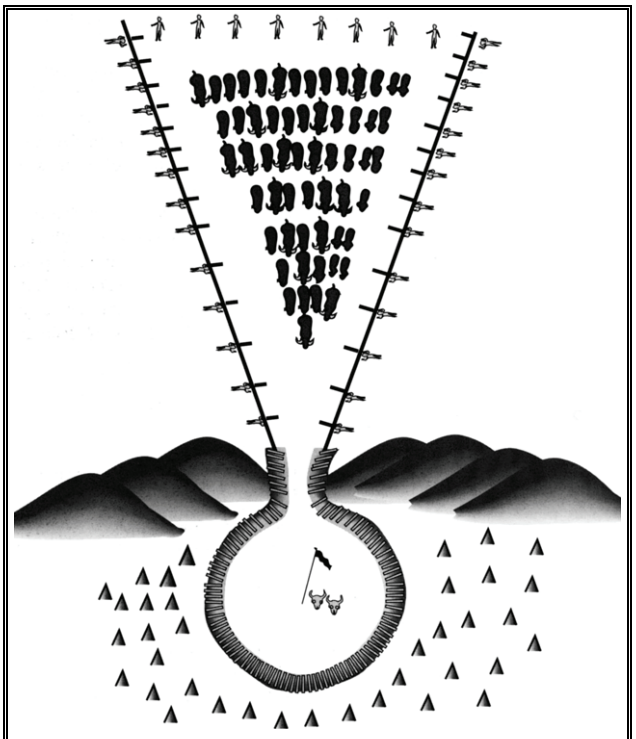


Figure 124 : Mauran –*Buffalo surround* d'après Denig *in* Stanford 1999

[36] Les Assiniboins et d'autres tribus construisent des parcs et des enclos, dans lesquels ils conduisent les bisons pour les tuer en masse dans l'objectif d'acquérir de la viande en quantité pour une longue période.

solicitudes for their calves, and the jealousy of the bulls ».[37]

Deux éléments capitaux sont donc nécessaires : le couloir et le lieu de mise à mort.

Le couloir

Sa forme en entonnoir est là pour guider les proies. Il semble que ces caractéristiques principales soient son encaissement (pour limiter la fuite des bisons par les côtés) et des bords ayant tendance à converger.

- Le couloir peut être d'origine naturelle
    - en fond de vallée (***Agate basin site*** et le site ***Olsen-Chubbock*** : Frison, 1978) ;
    - au bord d'une dune (***Casper site*** : Frison, 1974).
- D'origine anthropique, il peut être constitué
    - de constructions de bois ou de branchages (***Dubois animal trap***, site d'abattage de *Caprinae*, Frison, 1978, p. 261 ; chasse aux Bisons chez les amérindiens de la tribu des ***Assiniboins*** du nord du Missouri : Kurz, 1937) ;
    - de murs de neige (chasse aux Bisons chez les amérindiens de la tribu des ***Assiniboins*** du nord du Missouri, Kennedy, 1961) ;
    - de *cairns* régulièrement espacés (***Boulder Ridge***, site d'abattage de *Caprinae*, Frison, 1978, p. 260)

Le Kill site

Le lieu de la mise à mort est lui aussi variable, et dépend avant tout des possibilités que va offrir l'environnement : son rôle est de bloquer la ou les proies, et, si possible, de les blesser ou, mieux encore, de les tuer. Il peut correspondre à une corniche ou un petit décrochement (***Glenrock Buffalo Jump***, Frison 1978 ; ***Big Goose Creek***, Frison, 1978 ; ***Piney Creek Buffalo Jump***, Frison 1978 ; ***Kobold site*** *in* Frison, 1978, ***Power s Yonkee*** et ***Ulm Pishkun*** : Fischer et Roll, 1999), une légère dépression (***Bootlegger,*** Fischer et Roll, 1999 ; ***Vore site***, Reher et Frison, 1980), un marais, un aven (site moustérien ancien de ***Coudoulous***, Jaubert *et al.,* 2005 et de ***La Borde***, Jaubert *et al.*, 1990). Si rien n'est disponible dans l'environnement, il peut s'agir d'une construction humaine comme un corral de branches et de poutres avec éventuellement des pieux appointés tournés vers l'intérieur pour y immobiliser les ongulés piégés. (***Jones-Miller site*** : Stanford, 1999 ; ***Ruby Site*** : Frison, 1978). Enfin, cela peut aussi être une structure composite, comme une falaise couplée à un corral (***Foss-Thomas site*** : Frison, 1978).

[37] Dès que les chasseurs ont connaissance de la présence d'une harde proche, l'un d'eux, déguisé en bison, va à leur rencontre, et en imitant les pleurs d'un veau en beuglant, en remuant sa peau de bison, ou en faisant tout son possible pour attirer l'attention l'animal le plus proche de lui, approche progressivement de l'entrée du parc. S'il arrive à exciter la curiosité des bisons près de lui et les attirer vers lui avec leur meneur, les autres suivront d'eux-mêmes. Les membres d'une harde suivent toujours leurs meneurs en masse, maintenue ensemble par la timidité des vaches, leur sollicitude pour les veaux, et la jalousie des mâles.

Le nombre d'animaux tué est très variable : il peut être de plus de 20.000 comme à ***Vore site*** (Frison, 1978 ; Reher et Frison, 1980) ou de quelques individus. Cependant, ces accumulations semblent le plus fréquemment résulter d'épisodes successifs de chasse, souvent saisonniers, se déroulant à l'automne ou au début de l'hiver (pour notamment constituer des réserves pour l'hiver) plus rarement au début du printemps (Driver, 1990 ; Todd, 1991).

De ces descriptions générales, et des quelques exemples non exhaustifs, plusieurs constantes semblent se dégager :
À Mauran, l'absence de sélection d'individus abattus, ainsi que la saison de prédation (FBS) s'accordent avec l'hypothèse d'un « *Kill site* ». Restent à rechercher les éléments de la topographie et de l'environnement qui ont permis aux Néandertaliens de développer cette technique de chasse.

V-4-b Les éléments du paléoenvironnement et de la paléotopographie

Pour comprendre les mécanismes mis en place à Mauran, nous devons donc répondre à deux questions :

- Par où et comment les bisons ont-ils été conduits ?
- Comment ont-ils été mis en situation d'être tués ?

Le site se trouve au débouché du vallon du Loubrague, le plus étroit et le plus encaissé du massif. Il permet la communication entre le massif des Petites Pyrénées, le plateau de Plagne au-dessus du site, et la vallée de la Garonne. Long de 1 Km, il est caractérisé par une pente certaine (comprise entre 5 et 10 %). Sa largeur se réduit en se rapprochant de son débouché dans la vallée de la Garonne. Ses flancs sont régulièrement constitués de petites falaises et de bords escarpés.
Le gisement lui-même, au sein d'un renfoncement dans le flanc de la colline de la Rouquère, est encadré par deux barres calcaires actuellement démantelées en partie (Krier, 1994). Le fort impact de l'eau d'infiltration sur les sédiments a conduit C. Farizy et collaborateurs (1994) à proposer l'existence entre le site et les flancs de la colline d'un marais, mais cette hypothèse reste, bien entendu, à vérifier (Jaubert, *com. pers.*, 2007).

De ces éléments un scénario se dégage, et bien qu'il ne soit pas le seul possible, il nous semble très probable.

V-4-c Un scénario possible...

L'isolement des proies

À la fin de la belle saison, les bisons se rapprochent lentement de leur zone d'hivernage avant la migration, et se regroupent à la lisière de leur territoire d'hiver pour le rut. Les dimensions

importantes du plateau de Plagne devaient en faire une zone de pâture privilégiée pour les grands rassemblements du rut. Comme l'indique la cémentochronologie, il y a de forte probabilités que cette période ait été choisie par les Moustériens.

Les hommes pouvaient alors pu utiliser des méthodes semblables à celles observées chez les Amérindiens. Se déplaçant sous le vent pour ne pas être repérés, ils attendaient qu'un groupe de bovins se rapproche du vallon pour l'isoler du groupe principal. Plusieurs techniques sont relevées en contexte ethnographique : « *Kehoe (1973 : 191) has observed that each runner had his own methods, usually based on imitation of a bison calf in distress* »[38] (Morgan, 1980, p.145), ou encore le déguisement du chasseur (peau de jeune bison, de loup, de biche : Kurz, 1937).

Le couloir

« As soon as the foremost bison have come neer enough of the narrow opening [ici l'entrée du vallon du Loubrague] leading into the enclosure to bring the entire drove between the two barriers, then hunters (...) revealed themselves in the rear to cut off the retreat and by their presence to keep the animal moving forward »[39] (Kurz, 1937, p. 146).

L'hypothèse de l'utilisation du vallon pour diriger le troupeau est soutenue par des cas archéologiques essentiellement paléo-indiens. À **Agate Basin** (Wyoming, USA), G. C. Frison (1978) suggère que les animaux ont été conduits au fond du lit de la rivière puis, pourchassés de près, contraints d'en remonter le cours. « Hunters would have been stationed at critical spots, such as tributary arroyos or places where the banks not steep enough to contain the animals »[40] (Frison, 1978, p.150). Le site paléo-indien d'**Olsen-Chubbock** qui a livré plus de deux cents bisons se trouve dans le même contexte. Là, « the bisons involved were stampeded into a deep, narrow arroyo »[41] (Frison, 1978, p. 178) à la fin de l'été ou au début de l'automne (Frison, 1974, p. 18 et 1978, p. 178).

À Mauran, emportés par leur vitesse et la pente importante, les bisons piégés devaient dévaler vers la vallée de la Garonne, incapables de s'échapper par les versants escarpés du vallon. Un peu moins de 1km plus loin, le vallon dont la largeur a diminué de moitié, débouche à quelques dizaines de mètres du site.

[38] Kehoe a observé que chacun a sa propre méthode, habituellement basée sur l'imitation d'un veau en détresse.

[39] Dès que le premier bison s'est approché suffisamment près de la large ouverture de l'enclos, conduisant l'ensemble de la harde entre les deux barrières, alors, les chasseurs se révèlent derrière eux pour leur couper la retraite, et par leur présence, contraindre les animaux à avancer.

[40] Les chasseurs se seraient disposés à des points de passages particuliers, comme des affluents ou des passages où les bords ne seraient pas assez hauts pour contenir les animaux.

[41] Les Bisons impliqués auraient été conduits dans un profond et large arroyo (canyon).

La mise à mort

La question est délicate, cependant l'utilisation répétée et sur un grand laps de temps de ce lieu précis comme Kill site, suggère qu'un élément de l'environnement devait finaliser le piège pour retenir ou tuer les proies.

Plusieurs éléments systématiquement ou fréquemment trouvés en contexte de site de piégeage de Bison sont présents dans les abords de Mauran :

La **dépression** formée par la cuvette karstique sur les bords de laquelle repose directement le niveau archéologique est un élément récurrent dans ces sites d'abattage (*e. g.* : **Bootlegger :** Fischer et Roll, 1999 ; **Casper site** : Frison, 1974 ; **Vore site**, Reher et Frison, 1980). Cette structure naturelle sert le plus souvent à contenir les individus groupés.

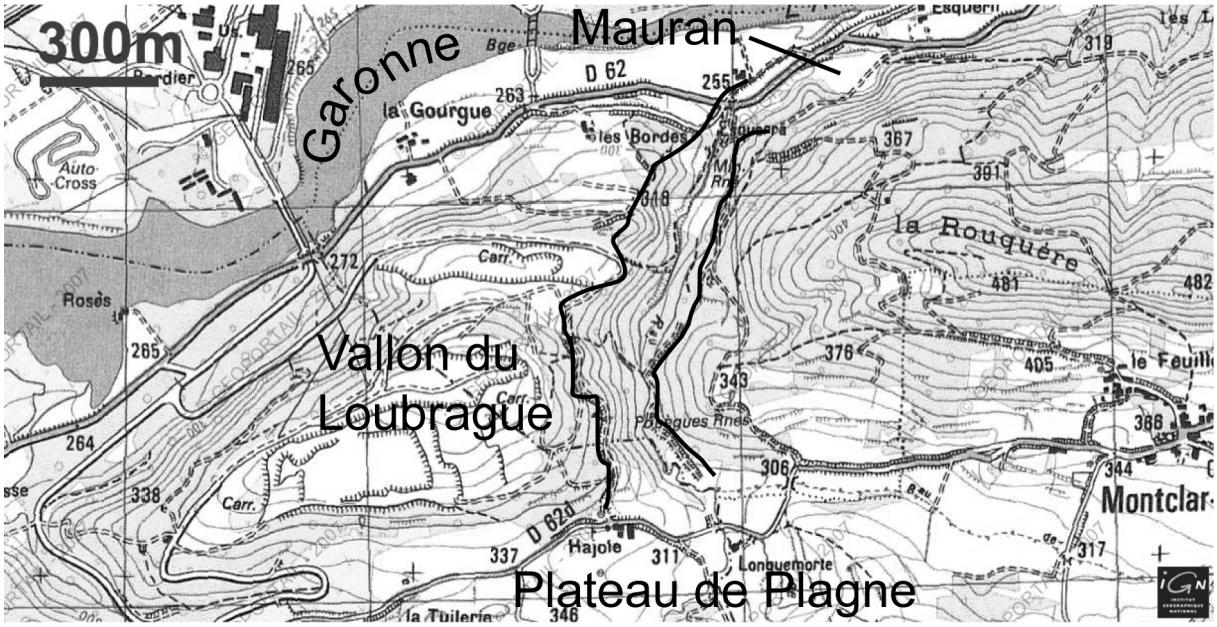


Figure 125 : Mauran : Positionnement des différents éléments topographiques sités dans le texte, Modifié d'après géoportail.

À Mauran, la contribution des **barres rocheuses**, aujourd'hui en parties démantelées, pourrait être envisagée. L'existence à l'époque d'une micro-falaise à la sortie du vallon du Loubrague pourrait constituer un excellent élément de piégeage. Ainsi, l'abondance de blocs calcaires pluri-décimétriques sur tout le secteur excavé (Farizy *et al.*, 1994), atteste du fait que ce qui reste de ces barres rocheuses n'est qu'un maigre témoignage de leur puissance passée (Jaubert, com. pers. ; 2007).

Les barres rocheuses constituent au sein du registre archéologique et ethnologique l'élément le plus systématiquement utilisé dans le piégeage des bovinés. (*e. g.* : ***Glenrock Buffalo Jump***, Frison 1970 ; ***Big Goose Creek***, Frison, 1978 ; ***Piney Creek Buffalo Jump***, Frison 1978 ; ***Kobold site*** *in* Frison, 1978 ; ***Power s Yonkee*** et ***Ulm Pishkun*** : Fischer et Roll, 1999 ; ***La Quina*** (?), Dibble et al, 1989 ; Chase, 1999 ; ce travail). Se pourrait-il qu'à Mauran aussi les hommes aient utilisé ces actuelles petites corniches pour blesser les animaux, où même les tuer ? La barre contre laquelle le site est adossé et qui se développe jusqu'au début du vallon, a-t-elle été

utilisée pour contraindre et canaliser le déplacement des Bovinés, les faire pénétrer dans le renfoncement de la colline jusqu'au lieu de mort ?
Enfin, s'il a bien existé, **le marécage** a aussi pu constituer un élément fondamental du piégeage (Farizy *et al.,* 1994).
Il est difficile de déterminer la contribution relative de tel ou tel élément dans le piégeage et la mise à mort des Bisons et leur éventuelle interaction. Néanmoins, leur présence combinée souligne les exceptionnels avantages du site de Mauran pour le piégeage des Bovinés, un seul de ces éléments étant, théoriquement, suffisant.

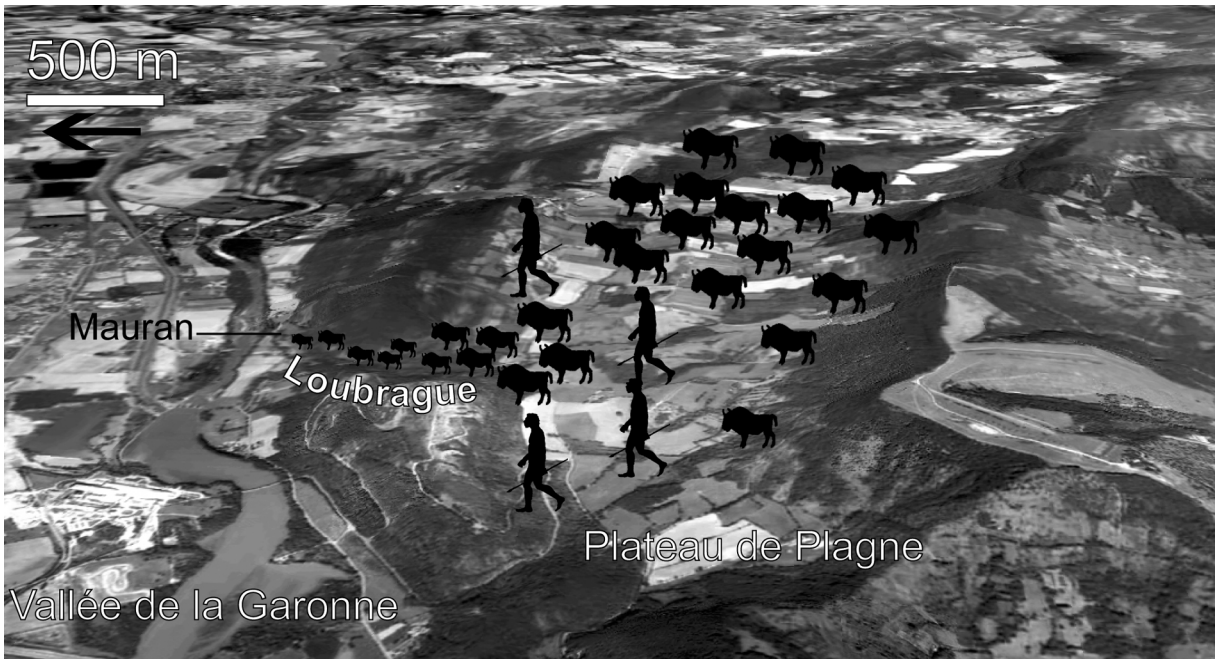


Figure 126 : Mauran – Positionnement des différents éléments topographiques et schématisation du scénario proposé pour le piégeage. Fond de carte modifié d'après Géoportail. La flèche indique le Nord.

V-5 Utilisation du site et place de celui-ci dans le territoire moustérien

V-5-a Pourquoi une prédation concentrée sur une seule saison ?

En partant de notre postulat que le Bison était présent pendant toute la bonne saison sur le site des Petites Pyrénées (§ Stratégie de Prédation), nous devons nous demander pourquoi il n'a été chassé qu'à cette saison précisément.

1. hypothèse relative à l'éthologie

Pour que le piège fonctionne comme nous l'avons proposé, la présence de bisons en quantité est nécessaire. Il est probable que la concentration d'individus nécessaire n'était atteinte que pendant le rut, à la fin de la bonne saison, expliquant ainsi pourquoi le site n'était utilisé qu'à ce moment de l'année.

2. hypothèse relative à l'environnement

Il n'est pas impossible que l'environnement du site présentât des caractéristiques particulières à la fin de la bonne saison, qui ont facilité la prédation. Peut-être que le marais, dont C. Farizy et collaborateurs évoquent une possible utilisation pour la capture des proies, n'était utilisable dans ce but qu'à un moment de l'année. Il est possible aussi qu'il en ait été de même pour le vallon du Loubrague : « *The use of the arroyo trap was (...) restricted by weather condition* »[42] (Frison, 1978, p. 245).

V-5-b Le site au sein du territoire moustérien

Le fonctionnement en site d'abattage est d'ores et déjà établi, mais est-il possible que les hommes aient habité sur le site ?

Il nous paraît peu probable que le site ait été occupé durablement : l'odeur des Hommes et de leurs activités, aurait conduit les animaux à éviter le piège qui leur était tendu (en particulier à cette saison où leur odorat est exacerbé). Cette fonction de piège perdue, le site n'aurait alors plus eu d'intérêt pour les chasseurs. De plus, bien qu'une première exploitation des carcasses ait eu lieu sur le site, l'étude archéozoologique a conclu à l'exportation d'une partie de l'animal.

Il semble ainsi que les Néandertaliens n'ont fait que de très brefs séjours sur le site de Mauran qui fonctionnait comme un site spécialisé dans le piégeage du Bison. Après avoir abattu leur proie, découpé les carcasses et consommé une partie, ils auraient alors regagné leurs camps de base avec le produit de leur chasse.

Il est bien évidemment illusoire de proposer une localisation de cet hypothétique camp de base principal. Rappelons simplement les résultats de R. Simonnet concernant l'acquisition des matières premières systématiquement sur la rive droite de la Garonne. Peut-être est-il alors possible de proposer que ces Hommes venaient du nord, longeant les bords de cette même rive droite. Cette question ne trouvera très certainement jamais de réponse.

En guise de conclusion, nous reprendrons une remarque de C. Farizy et collaborateurs (1994) : pour le moment il ne semble pas y avoir, dans les proches environs du site un autre gisement attribuable à cette même tranche chronologique.

Dans l'état actuel des données archéologiques, Mauran peut être interprété comme une incursion par un petit groupe d'Hommes de Neandertal au sein du piémont pyrénéen. Ce séjour s'effectue de manière régulière, probablement chaque fin d'été ou en début d'automne, pendant des décennies, avait un but et un seul : la capture du Grand Boviné qui a dû jouer un rôle essentiel au sein de leur diète.

[42] L'utilisation d'un arroyo était soumise aux conditions météorologiques.

VI Synthèse

Le gisement de Mauran est ainsi avant toute chose un site d'abattage de bisons sur lequel près de quatre mille individus auraient été abattus sans qu'il y ait de réelle sélection dans le sexe ou l'âge des proies chassées.
L'étude cémentochronologique réalisée a porté sur la saisonnalité de prédation et concerné vingt-trois individus. Les dix-neuf observables ont fourni des résultats rigoureusement identiques, témoignant d'un abattage en fin de bonne saison exclusivement.
Compte tenu de la population chassée et des caractéristiques géographiques et géologiques relatives à l'emplacement du site, nous avons été amenés à proposer une chasse menée pendant le rut, lequel a pu se dérouler sur le plateau de Plagne.
L'étude de la topographie du gisement confrontée à des référentiels ethnographiques et archéologiques permet de proposer l'hypothèse de l'utilisation du vallon du Loubrague pour conduire les Bovinés du plateau de Plagne jusqu'au lieu d'abattage, où un élément de l'environnement disparu à ce jour (barre rocheuse, marais...) aurait permis la mise à mort.
Une partie des ressources étant alors consommée sur place, une autre stockée et transportée vers le lieu d'habitat, une autre encore abandonnée.
Probablement sur des dizaines de générations, les chasseurs sont revenus sur ce même lieu chaque fin d'été ou en début d'automne.

Deux aspects essentiels apparaissent dans l'interprétation proposée. Tout d'abord l'utilisation raisonnée de l'environnement et des possibilités qu'il offre, ensuite l'anticipation et la gestion annuelle du territoire (par l'utilisation du site pour le piégeage) et des ressources (par la constitution de stock).

VI-1 L'utilisation raisonnée de l'environnement

Les Néandertaliens ont mis à profit tant les ressources disponibles (le bison) que les caractéristiques topographiques (si notre hypothèse était confirmée : le vallon du Loubrague) pour leur chasse. Une telle prédation révèle un niveau technique non négligeable : non seulement fallait-il aux chasseurs une connaissance éthologique poussée du Bison (*e. g.* : Kurz, 1937) une maîtrise de la topographie de leur environnement (*e. g. :* Frison, 1978), mais aussi une capacité élevée de communication et de coopération au sein du groupe pendant la chasse (*e.g. :* Kurz, 1937 ; Morgan, 1980).

VI-2 Anticipation et gestion annuelle des ressources et du territoire

La récurrence saisonnière dans la prédation met en lumière une organisation annuelle dans la gestion du territoire. Les Moustériens prévoyaient dans leur déplacement au sein du cycle annuel

de venir sur le site pour un court séjour, à un moment précis de l'année, dans l'objectif d'abattre en masse le Bison pour ensuite rapporter le produit de leur chasse (ou en tout cas une partie de celui-ci) à leur(s) camp(s) de base.
Au vue des résultats de notre étude, nous sommes à même de proposer une anticipation des besoins par ces chasseurs ainsi qu'une planification des activités sur l'année.

Concluons ce chapitre en rappelant que ces mêmes modalités ont déjà été mises en évidences pour des périodes encore plus anciennes du Paléolithique moyen, à La Borde (Jaubert *et al.*, 1990), notamment mais surtout Coudoulous (Brugal et David, 1993 ; Jaubert *et al.,* 2005). Dans ces deux gisements, les Préhistoriques ont aussi mis à profit les caractéristiques particulières de l'environnement pour l'exploitation de grands Bovinés.

Chapitre V : Isturitz

Mobilité et territoire à l'Aurignacien

Le site d'Isturitz (x=239,25 ; y= 124,75) se situe à la limite des communes de Saint-Martin d'Arberoue et d'Isturitz dans les Pyrénées-Atlantiques. Cette grotte fait partie d'un complexe de cavités creusées au sein de la colline de Gaztelu (altitude : 209 m) et a livré des industries du Paléolithique moyen jusqu'au Magdalénien (Normand et al., 2007).
La présente étude porte sur le matériel dentaire des couches aurignaciennes provenant des campagnes de fouilles 2000 à 2004 dirigées par C. Normand (SRA Aquitaine).

Figure 127: Isturitz - Photographie de la vallée de l'Arberoue et du versant sud de la colline de Gaztelu (marquée par l'astérisque), depuis le sommet de l'Eltzarruze (photo : C. Normand).

I Présentation du site

I-1 Cadre géographique

Situé sur les contreforts des piémonts pyrénéens, Isturitz n'est distant que d'une trentaine de kilomètres de l'Océan Atlantique. Le site est au carrefour de trois formations géomorphologiques majeures. Au nord et à l'est, le Bassin Aquitain débute avec le bassin détritique de l'Adour et au-delà, les formations dunaires des Landes. Au sud-ouest, s'étend le bassin de l'Èbre, les Cantabres et leurs massifs calcaires dont la limite sud est maquée par le bassin de l'Èbre. Le massif cristallin pyrénéen, avec le Massif Cantabrique calcaire qui en est l'extension ibérique, constitue la troisième formation et joue le rôle de frontière entre les deux précédentes.

Figure 128 : Isturitz - Localisation du site d'Isturitz (marquée par l'étoile).

Des cols de faible altitude permettent le passage de part et d'autre de cette frontière pyrénéenne. Sur la partie la plus occidentale du massif, ces cols ne dépassent que rarement les 600 m d'altitude (C. Normand, 2005) et étaient par conséquent probablement ouverts pendant les périodes glaciaires, assurant la circulation des animaux et des hommes entre les deux biotopes d'Aquitaine et de l'Èbre. Les premiers de ces cols sont distants d'Isturitz de moins d'une trentaine de kilomètres vers le sud. Ce massif est aussi une frontière hydrographique entre l'Adour et la Garonne d'affinité Atlantique et les réseaux méditerranéens espagnols. L'Adour, dont le cours ceinture la partie septentrionale du Pays Basque où est implanté le site, reçoit de nombreux affluents dont l'orientation générale est SSE-NNO. Parallèlement à cette séparation des eaux, il constitue aussi une limite entre un climat océanique sur le versant nord et un climat méditerranéen pour le versant sud. *« La différence semble relativement nette entre le versant nord soumis à un régime de vents océaniques souvent porteurs de pluies (près de 1800 mm de*

pluie en moyenne annuelle) et le versant sud protégé en principe de ces mêmes vents par les reliefs » (Normand, 2005 : p 7).

Ces nombreuses différences résultent ainsi de deux environnements très différents mais non hermétiques. Au Nord, le climat est très humide et le paysage est un milieu de vallées très largement sculptées par les nombreux cours d'eaux qui sont les produits de nombreuses pluies importantes.

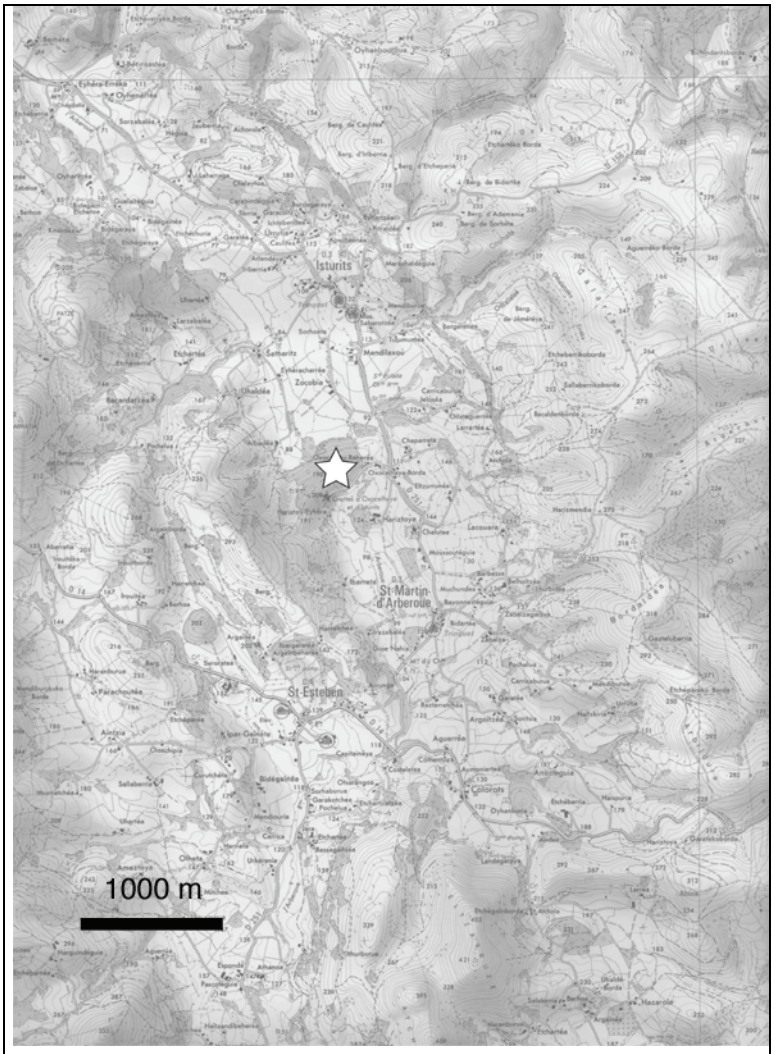


Figure 129: Localisation du site (carte IGN 1/25000; Iholdy, 1345 est) équidistance : 10 m

I-2 Implantation du site dans son environnement proche

Localisé ainsi dans une zone limitée au nord par le cours de l'Adour et au sud par le versant nord des Pyrénées, le site domine la vallée de l'Arberoue, petit affluent de la Bidouze. La vallée, d'une largeur moyenne d'un kilomètre, forme une voie de communication essentielle entre ces deux environnements.

Le paysage est formé de reliefs vallonnés de faible altitude (ne dépassant qu'exceptionnellement les 400 m), caractérisés par une dénivellation importante. Les collines qui constituent l'unique forme de relief se regroupent parfois en massifs façonnés par des petits cours d'eaux qui permettent la communication avec la vallée principale. Dans cet environnement, la colline de Gaztelu occupe une position particulière. Longue de 500 mètres et large de 300 mètres, cette unique butte témoin du calcaire aptien dans la vallée recoupe le cours du ruisseau de l'Arberoue qui la traverse par le réseau karstique du même nom. Cette colline entame plus de la moitié de la vallée sans cependant y gêner les déplacements.

I-3 Géologie

De part et d'autre du cours de l'Arberoue, deux unités géologiques sont individualisées.
Sur la rive droite se développe l'ensemble sédimentaire du Crétacé supérieur. Principalement constitué de calcaire bioclastique, de marne et de flysch calcaire riche en accident siliceux, le Crétacé se caractérise par l'absence de banc calcaire lithographique (à l'exception de l'Urgonien) qui explique l'absence de relief fort et la rareté des falaises. Dans cette formation, se développent aussi deux structures remarquables : celle de l'Arberoue dont le cours a mis au jour des formations cristallines du Trias (ophites, leucogranite…) et la structure de Méharin.
Sur la rive gauche, les structures pré-Crétacé peuvent être divisées en deux unités : les roches sédimentaires du post-Permien fortement tectonisées principalement constituées d'argiles, et les unités métamorphiques du Paléozoïque et Précambrien.
De cette géologie, résultent deux types de terrains très différents. L'absence de falaise induit l'absence d'abris sous roche. L'ensemble des cavités karstiques est concentré dans les terrains du Crétacé supérieur, ainsi que dans certains terrains jurassiques. La colline de Gaztelu a une place particulière dans ce contexte. C'est l'unique butte témoin du calcaire massif urgonien. Ce banc particulièrement massif permet le développement de réseaux karstiques importants. Ces éléments expliquent les dimensions exceptionnelles, pour la vallée, de la cavité.
Des terrains acides, sur la rive gauche, associés à une végétation silicicole, ne fournissent que peu d'abris et de cavités. Les reliefs y sont plus marqués et les eaux de surfaces plus nombreuses. À l'opposé, les flyschs calcaires donneront des terres basiques, où les cavités seront concentrées. Enfin, d'importants diapirs de sels sont à signaler au sein des structures de l'Arberoue et de Méharin.

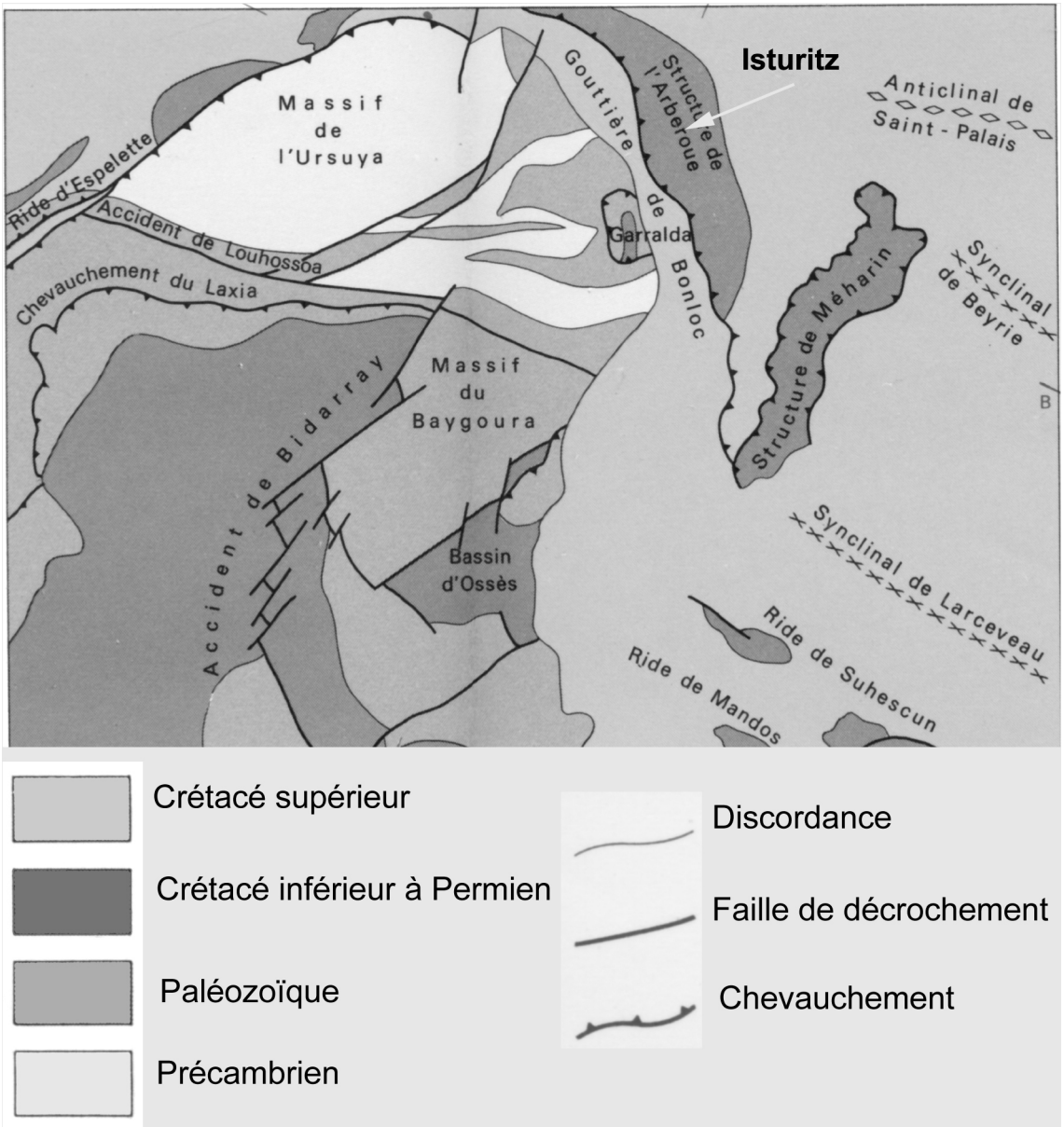


Figure 130 : Isturitz - Schéma structural de la région de l'Arberoue : d'après la carte géologique d'Iholdy (BRGM)

II Le Gisement

Trois réseaux karstiques traversent la colline (Figure 131). Le plus récent, celui de l'Arberoue, est toujours actif au niveau inférieur. Le réseau d'Oxocelhaya occupe une position intermédiaire. Enfin, le réseau d'Isturitz, le plus ancien, où se trouve le gisement du même nom, a une orientation générale nord-ouest / sud-est.

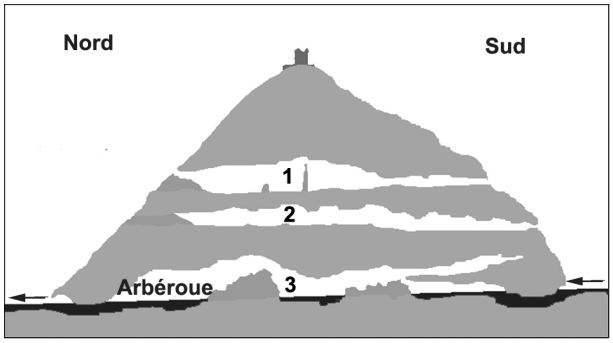


Figure 131 : Isturitz – Coupe nord-sud schématique de la colline de Gaztelu, modifiée d'après Normand, 2005 p. 28

1 : réseau Isturitz ; 2 : réseau Oxocelhaya ; 3 : réseau Arberoue

Ce dernier, long de plus de 120 mètres, atteint localement les 50 mètres de large et est ouvert à chacune de ses extrémités (Figure 132).

Les porches ont des dimensions conséquentes (une vingtaine de mètres de large).

Les salles de Saint Martin (ou salles Sud) et d'Isturitz (salle Nord ou Grande salle) constituent la majeure partie de ce réseau de plus de près de 2500 m^2 qui est complété par deux salles marginales : la Salle des Rhinolophes et la salle des Phosphates (Figure 132).

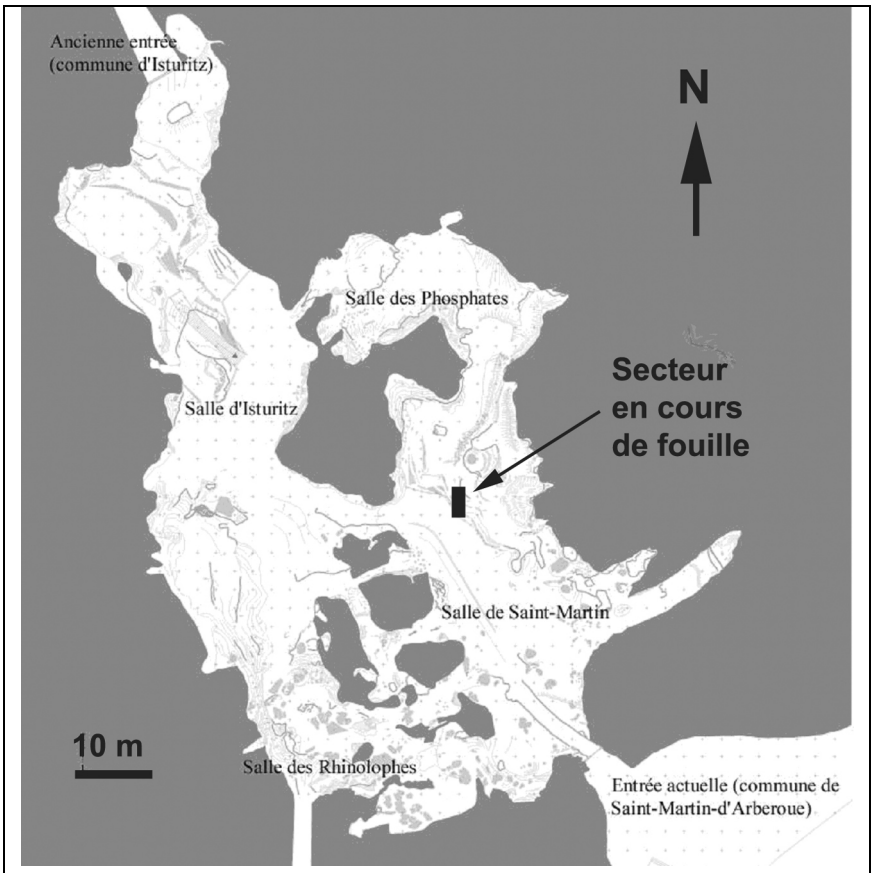


Figure 132 : Isturitz - plan de la grotte d'Isturitz modifié d'après relevé de F. Rouzaud et A. Du Fayet de la Tour *in* Normand, 2005, p.29.

II-1 Historique des recherches sur le site.

À la fin du XIX°siècle, une importante exploitation de phosphates au sein de la cavité met au jour de grandes quantités de vestiges archéologiques. De nombreux préhistoriens s'y intéressent alors, et c'est E. Passemard qui entreprend les premières véritables fouilles de 1913 à 1922 (Passemard 1924). L'opération archéologique est poursuivie par R. et S. Saint-Périer de 1928 à 1949 puis prolongée de 1950à 1959 par S. de Saint-Périer. Entre 1960 et 1965, G. Laplace entreprend plusieurs sondages (Laplace, 1966). Suite à la demande de la propriétaire de la colline de protéger plus efficacement le site, le Service Régional de l'Archéologie d'Aquitaine lance une campagne de

sondages entre 1996 et 1998 pour évaluer le potentiel archéologique de la colline, campagne conduite par A. Turq et C. Normand. En 1999, une équipe constituée de I. Barandiaran, A. Cava, J. Fernandez Eraso et C. Normand dirige une opération programmée. Ce dernier reprend l'autorisation à son nom en 2000 et, depuis, y mène les fouilles auxquelles nous avons collaboré.

II-2 Méthodes de Fouille

Les fouilles actuelles, localisées dans la salle Saint-Martin, s'étendent sur une douzaine de mètres carrés. Elles concernent trois secteurs (secteur « *Fouille principale* », secteur « *Coupe* » et secteur « *Extension* ») et s'intéressent à la coupe laissée lors de la fouille Saint-Périer. La fouille s'effectue par neuvième de mètre carré et par décapages successifs de 2 cm suivant le pendage des niveaux. L'ensemble du matériel identifié à la fouille est enregistré dans les trois dimensions de l'espace. Le sédiment est tamisé à l'eau à 2 mm et trié sur le site.

II-2-a Représentativité du matériel

L'échantillonnage actuel s'effectue sur moins de 1% de l'extension totale des dépôts aurignaciens. Les données provenant des différents sondages réalisés par C. Normand et l'étude des déblais semblent aller dans le sens d'une homogénéité des vestiges archéologiques conservés sur le site, au moins en ce qui concerne l'industrie lithique. C. Normand (2005, p. 73) considère « *qu'il y a une bonne probabilité que les données provenant des industries lithiques issues des secteurs fouillés soient globalement représentatives de l'ensemble de la salle* ». Pour notre étude, nous appliquerons le même postulat. Nous écartons donc l'hypothèse d'occupations différentielles au sein de la cavité en fonction des saisons. Les résultats issus de la zone de fouille seront, par conséquent, considérés comme représentatifs des informations enregistrées sur l'ensemble de la cavité.

II-3 Stratigraphie

Notre travail porte sur les collections issues de l'opération dirigée par C. Normand, nous ne présenterons ici que la stratigraphie définie par ce dernier.

II-3-a Secteur « Fouille principale »

Lithostratigraphie : données géoarchéologiques

J.-P. Texier et A. Lenoble (Texier 1996,1997a et b ; Lenoble, 2003 ; Texier et Lenoble, 2005) ont défini 5 unités sédimentologiques dans lesquelles sont inclus les ensembles archéologiques. Leurs caractéristiques sont résumées dans le Tableau 35.

Unité	Description	Puissance	Processus de mise en place	Niveaux archéologiques	Attribution chrono-culturelle	Datation
I	Plancher laminé d'épaisseur variable interstratifié avec des argiles décantées brunes à brun-noir.	Pluri-décimétrique	**Concrétionnement et ruissellement peu compétents**	**c. 1 (a, b et c)**	Post-paléolithique	
				c.2	Mélange Gravettien et Magdalénien	21180 +- 280 BP
II	Blocs et cailloux calcaires anguleux, très hétérométriques, non orientés : - au sommet, éboulis colmaté par une argile sableuse gris foncé ; - au milieu, éboulis ouvert uniquement présent au nord du témoin ; - à la base, éboulis semi-ouvert à colmaté par une matrice jaune.	10 cm à 1 m	**Accumulation *in situ* de fragments détachés de la voûte**	**c. 3a**	Aurignacien évolué	
				c. 3b sommet	Aurignacien évolué Aurignacien ancien	
III	Lentilles emboîtées d'extension métrique à plurimétrique et de morphologie en berceau. Ces niveaux livrent deux faciès : - limons lités à lamines sub-horizontales, - alternance de lits de pseudo-sables ou graviers triés en comblement de chenaux. Latéralement, cailloutis à support clastique, matrice limono-argileuse gris foncé et vestiges archéologique abondants.	1 m	**Ruissellement associé localement à des accumulations de débris détachés de la voûte**	**c. 3b base**	Aurignacien ancien	
				c. 4a	Aurignacien ancien	
				c. 4b	Aurignacien ancien à « caractère archaïque »	32420+/-390BP 31480+/-480 BP
				c. 4c	Aurignacien intermédiaire entre l'archaïque et l'ancien.	
				c. 4d	Aurignacien archaïque	34630+/-650 BP 36550+/-650 BP
IV	Limons argileux jaune à débit polyédrique (non vu à la fouille).	30 à 60 cm	**Ruissellement de compétence significative**	**c. 5**	Mélange entre Paléolithique moyen et supérieur ?	
V	Dépôts caillouteux et graveleux à structure ouverte à semi-ouverte (non vus à la fouille)	Non reconnue	**Ruissellement en chenal ou ravinement**	**-**		

Tableau 35 : Isturitz - Lithostratigraphie et Archéostratigraphie du secteur fouille de la Salle Saint Martin du gisement d'Isturitz. (D'après Lenoble, 2003 et Normand, 2005). Les niveaux étudiés sont surlignés.

Archéostratigraphie secteur « Fouille principale »

L'archéostratigraphie a été définie par C. Normand (2005, soumis).

- C1a : stérile ;
- C1b : les vestiges retrouvés ici semblent avoir une origine paléolithique et post-glaciaire ;
- C1c : ce niveau ne livre que très peu d'éléments lithiques et de très rares esquilles osseuses ;.
- C2 : mélange probable d'éléments gravettiens et magdaléniens ;
- C3b sommet : Aurignacien ancien et Aurignacien évolué dans la partie supérieure ;
- C3b base : Aurignacien ancien ;
- C4b : particulièrement riche en matériel archéologique l'ensemble 4 b se caractérise par une industrie de type Aurignacien ancien où les nucléus carénés constituent la principale modalité de débitage lamellaire mais en association avec d'autres similaires à ceux de l'Aurignacien archaïque, comme les nucléus sur tranche d'éclat ou pyramidaux (Normand, *com. pers.,* 2007). Il a été possible, sur une partie de la zone en cours de fouille, d'individualiser deux niveaux archéologiques 4b1 et 4b2 au sein de cette unité. La différenciation de ces niveaux est basée sur un léger appauvrissement en matériel dans la partie inférieure de 4b (c'est à dire 4b2) et sur la présence de plusieurs amas de coprolithes à l'interface 4b1- 4b2[43] ;
- C4c : cet ensemble à une position intermédiaire à celles des deux unités l'encadrant. La composante archaïque se renforce ;
- C4d : l'industrie issue des niveaux 4d a été attribuée au Proto-Aurignacien ou Aurignacien archaïque (C. Normand et Turq, 2005) ;
- C5 : mélange d'éléments du Paléolithique moyen et supérieur ;
- C6 : industrie moustérienne mêlée à de nombreux vestiges fauniques d'origine non anthropique.

II-3-b Secteur « Coupe »

Les mêmes ensembles sédimentaires ont été identifiés dans cette aire de fouille. L'unité sédimentaire I étant stérile : elle n'est pas présentée ici.

Unité II :

- C 2I. est constitué d'un sédiment argileux
- C 3I. est similaire par son contenu à C3b (Normand, 2005)

Unité III :

Le contenu de cet ensemble sédimentaire est décrit ainsi par C. Normand. :

- *C 3II. Similaire à C 3b base ;*
- *C 4Ia. Relativement proche de C 4b1 en terme de densité de matériel, en particulier de charbons d'os, mais les cryoclastes sont plus abondants ;*

[43] L'ensemble 4b regroupe ainsi les niveaux 4b1 et 4b2 mais aussi le niveau 4b correspondant à la zone ou l'ensemble 4b n'a pas pu être subdivisé. Il faut ainsi faire attention à la différence qui existe entre **l'ensemble 4b et le niveau 4b**. Quand nous faisons référence dans le texte à l'ensemble 4b nous incluons les niveaux 4b, 4b1 et 4b2 à la discussion.

- *C 4Ib. Cet ensemble a été distingué du précédent sur la base d'une moins forte proportion d'os brûlés, donnant au sédiment une couleur plus claire ;*
- *C 4Ic. Similaire à C 4Ia, il s'agit d'un ensemble discontinu qui n'a été vu que dans les bandes 35 à 37 ;*
- *C 4II. Cet ensemble a été séparé du précédent car il présentait une nette augmentation des vestiges fauniques alors que diminuait la densité des charbons d'os. Il a été très* difficile de le distinguer de C 4Ib là où C 4Ic n'existait pas ;
- *C 4IIIa, b, c et d. Globalement, il s'agit là d'ensembles similaires à ceux de C 4d comme le montre une continuité stratigraphique passant sous le bloc d'effondrement. Les distinctions reposent sur des critères variés : accumulation de charbons d'os avec une très grande quantité de matériel associé (C 4IIIb), hétérogénéité possible par mélange éventuel avec la couche sous-jacente (C 4IIId)* » (Normand, 2005, p.69-71).

II-3-c Description archéologique des ensembles concernés par l'étude

Les niveaux principaux de l'étude sont détaillés ci-après.

4b et 4Ia

L'ensemble a livré une industrie caractérisée par C. Normand (2005 ; Normand et Turq, 2005) comme étant un Aurignacien ancien avec une composante Aurignacien archaïque importante. Bien qu'il n'ait pu être établi que cette composante ait une origine taphonomique (palimpseste ou mélange) ou une origine culturelle, c'est la deuxième hypothèse qui sera privilégiée pour le moment. Pour C. Normand, cette industrie pourrait constituer un jalon évolutif au sein de l'Aurignacien. Dans ce niveau, l'industrie osseuse est riche et variée.

Les matières premières ont une origine locale (Flyschs du Crétacé) pour la majorité, mais deux origines allochtones sont signalées : une provenant de la vallée de l'Adour, une autre du versant sud des Pyrénées. La présence de silex de Dordogne (Bergeracois) et de Charente (grain de mil) est signalée pour ce niveau. Deux datations ont été effectuées à l'Université de Toronto, par C. Szmidt (2005), sur cet ensemble :

- une première au sein de 4b1 sur un fragment diaphysaire d'os long d'ongulé de classe 3/4 (Cheval-Bovidé) 32420 +/- 390 BP (TO 12350) ;
- une seconde, réalisée sur un fragment de métatarse d'Equidé, donne pour le niveau 4b2 : 31480 +/- 480 BP (TO 12351). Cette deuxième date est peut-être un peu moins fiable du fait de la faible teneur de l'os en collagène.

4c

Beaucoup moins dense que l'ensemble 4b, l'ensemble 4c est subdivisé en onze sous niveaux. Le niveau 4c4 s'y individualise par une plus grande concentration de matériel. Cet ensemble livre une industrie rapportée comme précédemment à l'Aurignacien ancien, mais la part « d'archaïsme » se renforce. Cet ensemble occupe une position intermédiaire tant par sa position stratigraphique que par son contenu archéologique. Notons, la présence d'art mobilier (tête d'artiodactyle sculpté dans un bois de renne et possible tête de Félidé sur un bloc de grès) particulièrement rare pour ces périodes (Normand, 2005, p. 100-101).

II-4 La faune

L'étude de la faune a été réalisée par S. Costamagno (2002, 2005, 2006, soumis). Bien que le nombre de pièces étudiées soit élevé, l'important découpage stratigraphique induit un faible nombre de pièces fauniques au sein de chacun des niveaux. Ainsi, très peu d'ensembles ont livré suffisamment de pièces pour être étudiés d'un point de vue taphonomique et archéozoologique. Nous présentons ci-après les résultats concernant les niveaux pour lesquels une origine humaine de la faune est attestée.

II-4-a Ensemble 4b

Quel que soit le niveau considéré dans l'ensemble 4b, le spectre faunique ne connaît pas de profonde variation (tableau 2). Le Cheval reste l'espèce dominante suivie du Renne et des Bovinés. Les carnivores (à l'exception du Renard) sont rares. Leur faible impact sur l'assemblage, associé à de très abondantes marques anthropiques, soulignent l'origine humaine de l'accumulation (Costamagno, 2002, 2005 et soumis).

Taxon	4b		4b1		4b2		Ensemble 4b	
	NR	% NR	NR	% NR	NR	% NR	NR	% NR
Ursidae indéterminé	3	1	2	0,3	4	2,3	9	0,8%
Crocuta spelaea	2	0,8	4	0,6			6	0,5%
Canis lupus	1	0,4			1	0,6	2	0,2%
Vulpes/Alopex	63	24	58	9,2	21	12,1	142	13,0%
Carnivores indéterminés	3	1,1					3	0,3%
Bovinae	23	8,8	71	11,3	14	8	108	9,9%
Rangifer tarandus	66	25,2	140	22,2	37	21,3	243	22,2%
Cervus elaphus	4	1,5	3	0,5			7	0,6%
Megaceros giganteaus	3	1,1			1	0,6	4	0,4%
Cervidae indéterminé	2	0,8	4	0,6			6	0,5%
Equus caballus	117	44,7	347	55	94	54	558	51,0%
Equus hydruntinus			1	0,2			1	0,1%
Elephas primigenius					1	0,6	1	0,1%
Lagomorphe	2	0,8	1	0,2	1	0,6	4	0,4%
Restes déterminés taxonomiquement	**289**	**100 %**	**631**	**100 %**	**174**	**100 %**	**1094**	**100 %**
Lagomorphe/Renard	3		2		1		6	
Ongulés indéterminés	15		40		1		56	
Ongulés 1/3	128		117		76		321	
Ongulés 3/4	456		534		329		1319	
Ongulés 4/5					4		4	
Ongulés 5	1						1	
Mammifères indéterminés	335		305		183		823	
NID	2		1		5		8	
Total	**1229**		**1630**		**773**		**3632**	

Tableau 36: Isturitz - Spectre faunique des niveaux 4b, à partir du matériel recolté pendant la triennale 2000-2002 (modifiée d'après Costamagno, 2002). Ongulés 1/3, Ongulés 3/4 … font référence aux classes de taille d'Ongulés, définies par Brain, 1969 ; et modifiées par Fosse, 1994 puis par Costamagno, 1999.

Seul le Cheval fournit suffisamment de vestiges pour proposer une approche populationnelle. L'étude de la population de chevaux a mis en évidence une prédation centrée sur les individus ayant atteint leur taille définitive (entre 7 et 10 ans), même si quelques jeunes sont présents (Costamagno, 2002, 2006, soumis). La sous-représentation des canines de chevaux (généralement portées par les mâles) et la présence d'individus immatures a conduit S. Costamagno (*op. cit.*) à supposer une chasse préférentiellement menée sur des harems.

L'analyse des restes osseux attribués au Renne souligne une représentation différentielle des éléments squelettiques entre les niveaux 4b1 et 4b2. Les métapodes, les mandibules et les crânes sont mieux représentés dans l'unité inférieure (4b2). Si ce n'est pas le fait de processus taphonomiques ou d'échantillonnage, cette différence pourrait avoir trois explications possibles (Costamagno, 2002, 2006, soumis) :

- des territoires de chasses différents induiraient une gestion différentielle du traitement des carcasses (Costamagno 2006) ;
- des statuts différents au sein de la diète aurignacienne, comme une évolution des besoins ou des goûts de la population considérée ;
- des saisons de chasses différentes. En effet, en période de disette, l'animal va puiser dans la graisse contenue dans ses os en commençant par ses os longs. Le squelette appendiculaire (métapodes, phalanges) et la mandibule sont les derniers éléments à perdre leur graisse (*e.g.* Speth, 1983). Comme le souligne S. Costamagno (soumis) : « *l'abondance des métapodes mais surtout des mandibules et des crânes pourrait indiquer des animaux en mauvaises conditions physiques et donc des chasses aux chevaux menées à la fin de l'hiver ou au début du printemps, les chasses aux rennes se déroulant à d'autres périodes de l'année* ».

II-4-b Ensemble 4c

Dans cet ensemble, seul le niveau 4c4 fournit suffisamment de matériel faunique pour ce prêter à une étude archéozoologique. L'assemblage est dominé par le Cheval, les Bovinés et le Renne. L'ensemble est caractérisé par une altération générale des surfaces. L'impact des carnivores est peu important : moins de 5% des restes présentent des traces de dents. À l'inverse, l'impact humain, poussé, s'élève à 16% des pièces observées, malgré une mauvaise préservation des surfaces corticales.

Taxon	NRDt	%NRDt
Ursidae indéterminé	5	4
Vulpes/Alopex	6	4,8
Bovinae	28	22,4
Rupicapra rupicapra	2	1,6
Caprinae	1	0,8
Rangifer tarandus	14	11,2
Cervus elaphus	4	3,2
Equus caballus	64	51,2
Ongulés 4	1	0,8
Total	**125**	**100**

Tableau 37: Isturitz - Spectre faunique du niveau 4c4. en NRDt in Costamagno, 2005.

II-4-c Niveau 4Ia

Ce niveau est rapproché de l'ensemble 4b sur la base de critères sédimentaires et archéologiques (Normand *et al.*, 2005).

Ce niveau se caractérise par une très bonne préservation des surfaces corticales et une action des carnivores sur l'assemblage osseux limitée. Les stigmates de l'activité humaine sur le matériel sont nombreux avec plus de 20% des vestiges qui présentent des stries de découpe et près de 8 % des traces de percussion (Costamagno, 2005).

Taxon	NRDt	%NRDt
Ursidae indéterminé	1	0,8
Crocuta spelaea	1	0,8
Vulpes/Alopex	26	20,2
Bovinae	16	12,4
Capa ibex	1	0,8
Rangifer tarandus	48	37,2
Cervus elaphus	1	0,8
Equus caballus	34	26,4
Mammuthus	1	0,8
Total	**129**	**100**

Tableau 38: Isturitz - Spectre faunique du niveau 4Ia. en NRDt *in* Costamagno, 2005, p. 8.

III Cémentochronologie

III-1 Questions propres au gisement

Plusieurs objectifs propres à l'étude des saisons de capture des proies des Aurignaciens d'Isturitz peuvent être évoqués.

- Le premier, général, concerne la fonction du site et sa place dans l'organisation annuelle des activités des Préhistoriques au sein de leur territoire. Les dimensions conséquentes de l'abri ainsi que le grand nombre d'activités menées sur le site ont incité certains chercheurs (*e. g.* de Beaune, 2005) à proposer une occupation continue de type annuel. Ce travail, s'il met en évidence une occupation saisonnière de la cavité, apportera des données discriminantes sur cette question.
- Le deuxième objectif est d'essayer d'apporter des éléments de discussion relatifs aux résultats archéozoologiques sur les vestiges fauniques de l'ensemble 4b. Deux taxons, le Renne et le Cheval, ont été préférentiellement chassés. Y a-t-il complémentarité saisonnière dans la prédation de ces taxons ou l'abattage s'est-il déroulé simultanément ? Enfin, la comparaison des résultats obtenus sur le Cheval et le Renne indiquera si le transport différentiel de certains éléments anatomiques entre ces deux taxons peut s'expliquer par des saisons de chasse différentes.

III-2 Matériel étudié

III-2-a Choix des niveaux

Trois ensembles, regroupant un total de six niveaux, ont été sélectionnés pour ce travail.

- L'ensemble 4b fournit la majorité du stock faunique. De plus, son étude archéozoologique est la plus avancée et permet des comparaisons entre les données saisonnières et donc les stratégies de subsistance.
- L'unité 4c4 présente de grandes similarités fauniques avec l'ensemble précédent. De plus, le stock osseux issu de cet ensemble est important.
- L'ensemble 4I du secteur coupe est corrélé par les analyses lithiques à l'ensemble 4b. Aussi semble-t-il intéressant de vérifier les résultats que peut fournir ce troisième ensemble. Notons aussi que la fouille de celui-ci étant achevée, les résultats obtenus à partir de cet échantillon ne seront pas modifiés par une augmentation ultérieure du corpus d'étude.

III-2-b Choix des taxons

La stratégie d'échantillonnage a été adaptée à chacun des niveaux concernés.
Pour l'ensemble 4b, deux taxons semblent constituer l'apport majoritaire en viande à la diète aurignacienne. Il s'agit du Cheval et du Renne, dont les contributions au spectre faunique sont respectivement de 51% et 22% (tableau 2). Leur étude simultanée s'est imposée pour répondre aux différents questionnements évoqués dans la problématique. Notons que le Renard et les Bovins n'ont pas été analysés bien que leurs contributions à l'assemblage soient significatives. Très peu de dents de Renard étaient disponibles pour penser à les échantillonner, et les restes de Bovinés (essentiellement des dents cette fois-ci) semblent avoir étés introduits sur le site à des fins non alimentaires (incisives pour parures, Costamagno, 2005, 2006 ; White, 2005).
Pour l'ensemble 4I et l'unité 4c4, le Cheval domine les spectres fauniques. Les autres taxons ne fournissant que trop peu de vestiges dentaires, seul le grand Equidé a été retenu pour l'analyse de ces unités stratigraphiques.

III-2-c Matériel sélectionné

Nous avons réalisé, avec l'aide de S. Costamagno, un NMI de combinaison et prélevé une dent par individu à chaque fois que la conservation le permettait. Dix-sept dents, représentant autant d'individus (quatorze chevaux et trois rennes), ont été retenues pour cette étude. Le tableau suivant montre leur distribution au sein de l'assemblage. Ces individus représentent pour ces taxons près de 50 % du nombre d'individus présents dans les ensembles étudiés (Tableau 39).

Secteur	ensemble	unité		
Fouille	**C4b**	C4b	3 sur 8	0 sur 0
		C4b1	2 sur 7	2 sur 4
		C4b2	2 sur 7	1 sur 2
		total	**7 sur 22**	**3 sur 6**
	C4c4		**4 sur 6**	**0 sur 1**
Coupe	**C4Ia**		**3 sur 4**	**0 sur 1**
Total			14 sur 32	3 sur 8

Tableau 39 : Isturitz - Décompte du nombre de dents analysées en fonction du NMI par unités stratigraphiques.

III-3 Test inter-observateurs

Les dents de Cheval présentant un cément particulier, et parfois difficile à lire, il a semblé opportun de mener un test inter-observateur. Ce test, long à mettre en place, s'est limité à la moitié du matériel dentaire d'Isturitz et s'est concentré sur l'ensemble 4b.
Après que nous les ayons observées une première fois, les lames minces réalisées ont été confiées à É. Pubert (PACEA, Université Bordeaux 1, UMR 5199). Celui-ci a mené son étude en aveugle.

IV Résultats

Une quarantaine de lames ont été réalisées (entre deux et quatre par dents). À l'exception de deux dents ne présentant pas un cément suffisamment bien conservé pour pouvoir proposer des résultats saisonniers, les dix-huit autres se sont parfaitement prêtées à l'étude. La recherche de modification post-mortem des structures biologiques n'a montré aucune recristallisation d'apatite. Nous nous sommes limité à l'analyse de saisonnalité et l'estimation de l'âge n'est proposée que pour les dents qui la permettaient. Bien que la conservation du dernier incrément soit suffisante, dans la quasi-totalité des cas, pour en déduire la saison de mort, le cément le plus interne des dents de cheval ne présente pas la même qualité de lecture. Il nous a été difficile et parfois même impossible d'obtenir l'âge à la mort. Les résultats détaillés sont présentés dans le tableau suivant.

Niveau	N° d'inventaire	Rang de la dent	Espèce	Saison de mort		Analyse par le logiciel « *Image J* »
				W. RENDU	E. PUBERT	
C4b	V129 - 19	M3 inf.	***E. caballus***	**illisible**	illisible	*Non-analysable*
C4b	W129 - 40	M3 inf.	***E. caballus***	**BS**	BS	Non-analysable
C4b	W132 - 118	M2 sup.	***R. tarandus***	**BS**	BS	MBS
C4b	W131 - 31	M2 sup.	***R. tarandus***	**DBS/MBS**	DBS/MBS	MBS
C4b1	V131 - 113	M3 inf.	***E. caballus***	**BS**	BS	Non-analysable
C4b1	W132 - 514	M3 inf.	***E. caballus***	**BS**	BS	Non-analysable
C4b1	V131 - 111	P2 inf.	***E. caballus***	**BS**	BS	Non-analysable
C4b2	W132 - 754	M1/2 inf.	***E. caballus***	**BS**	BS	*BS*
C4b2	V131 - 273	P4 inf.	***E. caballus***	**BS**	BS	Non-analysable
C4b2	W131 - 812	P4 inf.*	***R. tarandus***	**DBS/MBS**	DBS/MBS	MBS
C4C4	W132 - 958	P3 inf.	***E. caballus***	**illisible**		Non-analysable
C4C4	W133 - 603	P2 inf.	***E. caballus***	**BS**		BS
C4C4	W133-715	P2 inf	***E. caballus***	**BS**		BS
C4C4	W133-73	M2 inf.	***E. caballus***	**BS**		BS
C4Ia	Y136 - 62	M1/2 inf.	***E. caballus***	**BS**		Non-analysable
C4Ia	Y137 - 201	M1 inf.	***E. caballus***	**BS**		Non-analysable
C4Ib	Y137 - 322	M1/2 inf.	***E. caballus***	**BS**		Non-analysable

Tableau 40: Isturitz - résultats de l'analyse cémento-chronologique. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule.

IV-1 Description des lames minces

Les résultats concernant les dents étudiées par analyse d'images sont développés ci-après.

W131-812

Deux lames ont été obtenues pour cette molaire de Renne. Les structures dentaires sont très visibles, en particulier au niveau de la dentine. Le cément est bien préservé et ne montre ni dépôt dû à la fabrication de la lame, ni fissure transverse. Sa limite extérieure est nette. L'observation directe permet d'identifier l'alternance de deux couples de *zone/annulus*. Une troisième zone en cours de croissance constitue le dernier dépôt, mais il est difficile d'estimer si la croissance vient de commencer ou si elle est en cours. L'analyse de surface (pseudo-3D) souligne la continuité des bandes et met en lumière l'absence d'artefact de lecture. Le profil réalisé montre clairement l'alternance de trois zones, même si l'intensité de la première est moins marquée. La dernière bande est environ moitié moins importante que la précédente.
L'individu a été abattu en **milieu de bonne saison** (MBS) et était âgé de 4 ans.

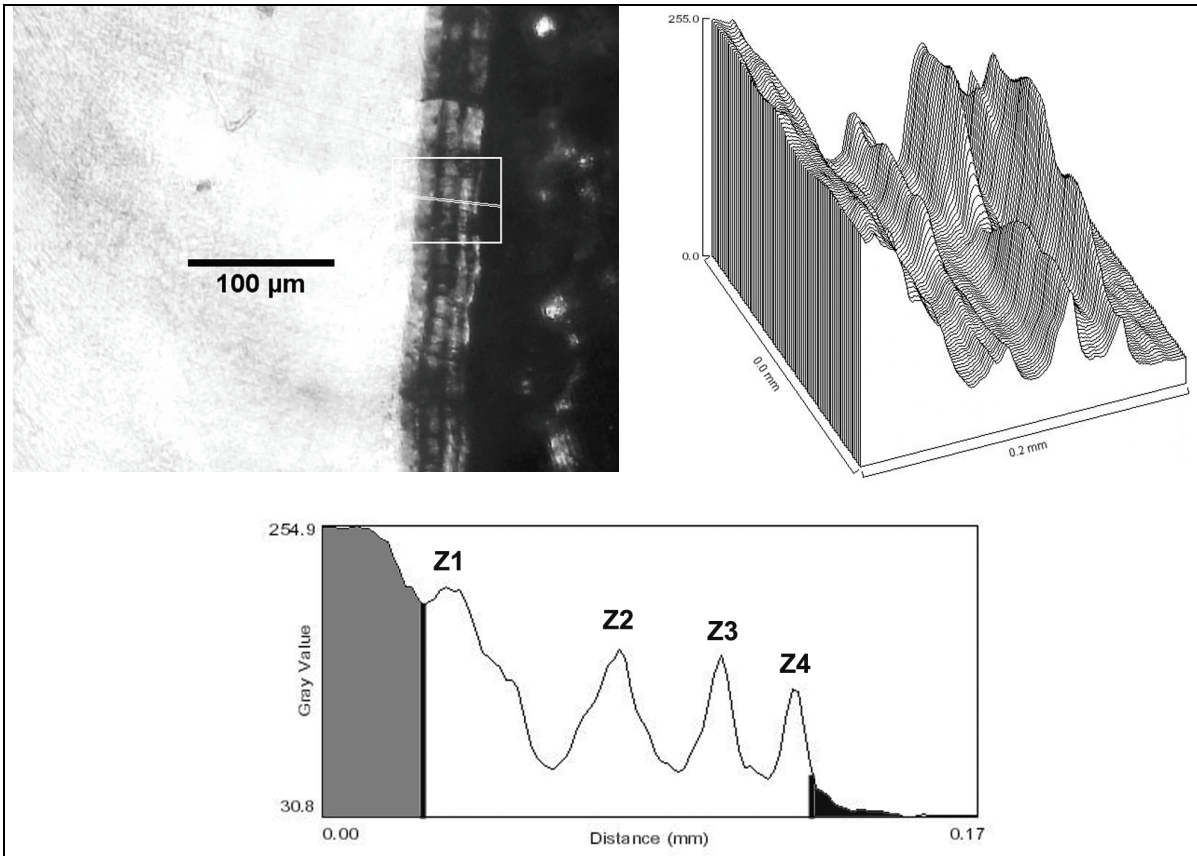


Figure 133 : Isturitz - W131-812. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Trois bandes de bonne saison sont visibles, la dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation. (MBS)

W132-118

Deux lames ont été obtenues dans cette molaire de Renne qui portait un dépôt le long de la racine (peut être du concrétionnement). Le polissage moins poussé de cette lame lui donne un

aspect général plus sombre. Les structures de la dentine sont très nettement visibles. Le cément est lisible, mais sa limite extérieure est surlignée par un dépôt noir, correspondant vraisemblablement à celui identifié précédemment. Trois couples de bandes sont lisibles et c'est une quatrième zone, dont la croissance n'est pas complète, qui conclut le dépôt. L'encroûtement rend cependant difficile toute précision sous ce mode d'observation. Il est possible d'identifier avec l'analyse de surface (pseudo-3D) les mêmes structures saisonnières. Ici, la limite entre cément et dépôt inorganique est évidente et marquée par une chute dans l'intensité lumineuse. Les dimensions de la dernière bande correspondent à près de la moitié des dimensions de la précédente. L'individu a été abattu en **milieu de bonne saison** (MBS), et était âgé de 5 ans.

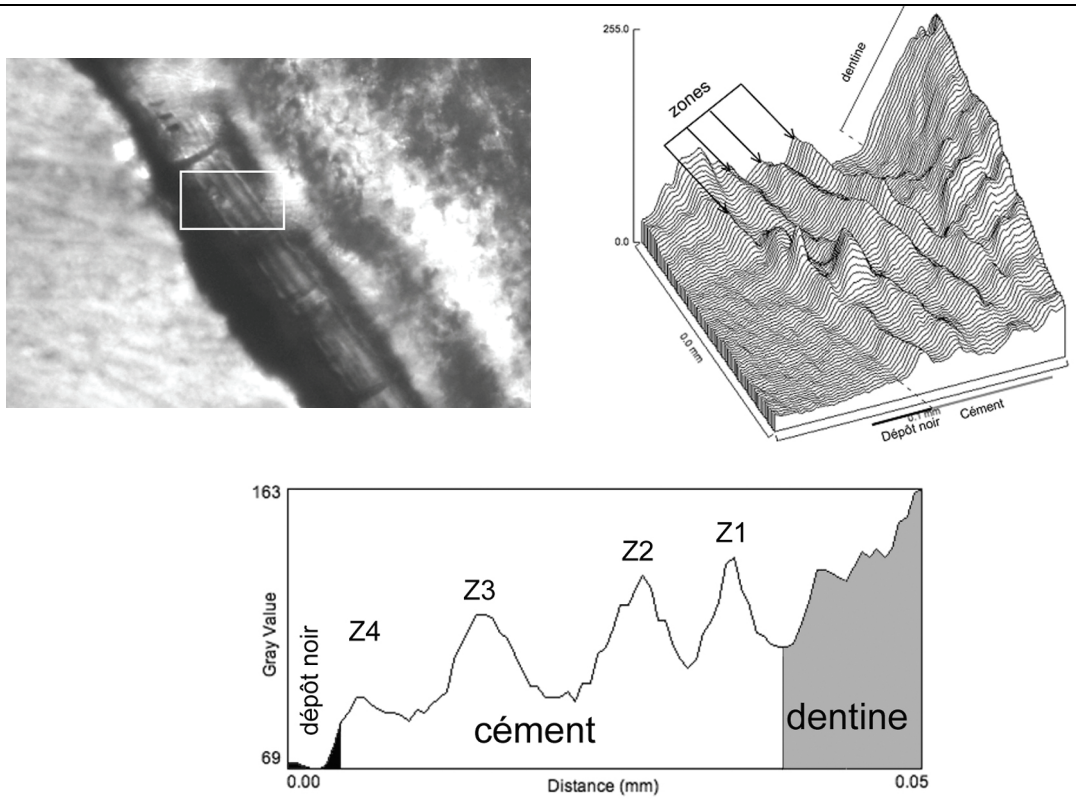


Figure 134: Isturitz - W132-118. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Quatre bandes de bonne saison sont visibles, la dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation (MBS).

W131-31

Deux lames ont été obtenues dans cette molaire de Renne. Le cément présente des structures saisonnières bien marquées dont l'extérieur est détouré par une limite noire marquant le contact résine / cément. Ici, trois couples de bandes à croissance lente / croissance rapide et une quatrième bande à croissance rapide, ou zone dont la croissance est à sa moitié, marque la fin des dépôts d'origine biologique. L'analyse d'images aboutit aux mêmes conclusions. Notons que sur

le profil, il est aisé de distinguer la ligne noire qui détoure le cément : sa luminescence est très largement inférieure aux *annuli*. De plus, elle suit une *zone* dont la croissance n'est pas finie. L'individu a été abattu en **milieu de bonne saison** (MBS) et était âgé de 4 ans.

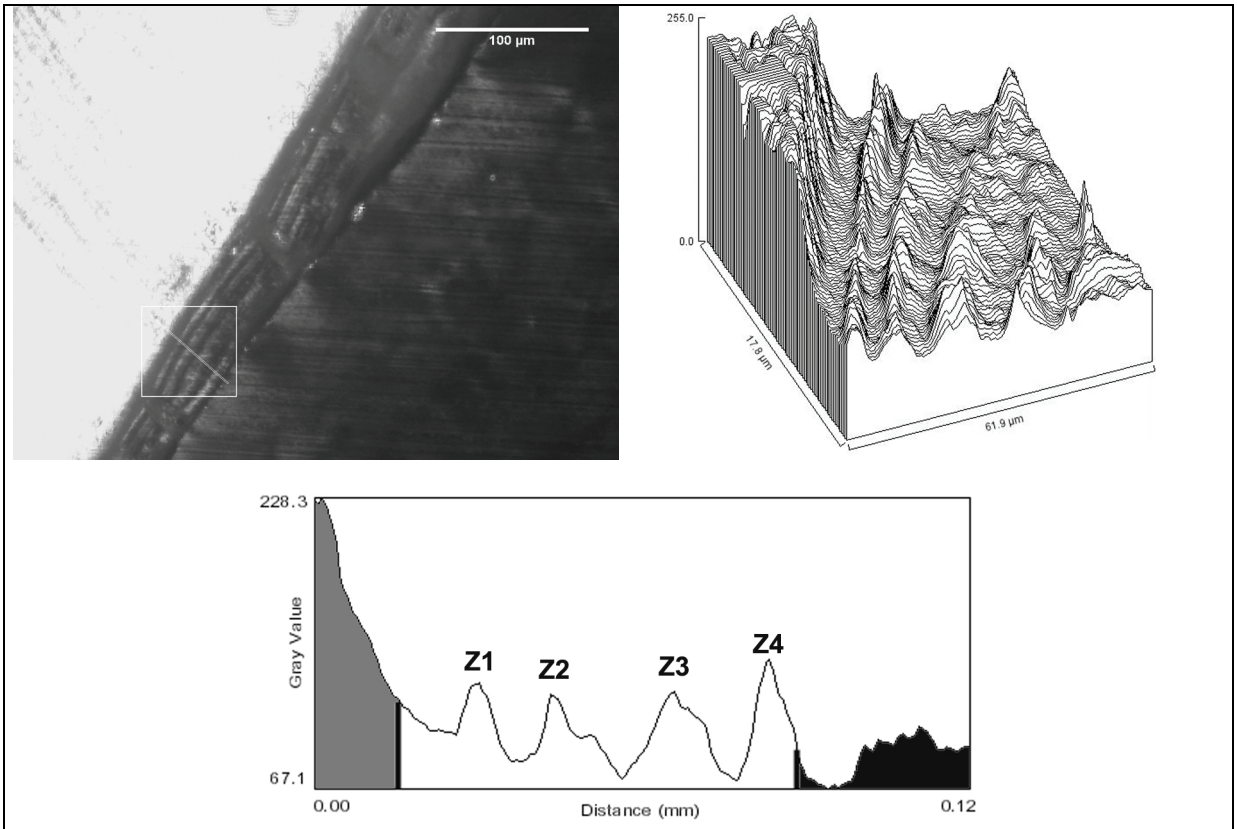


Figure 135 : Isturitz - Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Quatre bandes de bonne saison sont visibles, la dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation (MBS).

W132-754

Trois lames ont été obtenues dans cette dent de Cheval. D'une conservation bien moins bonne que les dents de Renne précédemment décrites, la lecture y reste tout de même de bonne qualité. L'émail présente ici une extinction roulante. Le cément est clair, sans dépôt dû à la réalisation de la lame ni fissuration. Bien que peu lumineuse, les structures saisonnières sont évidentes. L'analyse d'image souligne la continuité de ces bandes sur une grande surface. Le profil permet de retrouver sept couples de bandes, une huitième zone en début de croissance termine le dépôt. Cette dent appartient à un cheval mort pendant la **bonne saison** (BS).

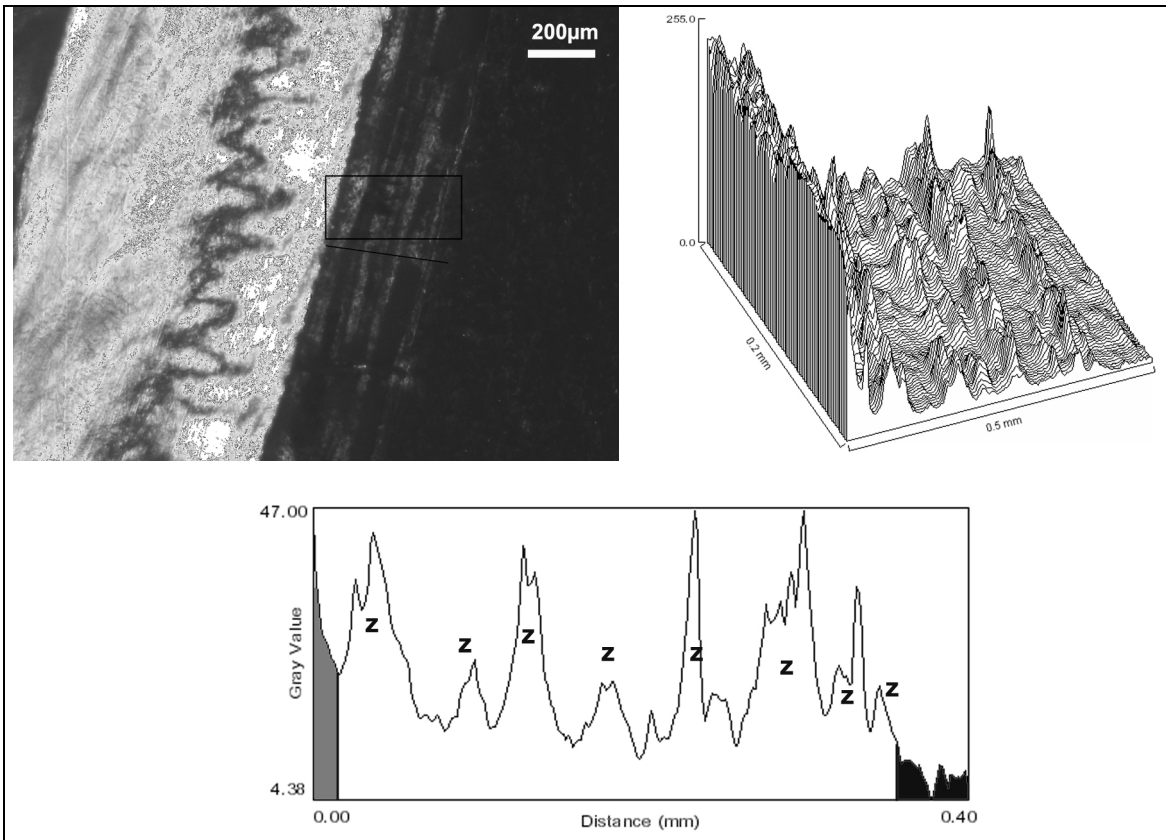


Figure 136 : Isturitz - W132-754. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Sept bandes pleines de bonne saison sont lisibles. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS).

W133-603

Quatre lames ont été obtenues dans cette jugale de Cheval. Cette lame illustre parfaitement les problèmes que nous avons rencontré dans la lecture de l'enregistrement saisonnier sur certaines dents d'Isturitz. Un dépôt brun recouvre la première moitié des dépôts, les rendant totalement illisibles. Ce dernier est probablement le fait d'un problème lors de la préparation des lames (Beasley *et al,* 1992). Ainsi, aucun décompte des premiers dépôts n'est possible. Seul l'enregistrement des dernières structures saisonnières est préservé. Le dernier dépôt est une zone dont le stade de croissance est difficile à estimer. L'analyse d'image donne les mêmes résultats, confirmant nos observations. Il est difficile à partir du profil d'être plus précis que lors de l'observation directe. Cet animal a été abattu pendant la **bonne saison** (BS).

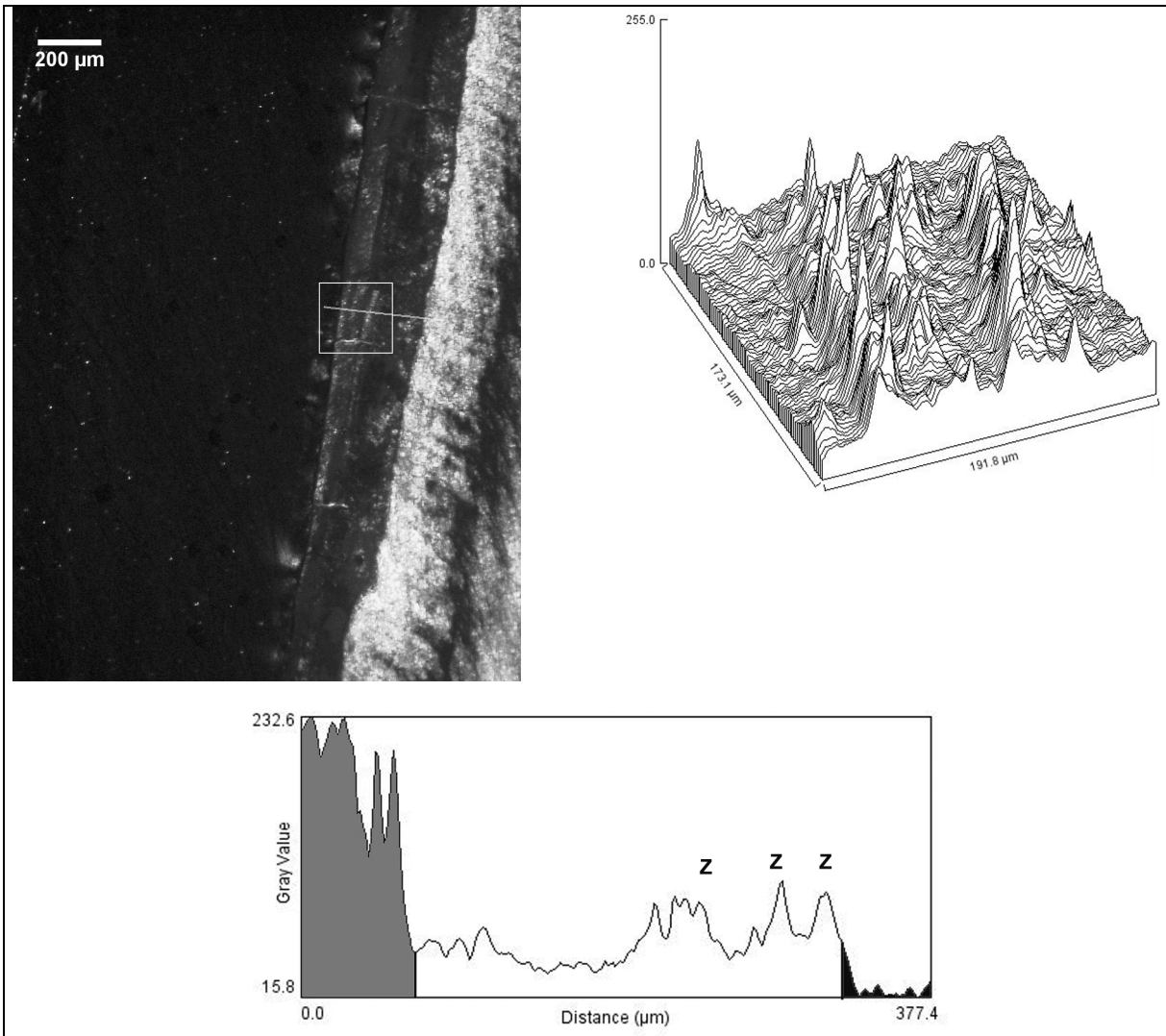
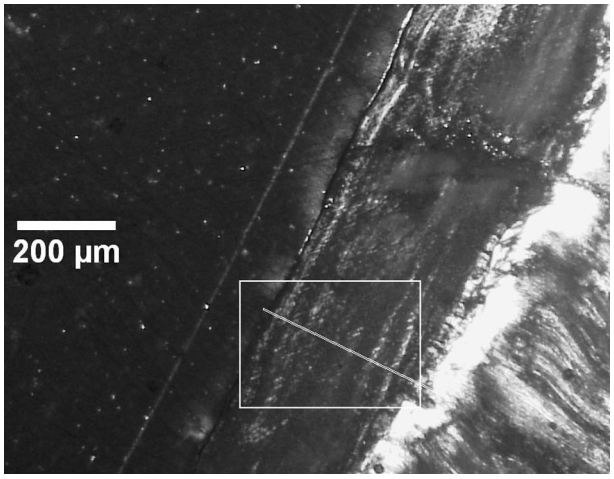
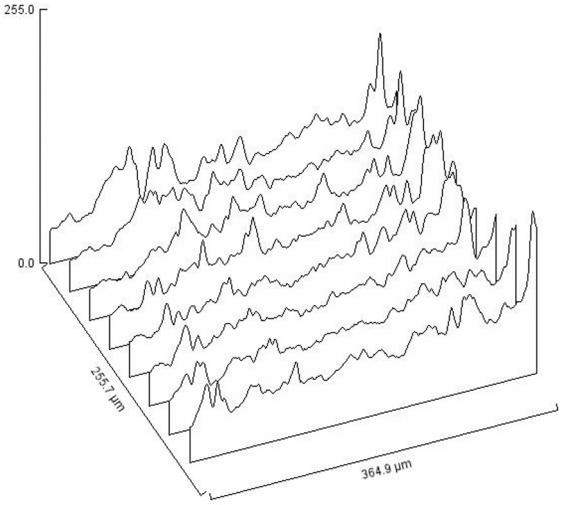


Figure 137 : Isturitz - W132-603. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS).

W133-715

Deux lames ont été obtenues dans cette jugale de Cheval. Comme dans le cas précédent, un dépôt brun gène la lecture du cément. Ce dépôt semble être réparti de manière aléatoire sur l'épaisseur du cément. Sur la plage retenue pour l'observation, il n'affecte que les premières bandes de cément, rendant ainsi envisageable une estimation saisonnière. C'est une zone en cours de croissance qui clôt l'enregistrement saisonnier. La reconstruction 3D des variations de luminescence aide à discerner d'avantage les structures saisonnières au sein de ce dépôt brun, mais n'autorise pas une estimation de l'âge à la mort. Le profil permet aussi de voir que le dernier dépôt est une zone en cours de croissance. Cet animal a été abattu pendant la **bonne saison** (BS).





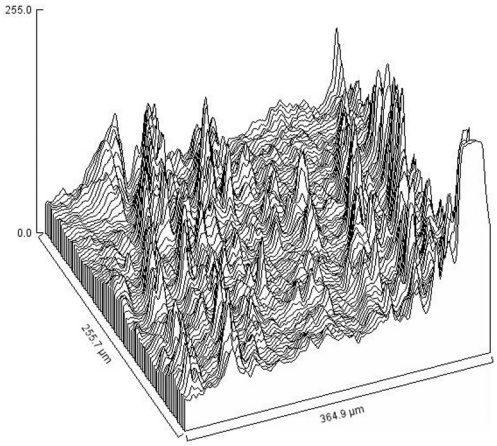
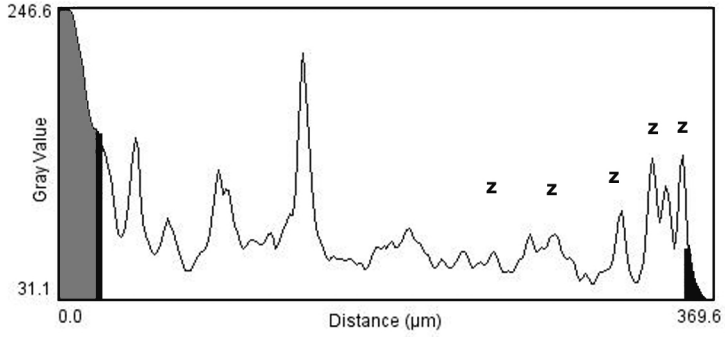


Figure 138 : Isturitz - W133-715. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS).



Y137-530

Deux lames ont été obtenues dans cette jugale de Cheval. Le dépôt brun que nous signalions dans les deux cas précédents est encore une fois présent, mais une meilleure préservation des structures dentaires rend les conséquences de celui-ci moins néfastes pour notre analyse. Le dernier dépôt est une zone débutant sa croissance, ou en cours de croissance. L'étude du profil irait dans le sens de la deuxième proposition mais il est délicat de trancher pour une telle lame. Nous ne conclurons qu'à un abattage en **bonne saison** (BS).

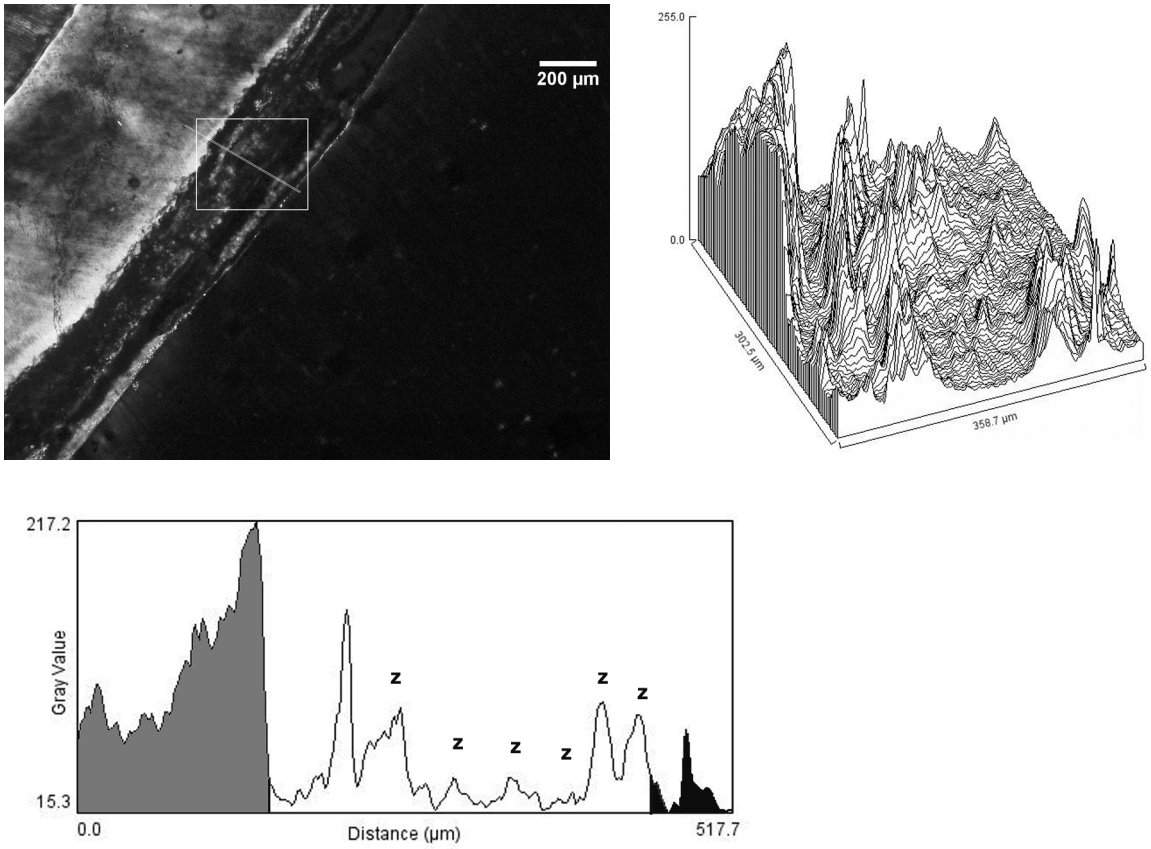


Figure 139 : Isturitz - Y137-530. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation

W136-62

Deux lames ont été obtenues dans cette jugale de Cheval. Le cément est très bien préservé et ne montre aucun dépôt lié à la fabrication de la lame ni aucune fissure transverse. Sa limite extérieure est nette. Le dénombrement des couples de bandes est aisé : ils sont au nombre de 5. Le dernier dépôt est une zone en cours de croissance. Le profil permet d'avoir une estimation de son épaisseur qui correspond à la moitié de celle qui la précède. Cette dent appartient à un cheval mort pendant la **bonne saison** (BS). Comme pour l'individu représenté par la dent : W132-754, si nous pouvions appliquer les mêmes critères que pour les autres taxons, sa saison de mort serait : le milieu de la bonne saison (MBS).

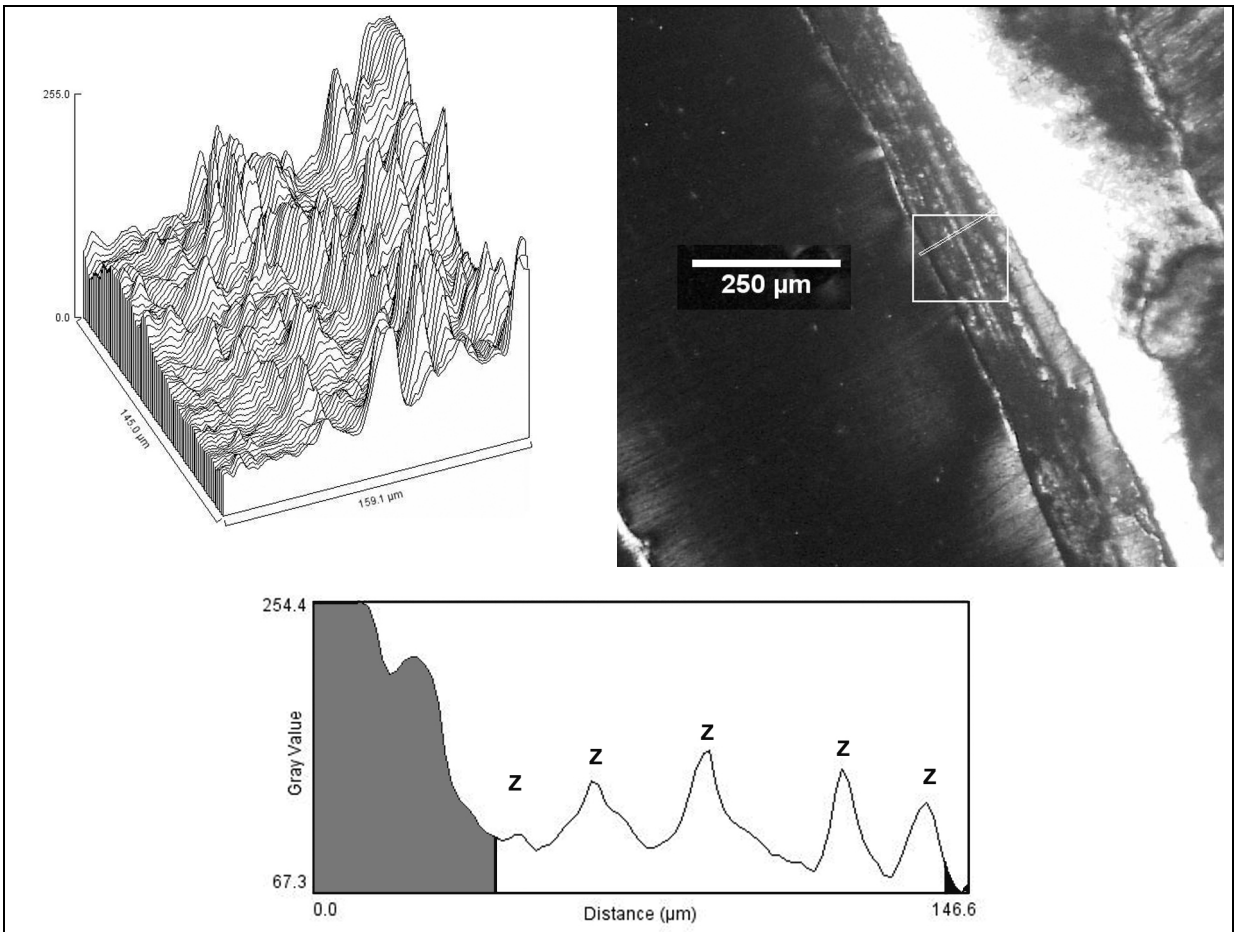


Figure 140 : Isturitz - W136-62. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS).

IV-2 Synthèse des résultats

Quel que soit le taxon ou le niveau analysé, le dernier incrément est une *zone*. Bien que le test inter-observateur ait été mené sur un très faible nombre d'individus, il est important de souligner que les résultats des deux analystes sont en tous points identiques. Cette homogénéité est à lier tant aux qualités de la méthode d'analyse qu'à la bonne, voire dans certains cas très bonne, conservation des derniers dépôts.

L'analyse d'image n'a pas pu être menée sur l'ensemble du matériel dentaire en raison de la grande difficulté à laquelle nous avons été confronté pour obtenir une photographie correcte des bandes de cément. Elle n'a donc porté que sur sept individus. Cette analyse a confirmé dans la totalité des cas nos observations. Elle a, par ailleurs, précisé les résultats que nous avions obtenus par l'analyse directe de deux dents de renne.

Toutes unités stratigraphiques confondues, l'ensemble des dents caballines indique une même saison d'abattage : la bonne saison (ou saison estivale). Malheureusement, A. Burke (1995) pense qu'il est difficile de diviser cette saison plus précisément du fait de la variabilité intra-populationnelle qui existe dans la vitesse d'apposition du cément caballin. Nous devons ainsi

limiter nos observations à cette période qui s'étend, pour les chevaux actuels, de mai à octobre (Burke, 1995). Il est apparu, dans notre première analyse, que la croissance de cette dernière bande n'excédait pas 50%. Pour le moment ce point est difficile à interpréter, même s'il est tentant d'évoquer un abattage du Cheval entre le début et le milieu de la bonne saison.
Concernant le Renne, les résultats sont plus explicites puisque, dans les trois cas, la dernière bande, qui est une *zone*, est en cours de formation. Nous pouvons conclure à un abattage pendant le milieu de la bonne saison (été) pour ce taxon.

IV-3 Analyse probabiliste des résultats

Pour limiter le biais lié à la faiblesse d'échantillon inhérente à la méthode, nous proposons d'opposer à ces résultats un test probabiliste par application de la loi binomiale (*e. g.* : Trousset et Morin, 1996 :141-150) déjà utilisé par A. Stutz (2002a). Ce test est effectué en deux temps : d'une part, sur l'ensemble 4b (seul ensemble fournissant assez de matériel pour qu'il puisse être réalisé) et d'autre part, sur la totalité des niveaux aurignaciens analysés d'Isturitz.
Nous confrontons nos résultats à la probabilité d'obtenir le même nombre de bonnes saisons (succès), à partir d'un abattage théorique s'étant déroulé sur l'ensemble de l'année, sans préférence saisonnière (Hypothèse H0), à partir d'un nombre de dents analysées correspondant à celui de l'étude (n = nombre de tirages). La proportion théorique (p) de bonnes saisons est de 0,65 (correspondant à la proportion de temps de formation de celle-ci au cours d'une année). L'hypothèse H0 est rejetée si la probabilité tombe en dessous du seuil de significativité de 5 %. Autrement dit, l'abattage est alors de type saisonnier.

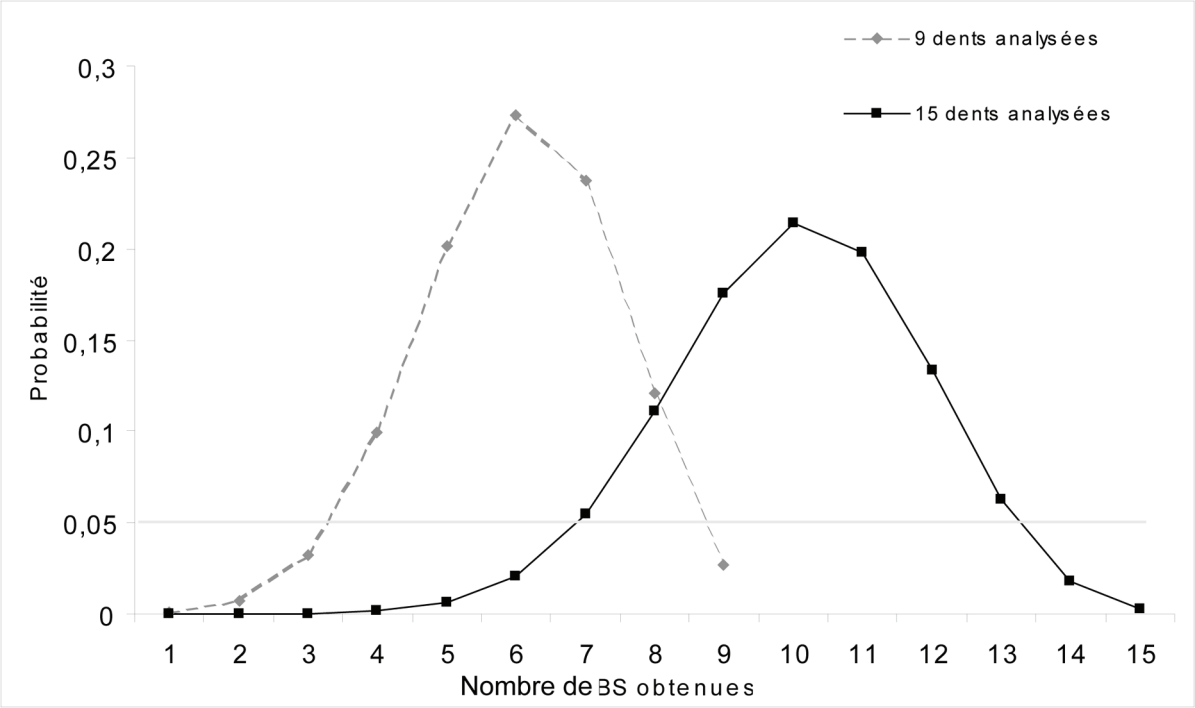


Figure 141 : Isturitz - Application de la loi binomiale à l'échantillon de l'ensemble 4b et de l'ensemble des niveaux étudiés d'Isturitz.

L'ensemble 4b livre neuf individus abattus pendant la bonne saison. Il apparaît que la probabilité d'obtenir un tel résultat à partir d'un abattage annuel est de 0,02, largement inférieur au seuil de 0,05. Ainsi, nous pouvons rejeter l'hypothèse H0 : le profil particulier que nous obtenons ne peut pas s'expliquer par un problème d'échantillonnage, mais bien par un abattage saisonnier.
L'application de ce test à l'ensemble des quinze individus constituant l'échantillon analysé ayant fourni des résultats est encore plus parlant. La probabilité d'obtenir 15 individus abattus en bonne saison à partir d'un abattage annuel est inférieure à 0,01. Nous pouvons ici conclure à un abattage pour lequel la sélection des proies est effectivement saisonnière.

V Discussion

L'observation des dents de chevaux met en évidence un abattage de l'ensemble des individus pendant la saison estivale. Dans l'état actuel, il n'est pas possible de préciser d'avantage cette détermination. Pendant la mise en place de l'ensemble 4b, la période d'abattage du Renne (Milieu de la Bonne Saison) s'inscrit dans celle mise en évidence pour le Cheval.

V-1 Stratégie de prédation

V-1-a Données éthologiques concernant le Cheval (Figure 142)

L'organisation sociale des chevaux peut se résumer à l'existence de deux types de groupes : les reproducteurs (les harems), et les non-reproducteurs qui comprennent les mâles célibataires. Le harem est constitué d'un étalon, et de cinq ou six juments et leur progéniture (Groves, 1974 *in* Bignon, 2003 ; Berger, 1986). Ce groupe rassemble généralement une vingtaine d'individus. Les groupes de célibataires ont des tailles beaucoup plus variables s'échelonnant de deux à dix-sept individus (Berger, 1986).
À la fin du printemps ou au début de l'été, les deux principaux groupes, célibataires et harems, commencent leur migration vers des zones d'altitudes plus élevées (pouvant dépasser les 2000 m) pour profiter du renouveau de la végétation (Berger, 1986). Le retour à la zone d'hivernage se fait dès les premières neiges en automne.
Durant la période d'estive, ils délaissent leurs habitats abrités, utilisés pendant l'hiver pour se protéger des contraintes climatiques (notamment la neige qui les ralentit dans leur déplacement et les gêne dans leur quête de nourriture), pour gagner des espaces largement dégagés. Pendant cette saison, l'abondance de nourriture entraîne une réduction du territoire des groupes (Waring, 1983). Ces deux éléments les rendent beaucoup plus faciles à localiser sur leur territoire.
Dans l'été, l'augmentation des besoins en eau des Equidés a d'importantes conséquences sur leur comportement. Incapables de retenir leur eau pendant les fortes chaleurs, ils sont fort dépendant de source de sel accessibles (Waring, 1983). Le choix du territoire est directement assujetti à la

présence de points d'eau. La majeure partie des déplacements s'effectue des aires de repos aux zones d'abreuvement (Berger, 1986). Les harems empruntent alors des parcours établis et stables (donc hautement prévisibles) contrairement aux groupes de célibataires dont le trajet est beaucoup plus aléatoire, moins régulier et, donc, imprévisible. En été, le deuxième élément pouvant influer sur le choix du territoire ainsi que la répartition du groupe et les chemins empruntés est la présence d'insectes (Duncan, 1992 ; Powell *et al.*, 2006). Leur abondance autour des points d'eaux au plus fort de la journée force les chevaux à venir s'abreuver aux premières et aux dernières heures du jour. L'espace entre les membres du groupe est alors réduit pour limiter l'action nuisible des insectes. Ils choisissent alors leur lieu de repos dans les endroits ventés pour ne pas être importunés.

V-I-b L'environnement d'Isturitz, une zone d'estive pour le Cheval

La période de chasse identifiée dans les niveaux aurignaciens du gisement d'Isturitz est vaste. Elle correspond à la période de migration vers les alpages et à la période d'occupation du territoire d'estivage. La prise en compte des éléments propres à l'environnement du site permet de proposer des hypothèses.

Bien que le gisement d'Isturitz se situe à une altitude peu élevée, il n'est pas impensable de proposer qu'il puisse correspondre à une aire d'estive pour les chevaux pléistocènes. En effet, l'augmentation rapide de l'altitude des reliefs vers le Nord y limite les possibilités pour les chevaux. De plus, la période d'occupation du site correspond à une période de péjoration climatique : les glaciers et le pergélisol étant plus bas, les chevaux étaient probablement cantonnés aux zones de basses et moyennes altitudes. Enfin, l'ensemble des éléments recherchés par les chevaux pendant la période estivale (sources d'eau nombreuses, disponibilité de sel en quantité…) est présent.

Un dernier élément nous permet d'arguer en ce sens. Le gisement de Brassempouy, distant de quelques dizaines de kilomètres présente un schéma d'exploitation saisonnière du Cheval identique (Le Tourneux, 2003) attestant donc de sa présence dans l'environnement pendant la période estivale.

V-1-c La chasse du Cheval

Les chasseurs aurignaciens ont très probablement su utiliser la position exceptionnelle que leur offrait la colline de Gaztelu. Celle-ci leur donnait la possibilité d'avoir une vue sur l'ensemble de la vallée. Au cours de la bonne saison, les faibles dimensions des territoires des chevaux devaient permettre aux chasseurs de localiser très facilement leurs proies. De plus, ces animaux devaient être d'autant plus faciles à localiser qu'ils affectionnent en cette période les endroits dégagés.

Les groupes qui auraient été chassés sont les harems (Costamagno, 2002, 2006). Les hommes préhistoriques ont probablement mis à profit l'aspect prévisible de ces groupes qui se déplacent au sein de leur petit territoire suivant un itinéraire défini, à des heures précises. Ils ont ainsi aisément pu les piéger sur les parcours qu'ils utilisent pour se rendre à leurs abreuvoirs naturels ou près des diapirs de sel (Le Gall, com pers., 2006), ou les chasser dans ces mêmes endroits au

lever ou à la tombée du jour. Ils ont donc su exploiter leurs connaissances pour capturer facilement des animaux dont la condition physique est la meilleure, livrant ainsi une grande quantité de viande.

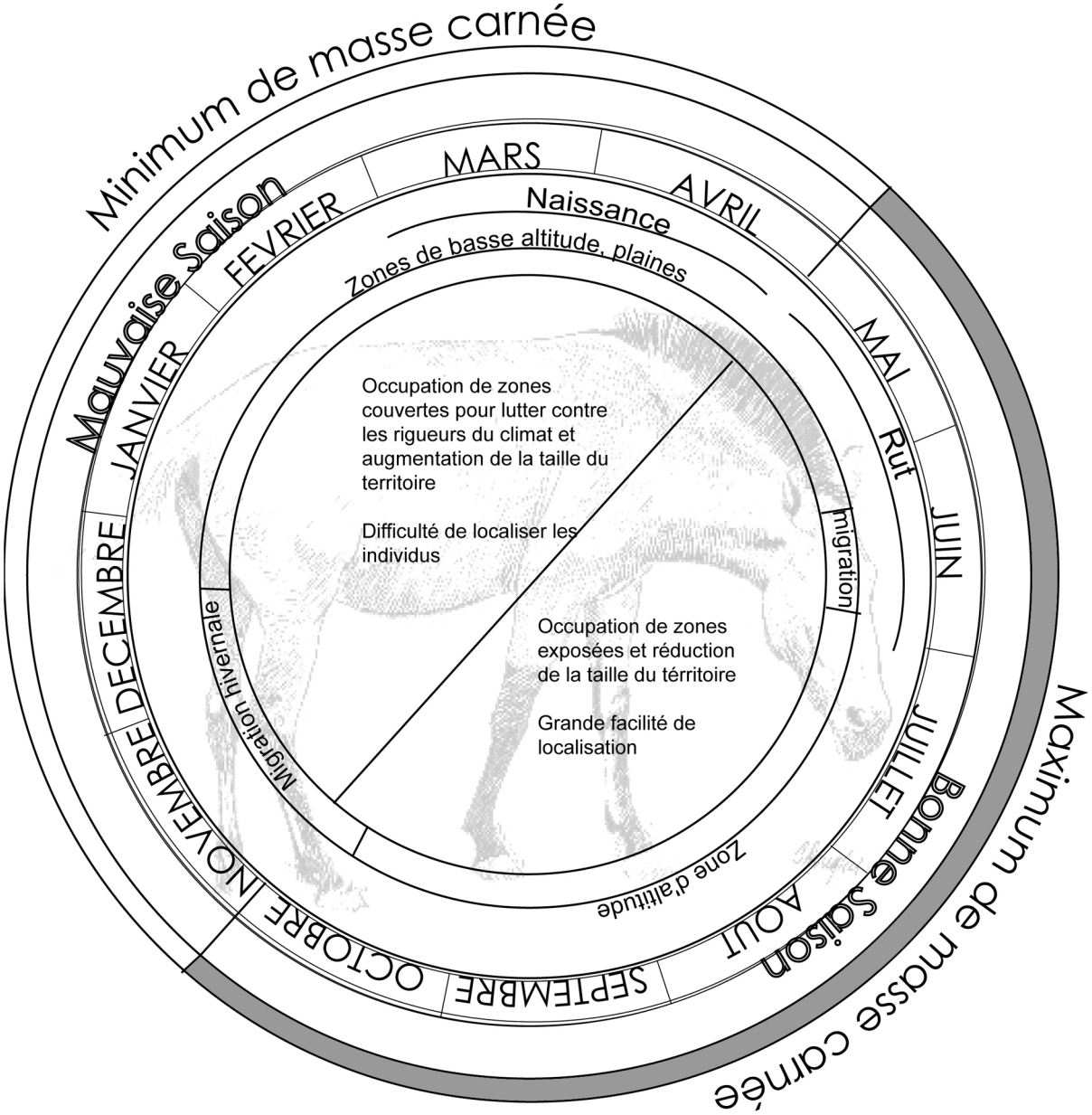


Figure 142 : Isturitz - Cycle saisonnier du Cheval. La période de prédation identifiée, la bonne saison est surlignée en gris.

V-1-d Note sur la prédation du Renne

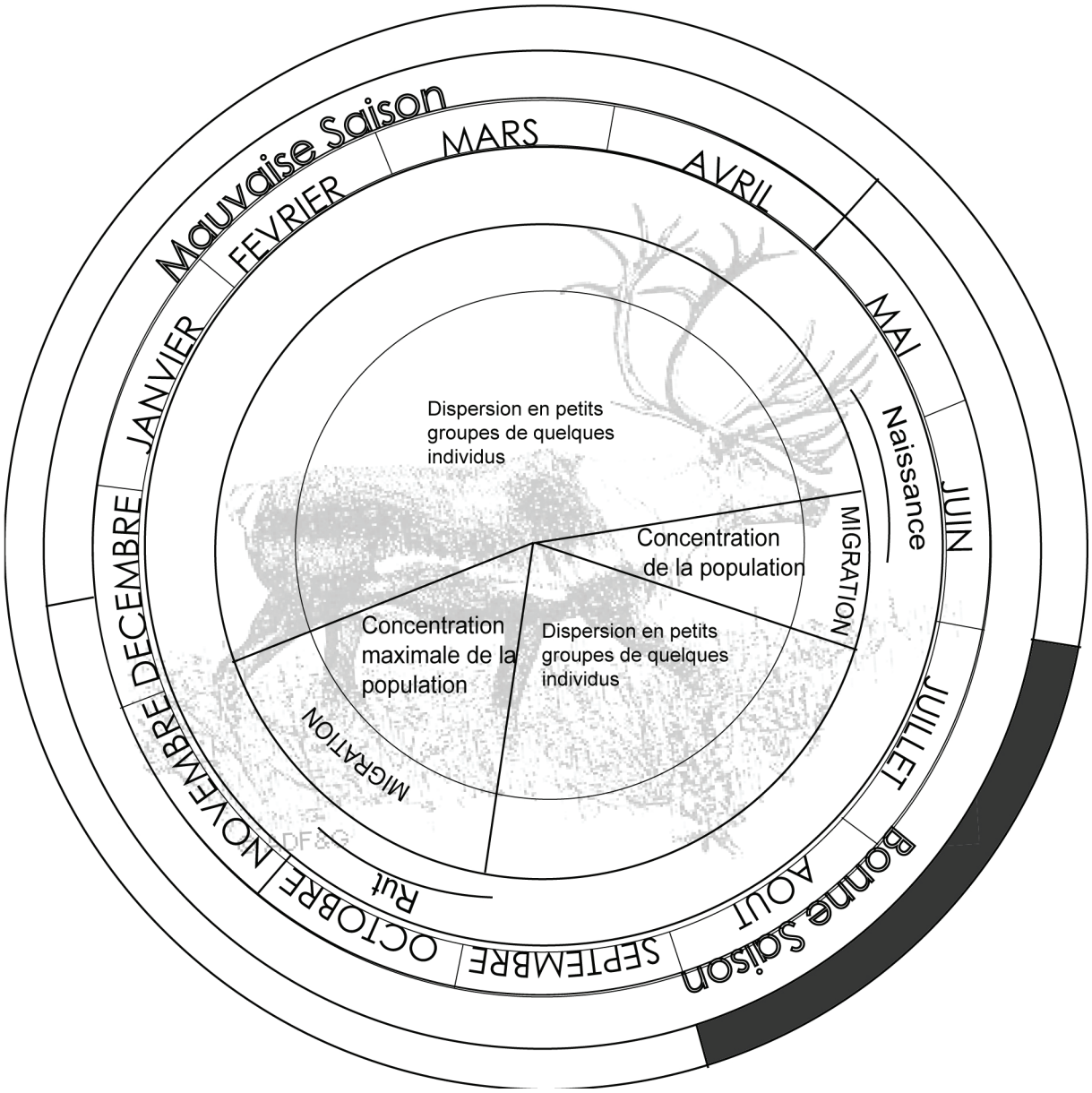


Figure 143 : Isturitz - cycle saisonnier du Renne (modifié d'après West, 1997). La période de prédation identifiée, le milieu de la bonne saison, est surligné en gris foncé.

La saison de chasse identifiée par l'observation des marqueurs de croissance du cément est le milieu de la bonne saison. Cette période correspond actuellement à la période comprise entre la migration printanière et le début du rut (Pike-Tay, 1995). Les rennes ont alors rejoint leur région d'estive pour profiter du renouveau de la végétation et se dispersent en petits groupes. Les femelles, affaiblies par la mise bas, sont alors au plus bas de leur condition physique. Les mâles, quant à eux, viandent en préparation du rut au cours duquel ils cesseront de s'alimenter.

Le manque d'informations sur la population chassée (sex-ratio, courbe d'abattage) et surtout le faible nombre d'individus identifiés par le NMI (Tableau 39) rendent l'étude des stratégies de prédation du Renne délicate. Quelques remarques peuvent-être proposées.

La saison de chasse identifiée par notre travail permet d'exclure une chasse pendant la migration. C'est ainsi sur des petits groupes de rennes que s'est effectuée la prédation. Compte tenu du faible nombre d'individus abattus par rapport au Cheval et de la différence de masse musculaire entre ces deux taxons, le Renne ne devait pas avoir une contribution importante dans la diète aurignacienne. Cependant, il ne faut pas minimiser l'intérêt des hommes pour ce taxon en raison des matières premières qu'il est susceptible de fournir (peau, graisse et surtout bois pour les armatures de projectiles).

V-2 Comparaison avec les données saisonnières obtenues dans les études précédentes

L'étude de J. Bouchud (1959, 1966), fondée sur les séquences d'éruption dentaire a été menée sur quatorze mandibules de Renne des niveaux aurignaciens provenant des fouilles d'Isturitz de R. Saint-Périer de 1928 à 1945. Il propose une occupation de la cavité se déroulant entre février-mars et septembre (ce qui correspondrait actuellement à une période allant de la fin de la mauvaise saison jusqu'au milieu de la bonne saison). Les résultats obtenus par J. Bouchud à partir d'une méthode différente et un échantillon d'analyse différent sont concordants avec les nôtres.
L'étude cémento-chronologique de B. Gordon (1988), portant sur le Renne des niveaux magdaléniens de cette même cavité, montre une même saison d'occupation. À partir d'une analyse de neuf dents, il isole une période de chasse s'étalant de la fin de l'hiver au milieu de l'été.
Ainsi, pendant l'Aurignacien et pendant le Magdalénien, l'occupation de la cavité d'Isturitz a suivi le même modèle. Ce choix du type d'occupation est peut-être à rechercher directement dans la topographie de la cavité elle-même : l'ouverture des paléo-porches, immenses, devait rendre l'habitation particulièrement difficile pendant la période hivernale. Peut-être ainsi pouvons-nous envisager un choix d'occupation dicté par les conditions intrinsèques du lieu. Cette proposition permet d'expliquer la récurrence des saisons d'occupation sur plusieurs millénaires.

V-3 Comparaison des données saisonnières des niveaux 4b aux résultats archéozoologiques

Il y a donc une saisonnalité marquée dans la période de chasse des Aurignaciens d'Isturitz, mais y a-t-il eu stockage qui aurait permis au groupe humain de rester plus longtemps sur le site ?
Les arguments couramment avancés pour mettre en évidence les phénomènes de stockage (structures en fosse, nombreuses stries de décarnisation ; *e. g. :* David et Enloe, 1993), qui ne sont cependant pas exclusifs de celui-ci, ne peuvent être dégagés de l'étude des restes d'Isturitz. De plus, le stockage pour l'hiver aurait probablement considéré des animaux abattus avant la période d'astreinte. Ces éléments considérés, nous n'avons actuellement pas les moyens de soutenir l'hypothèse de stockage.
S. Costamagno (2002) signale la présence de traces de carnivores sur les ossements de ces niveaux. Ceci suggère que les hommes étaient ainsi absents pendant des périodes de temps

suffisamment longues pour que les carnivores puissent exploiter les restes de la chasse de ces derniers. L'ensemble de ces éléments va dans le sens d'une occupation saisonnière de la cavité se déroulant pendant la bonne saison.

La différence de représentation des éléments anatomiques de Renne pour le niveau 4b2 (Costamagno, soumis) avec une sur-représentation des éléments riches en graisse ne peut plus s'expliquer par une chasse pendant la mauvaise saison. L'hypothèse d'une zone de chasse différente et plus éloignée pour le Renne que pour le Cheval, proposée par S. Costamagno (soumis) trouve ici un écho intéressant. En se basant sur les résultats et l'éthologie caballine (Berger, 1986), le Cheval devait être présent dans l'environnement direct du site (voir *supra*). Les Rennes, quant à eux, devaient se trouver plus en aval de l'Arberoue.

V-4 Intégration des données dans le contexte archéologique régional

Le gisement d'Isturitz a fonctionné comme un site d'habitat occupé de manière saisonnière pendant la bonne saison. On peut, à juste titre, se demander où étaient ces hommes pendant le reste de l'année.

Les niveaux aurignaciens d'Isturitz ont fait l'objet d'études poussées qui ont permis de mieux caractériser la population humaine qui y a séjourné. La comparaison de ces données au contexte archéologique régional permet de définir l'aire d'influence à laquelle elle appartient.

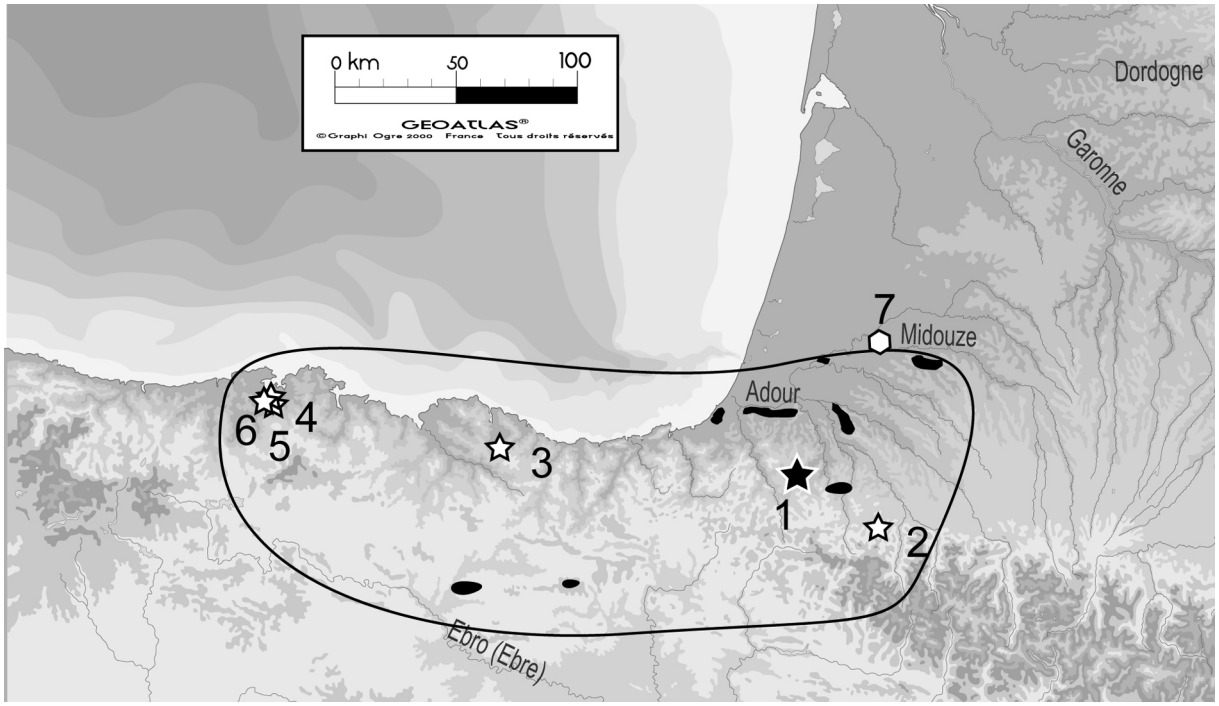


Figure 144: Isturitz - Carte du territoire cantabro-pyrénéen proposé ici. Le trait noir délimite ce territoire. En noir sont placées les sources de matières premières principales utilisées par les Aurignaciens d'Isturitz (Normand, 2005). Les étoiles correspondent aux sites partageant des traits technologiques avec Isturitz (n° 1) : n° 2 Gatzarria ; n° 3 : Labeko Koba n° 4 : Cueva Morin ; n° 5 : El Pendo ; n° 6 : El Castillo ; n° 7 : Brassempouy, représenté par un hexagone.

V-4-a Les données lithiques

L'étude des matières premières lithiques utilisées par les Aurignaciens d'Isturitz isole un territoire d'approvisionnement (Figure 144) limité au nord par l'Adour et au sud par le début de la plaine de l'Ebre (Normand, 2005).

Plusieurs gisements aurignaciens contemporains (à notre degré de résolution) partageant des méthodes de débitage similaires et une production lithique proche, se situent dans cette aire géographique (Normand, 2002, 2005). Il s'agit des gisements de Labeko Koba, Gatzarria, Cueva Morin, El Castillo. Certains de ces sites partagent d'ailleurs les mêmes matières premières.

V-4-b Les données de la parure

En se fondant sur la nature des objets utilisés en parure à l'Aurignacien, M. Vanhaeren et F. D'Errico (2006) rapprochent le gisement d'Isturitz d'un grand groupe Vasco-Cantabrique regroupant notamment les gisements de Cueva Morin, El Pendo, Gatzarria et Brassempouy, tout en l'individualisant de ceux du Bassin Aquitain.

C. Normand (Normand *et al,* 2004) et R. White (2005, sous presse) constatent, eux ,que l'utilisation de l'ambre à Isturitz, rare dans l'Aurignacien pour la confection d'éléments de parure, est une caractéristique partagée par les gisements de Labeko Koba, Gatzarria et Cueva Morin. Ce même matériau est à signaler dans les niveaux aurignaciens du gisement de El Pendo (Alvarez Fernandez *et al.*, 2005).

A partir de l'ensemble de ces éléments, nous avons proposé (Rendu, 2003, 2005b ; soumis) de rattacher le gisement d'Isturitz à un territoire vasco-cantabrique. D'une longueur d'environ 300 Km et d'une largeur de 100 Km, celui-ci aurait une direction est-ouest, limité au nord par l'Océan Atlantique et par le cours de l'Adour et au sud par celui de l'Ebre (Figure 144). Le rapprochement des industries aurignaciennes du gisement d'Isturitz à un vaste territoire vasco-cantabrique a déjà été proposé, sur la base de critères technologiques, par Arrizabalaga et collaborateurs (sous presse ; Normand, *com. pers.*, 2007).

V-4-c Cas de Brassempouy

Le gisement de Brassempouy se situe à la limite de cette aire géographique. Cependant, C. Normand (2005 ; Normand et Turq, 2005) souligne que, bien que très proche géographiquement, il existe des différences technologiques significatives entre les industries d'Isturitz et de Brassempouy.

De plus, même si des objets d'ornements semblent rapprocher les deux sites (Vanhaeren et d'Errico, 2006), certains critères, selon R. White (2005), montreraient clairement une appartenance à deux groupes distincts. Ainsi, il est difficile de positionner ce gisement d'un côté ou de l'autre de la frontière de ce territoire vasco-cantabrique. Par prudence, nous préférons, pour le moment, l'exclure.

V-4-d L'apport des saisons

Une étude cémentochronologique des gisements d'El Pendo, El Castillo et Cueva Morin a été réalisée par A. Pike-Tay et collaborateurs (1999). Au cours de celle-ci, les unités stratigraphiques attribuées aux différentes phases de l'Aurignacien ont été échantillonnées. Les résultats de cette étude sont présentés dans le Tableau 41.

Il faut remarquer que le nombre de dents analysées est très variable d'un ensemble archéologique à l'autre et d'un gisement à l'autre.

Gisements	Unités stratigraphiques	Industries associées	Faune		DBS	MBS	FBS	FBS/MS	MS
			Taxons	NMI analysés	Etat de développement de la *Zone*				*Annulus*
					début	milieu	fin	complète	
Cueva Morin	5b et c	Aurignacien évolué	Cerf, Chevreuil, Chamois	7	6	1	-	-	-
	6	Aurignacien	Cerf, Chevreuil	4	3	-	-	-	1
	9	Aurignacien archaïque	Bison	1	-	-	-	-	1
El Castillo	18b1	Aurignacien archaïque ???	Cerf Chevreuil	9	8	1	-	1	-
	18b2		Cerf, Chevreuil, Chamois	17	4	1	2	2	9
	18c		Cerf, Bison	31	5	1	2	18	4
El Pendo	Vb	Aurignacien évolué	Cerf	1	-	-	-	1	-
	VI			4	-	-	1	3	-
	VIIa	Aurignacien		3	-	-	1	2	-
	VIIb			5	-	-	1	1	3
	VIII	Châtelperronien ?		1	-	-	-	1	-
	VIIIb	Aurignacien archaïque		3	-	-	1	2	-

Tableau 41 : Isturitz – Tableau récapitulatif des résultats de l'étude cémentochronologique des niveaux aurignaciens des gisement de Cueva Morin, El Pendo, El Castillo (d'après Pike-Tay *et al.,* 1999). Les individus ont été classés en fonction de la nature du dernier dépôt et, si c'était une *Zone*, de son état de développement. L'interprétation suivant notre découpage est proposée au dessus des découpages de la croissance du dernier dépôt. Notons que le stade de développement « complet » pour une zone définie par Pike-Tay et collaborateurs (1999) correspond plus à une mauvaise saison pour nous qu'à une bonne. L'interprétation des auteurs de l'étude est retranscrite dans le texte.

Dans les niveaux aurignaciens d'El Castillo, la très large majorité des animaux a été abattue pendant la mauvaise saison et pendant le début de la bonne saison. Un important pic d'abattage est signaler par A. Pike-Tay et collaborateurs (1999) au début de la mauvaise saison. El Pendo présente un schéma similaire : les Aurignaciens ont principalement chassé pendant la fin de la bonne saison et la mauvaise saison. Enfin, la saisonnalité de prédation de Cueva Morin est presque exclusivement centrée sur le début de la bonne saison.

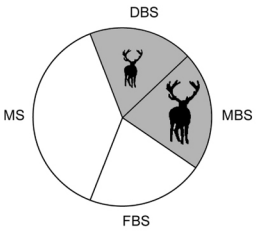
Il semble ainsi qu'au sein de ces gisements, situés dans l'Ouest du territoire défini (Figure 144) que nous proposons, la prédation se déroule principalement de la toute fin de la bonne saison pour finir au début de la bonne saison.
A l'inverse, dans la partie orientale de cette aire d'influence, les abattages semblent s'être déroulés pendant la bonne saison et plus particulièrement, en ce qui concerne le Renne, pendant le milieu de celle-ci. Rappelons ici que C. Letourneux propose une chasse des chevaux de Brassempouy en été. De plus O. Le Gall (1999), sur ce même site, a mis en évidence une pêche au Brochet au cours de la bonne saison (DBS=18 ; MBS=7 ; FBS=7).
S'il s'avérait que ce gisement appartenait finalement à ce même territoire, ces données confirmeraient les nôtres.
Il est ici tentant d'évoquer une complémentarité saisonnière du territoire. Dans cette hypothèse, les Aurignaciens auraient quitté les Cantabres à l'approche de l'été pour rejoindre la grotte d'Isturitz. Là, les dimensions exceptionnelles de la cavité ajoutées à sa position dans l'environnement de la vallée de l'Arberoue leur auraient servi d'abri pour l'exploitation des chevaux.

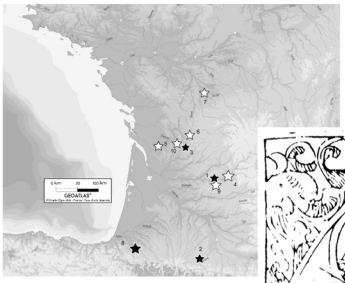
Un bémol doit être, toutefois, ici apporté. Des études récentes ont remis en question l'attribution à l'Aurignacien archaïque des niveaux de El Castillo et, dans le même temps, des perturbation au sein de la stratigraphie du gisement de El Pendo ont été mises en évidence (Montes *et al.*, 2002).
Dans ce contexte, il est maintenant essentiel d'obtenir des informations sur les sites de Labeko Koba et de Gatzarria pour apporter des éléments de réflexion à cette question des territoires. Pour valider le modèle proposé, le premier devrait présenter une occupation pouvant aller de l'automne au début du printemps, contrairement au deuxième qui devrait correspondre à une occupation alors exclusivement estivale.
Enfin, la présence de Bergeracois et de « grain de mil », matières premières siliceuses originaires de Dordogne et de Charente-Maritime (Jonzac), dans l'industrie lithique indique des « contacts » entre les entités Nord-Aquitaine et Vasco-cantabrique. L'étude saisonnière de gisements aurignaciens de cette première apportera probablement d'importantes données pour approcher la mobilité des hommes de ces régions.

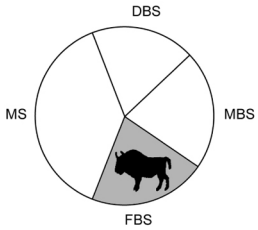
VI Synthèse

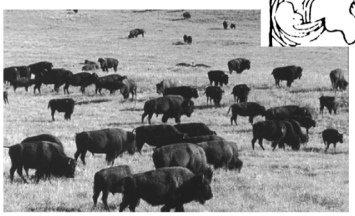
Le site d'Isturitz occupe une position exceptionnelle à deux échelles :
régionale d'abord : le site est au carrefour de trois régions géomorphologiquement très différentes, ainsi qu'entre différents biotopes aux ressources spécifiques ;
localement ensuite : la cavité très vaste est «*quasiment unique dans la région, offrant d'importantes possibilités d'installations adaptables en fonction des conditions climatiques* » (Normand, 2005 : p. 112). La colline, barrant la vallée en deux, offre, en outre, des possibilités intéressantes pour l'observation des proies.
L'analyse des saisons de chasse dégage des informations importantes tant méthodologiques qu'archéologiques. L'homogénéité dans les résultats du test inter-observateur ainsi que la vérification et la précision apportée par l'analyse d'image attestent de la qualité de la méthode. L'ensemble des proies a été chassé pendant la Bonne Saison. Les chevaux occupaient alors la vallée de l'Arberoue et les reliefs environnants. La nécessité de s'abreuver régulièrement les oblige à se rendre au lever et au coucher du soleil vers des points d'eau (peut être l'Arberoue lui-même). C'est sûrement à ces moments de la journée que les chasseurs aurignaciens capturaient leurs proies.
En lien avec les données archéozoologiques, il est possible de proposer une occupation saisonnière de la cavité. Isturitz apparaît comme étant l'extrémité orientale d'un grand territoire cantabro-pyrénéen dont l'Adour semble délimiter l'extension maximale au Nord. Depuis les Cantabres, les hommes de cet Aurignacien ancien se seraient alors déplacés vers l'Est à l'arrivée des beaux jours, jusque dans la vallée de l'Arberoue pour y profiter de l'abondance de gibier. Dans ce contexte, ils seraient repartis vers l'Ouest à la fin de l'été pour exploiter les Ongulés qui se rapprochaient alors des zones côtières pour leur hivernage.
La rareté des données factuelles empêche de conclure et ne permet que de dégager une nouvelle piste de travail. En effet, la nécessité de généraliser les études de saisonnalité sur l'ensemble des gisements contemporains de ce même techno-complexe se fait sentir ici, afin de fonder les interprétations sur des informations fiables mais surtout exhaustives. L'étude de sites, tels Labeko Koba ou Gatzarria, aidera à avancer sur ce point et apportera très vraisemblablement des éléments discriminants dans cette réflexion.

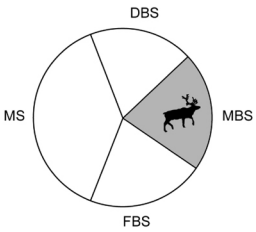
Synthèse générale et conclusion

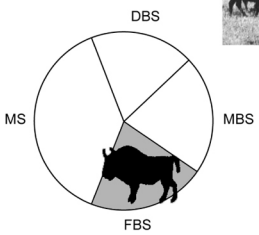


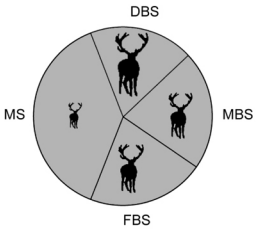


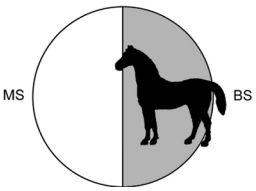












L'étude que nous avons proposé ici portait sur quatre taxons (Bison, Cerf, Cheval et Renne), provenant de gisements de contextes archéologiques divers (site d'abattage et de boucherie, site d'habitat). Les sites étudiés ont livré des industries rattachées à des ensembles chrono-culturels différents (Moustérien de tradition acheuléenne, Moustérien à denticulés, Aurignacien ancien), et ont fait l'objet d'étude de qualités différentes. De manière générale, la problématique a été identique d'un site à l'autre, mais des particularités propres à chaque site ont permis d'aborder des aspects différents sur chacun des sites analysés.

Figure 145 : Synthèse – Illustration des différentes activités que devait mener un paysan au XV^e^siècle en fonction du mois de l'année et donc des saisons. Cette enluminure provient d'un ouvrage de 1491 et témoigne de l'influence des saisons sur les activités humaines y compris au sein des économies de production des sociétés sédentaires (*in* de Glanville, 1491, p. 188).

Pour finaliser ce travail, nous en avons regroupé ici les résultats suivant trois axes principaux :

- l'apport de la cémentochronologie et de notre propre méthode à l'étude des saisons ;
- l'apport de cette même méthode aux archéozoologues et aux archéologues ;
- l'implication des résultats dans la compréhension des stratégies d'exploitation de l'environnement par les derniers Néandertaliens et les premiers Hommes anatomiquement modernes.

I L'approche cémentochronologique dans l'étude des saisons de mort des Ongulés

Dans ce chapitre, nous utilisons les résultats que nous avons obtenus lors de l'étude des quatre gisements archéologiques. Notre but est d'exposer les avantages et les limites de la cémentochronologie qui s'y sont faits jour. Nous en tirons aussi des conclusions sur le protocole d'étude utilisé lors de cette analyse.

I-1 Discussion générale sur l'apport de la cémentochronologie

I-1-a Avantage de la méthode : l'augmentation de l'échantillon

Les méthodes classiques utilisées pour l'estimation de la saisonnalité ne peuvent s'appliquer que sur des individus en cours de croissances.
Le travail a porté sur quatre taxons, à l'éthologie et à la biologie très différente. À chaque fois, il a été possible, grâce à la cémentochronologie, de proposer une estimation saisonnière et ce, quel que soit le sexe ou l'âge des individus présents.
Dans les cas d'Isturitz et du niveau 7 du Pech-de-l'Azé I, aucune autre méthode que la cémentochronologie n'aurait pu être appliquée. L'absence de dents déciduales et la rareté des dents présentant les premiers stades d'usure ne permettant pas l'emploi des méthodes classiques (Lowe, 1967 ; Varin, 1980 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984a ; 1984b) sur le matériel à notre disposition.

À La Quina, le faible nombre de jeunes individus a contraint D. Armand (2005) à regrouper des niveaux au sein desquels le Bison n'a pas la même importance.
En revanche, l'approche cémentochronologique, en autorisant l'intégration à l'analyse d'un plus grand nombre d'individus, a permis de proposer une interprétation saisonnière pour le seul niveau 6c, évitant l'écueil de « l'écrasement » des saisons d'occupation par l'étude simultanée de différents niveaux d'occupation.
De la même manière à Mauran, à partir des méthodes fondées sur les mesures de hauteur de couronnes, F. David et C. Farizy (1994) proposaient une période de chasse centrée à la fin de l'été ou au début du printemps. La cémentochronologie a permis d'accéder à un échantillon beaucoup plus large en tenant compte de l'ensemble des classes d'âge. Ces résultats se sont aussi avérés plus précis dan le temps (saison(s) mieux identifiée(s)).

Ces exemples démontrent que la cémentochronologie permet de considérer le maximum d'individus, de la manière la plus précise possible. C'est un point important car, les vestiges

archéologiques porteurs d'informations d'ordre saisonnières sont généralement rares, dans ce contexte, la cémentochronologie se révèle extrêmement utile.

I-1-b Avantage de ma méthode : un meilleur transfert à l'archéologie

Comme nous l'avons évoqué pour La Quina et Mauran, les méthodes basées sur les séquences d'éruption et d'usure dentaire, traditionnellement utilisées en archéozoologie (la saison de mort des individus), sont directement dépendantes du type d'alimentation des espèces considérées (*e. g. :* Lowe, 1967 ; Reher et Frison, 1980 ; Varin, 1980 ; Miller, 1974 ; Whittaker et Enloe, 2001). Les référentiels de séquences d'éruptions et d'usure dentaires ont été constituées à partir de populations de bisons ne vivant pas dans les mêmes conditions, notamment alimentaires (pour une synthèse de ces critiques voir Whittaker et Enloe, 2001). Les modalités d'usures sont donc différentes et les référentiels souvent en désaccords (Whittaker et Enloe, 2001).

En outre, les séquences d'éruption ainsi que les usures nécessitent, pour la détermination de la saison de mort, de formuler une hypothèse sur les périodes de naissance. Or, elles peuvent actuellement varier sur plusieurs mois au sein d'une même population (jusqu'à six mois : Morgan, 1980 ; Gstatler et Lazier, 1996 ; Peck, 2004 ; Walde, 2006 mais nuancé par Berger et Cunningham, 1994). Ces divergences peuvent être encore plus importantes si l'on compare des populations différentes. Ceci explique notamment pourquoi les méthodes classiques de détermination de la saison de mort des grands Bovinés donnent fréquemment des résultats mitigés en contexte archéologique (Whittaker et Enloe, 2001 ; Walde, 2006). Souvent, l'étalement des résultats ne permet pas de savoir si la saison identifiée est exclusive.

Aussi, à Mauran, F. David et C. Farizy (1994) ont mis en évidence que toutes les saisons (fondées sur les hauteurs de couronnes) sont présentes dans leur échantillon. Que dire dans ces conditions du « *pic d'abattage* » qu'ils identifient à la fin de l'été ou au début du printemps (Brugal et David, 1993 ; David et Farizy, 1994) ? Correspond-il au moment où tous les individus ont été abattus ou simplement à un moment de chasse plus intense ? Cette question est importante pour la prédation des individus et présente de grandes implications pour l'occupation du site. Dans ce cas précis, une occupation de type saisonnière, comme celle que nous avons mise en évidence à l'aide de la cémentochronologie, aurait pu être interprétée comme une occupation de type annuel en utilisant les observations fondées sur les éruptions et les usures dentaires.

Face aux imperfections des méthodes « classiques », la cémentochronologie propose l'étude des variations des vitesses de croissance et du type de dépôt lors de la cémentogenèse. Ces faits sont indépendants du mois de naissance et du type d'alimentation (Saxon et Higham, 1968 ; Grue, 1976 ; Coy *et al.,* 1982 ; Burke, 1995 ; Klevezal, 1996 ; Geusa *et al*, 1999). Par conséquent, l'ensemble des biais inhérents signalés pour les méthodes « classiques » est évité par la cémentochronologie dans la détermination de la saison de mort. Les conclusions de D. Walde (2006) vont dans ce sens en montrant que la cémentochronologie est, et de loin, la méthode la plus appropriée pour l'étude de la saison de mort des Bovinés.

I-1-c Limites

Nous devons pourtant relativiser ces dernières affirmations. D'autres biais affectent, en effet, la méthode employée. Ils sont les conséquences de l'ignorance persistante du(des) phénomène(s) à l'origine des alternances de dépôts (*voir* discussion dans le chapitre *Méthodologie*). La limite principale réside dans un décalage pouvant exister, au sein d'une population, entre le début de chaque période d'accélération et de ralentissement de la croissance.

La cémentogenèse est un phénomène biologique qui ne peut par définition être initié de manière synchrone au sein d'une population (voir la synthèse réalisée par A. Stutz, 2002a, p. 121).

Le cas de l'étude de P. M. Lubinsky et C. J. O'Brien (2001) sur des Pronghorns issus d'une mort catastrophique est un bon exemple de ces problèmes de variabilité. Sur les vingt-huit individus analysés par cémentochronologie, vingt-deux concordent sur la saison de mort (en utilisant un découpage à *dix saisons*). Ce nombre passe à vingt trois (soit 82% de bonnes déterminations) en utilisant notre système de découpage de la croissance, moins précis que celui proposée par ces auteurs. Ainsi, c'est seulement dans cinq cas que la saison de mort a mal été identifiée par la cémentochronologie.

Notons que cette étude est entachée de problèmes méthodologiques (non utilisation d'analyse d'image, de lame 1/4 d'onde, mais surtout incertitude quant à une possible « contamination » de l'accumulation d'origine par des individus morts au même endroit ultérieurement, et l'ignorance des conditions sanitaires des individus).

Actuellement, une réalité s'impose : pour la majorité des tests réalisés sur des taxons variés comme le Bison (Walde, 2006), le Cerf (Azorit *et al.*, 2004) ou le Loup (Landon *et al.*, 1998), la cémentochronologie apparaît toujours la meilleure des méthodes pour estimer la saison de mort ou l'âge au décès des individus concernés.

Nous pourrions résumer cela en indiquant que la cémentochronologie n'est jamais la moins précise, et très souvent la meilleure méthode d'étude des saisonnalités.

I-2 Discussion sur le protocole utilisé dans ce travail

Dans le cadre de ce travail, nous avons été amené à adapter notre protocole d'étude aux différents contextes archéologiques. Nous discutons successivement des tests inter-observateurs, de l'emploi de la lame 1/4 d'onde, de l'apport de l'analyse d'image.

I-2-a Les tests inter-observateurs

Nous avons procédé à trois séries de tests inter-observateurs respectivement sur les collections de Pech-de-l'Azé I (niveau 6), La Quina et Isturitz. Les résultats obtenus ayant déjà été présentés de manière détaillée dans les chapitres concernés, nous les traiterons ici dans leur globalité.

Au total, ces tests ont porté sur 30 dents provenant de quatre taxons différents, en observation directe et sous les mêmes conditions de lectures. Dans 26 cas les observateurs sont parvenus à des résultats identiques. À La Quina, les différences perceptibles pour quatre dents sont le fait d'une différence de d'estimation du degré de lisibilité des lames (illisibles pour nous même, BS pour E. Pubert).
Plusieurs points peuvent expliquer cette bonne reproductibilité de l'analyse : le premier vient des choix relatifs à l'acceptation d'une détermination, le second de l'utilisation d'un découpage saisonnier adapté à nos assemblages. Pour le Cheval d'Isturitz par exemple, pour lequel des problèmes évidents de lecture s'étaient posés, la lecture cémentochronologique s'est cantonnée à la détermination de la nature du dernier dépôt.
Le seuil fixé pour l'acceptation d'une détermination nous a contraint à rejeter une partie non négligeable de notre échantillon (près de 20%), mais la reproductibilité des résultats obtenus nous conforte dans ce choix. Un bémol, toutefois, quant à la rigueur de notre seuil d'acceptation : dans les quatre cas où E. Pubert a accepté des dents que nous considérions comme illisibles. Les saisons proposées étaient concordantes avec les résultats obtenus sur le niveau. Il est donc possible que nous ayons rejeté abusivement ces quatre dents à cause d'un seuil d'acceptation trop drastique.

I-2-b Recherche des modifications taphonomiques

De nombreux agents taphonomiques ont gêné nos analyses. Outre les phénomènes de recristallisation que nous développons ci-dessous, il faut signaler les dépôts de manganèse à Isturitz, la desquamation des dépôts les plus externes du cément sous l'effet de la météorisation à Mauran et les attaques microbiennes que nous avons observées sur l'ensemble des séries. Enfin, la taphonomie de laboratoire peut avoir un impact non négligeable sur l'assemblage avec des dépôts de préparation sur des lames minces mal réalisées (Beasley *et al,* 1992). Ces dépôts de fabrication sont à l'origine des problèmes de lecture que nous avions eu lors de l'étude cémentochronologique de l'échantillon de La Micoque (Rendu *in* Langlois, 2004). Nous les avions, à l'époque, interprétée à tort comme des dépôts de manganèse.

Les modifications taphonomiques peuvent être fréquentes et ont des impacts très différents quant à l'accessibilité de l'information saisonnière. Ainsi, est-il prudent de signaler leur présence et d'en décrire les effets pour que le lecteur puisse avoir une bonne idée de l'état de conservation de l'enregistrement saisonnier.
Il pourra ainsi mieux cerner les raisons du rejet de certaines dents de l'analyse, voire se faire une idée de la pertinence des observations et plus généralement de l'étude. De plus, dans le cas d'une reprise postérieure de la série par un autre analyste, il est préférable de signaler ce type de problème pour guider ses choix lors d'un nouvel échantillonnage.

I-2-c Apport de la lame 1/4 d'onde

- **Les problèmes de diagenèse**

L'apport de la lame 1/4 d'onde a déjà été souligné dans de nombreux travaux antérieurs (*e. g.* : Geusa *et al*, 1999 ; Stutz, 2002a, 2002b, Wall, 2005). Personnellement, elle nous a permis d'améliorer considérablement l'approche taphonomique des documents observés en nous permettant l'identification des zones recristallisées ainsi que de celles qui ont perdu leur collagène (Stutz, 2002a, 2002b).

Il ressort de notre étude que les processus diagénétiques affectent, dans des proportions différentes, les restes dentaires des gisements étudiés. Seuls les niveaux 4 et 7 du Pech-de-l'Azé I se caractérisent par une proportion de dents recristallisées comparables à celles mise en évidence par A . J. Stutz à Hastière et à Kébara (Stutz, 1993 ; Stutz *et al*, 1995). Une étude des marqueurs saisonniers de croissance du cément a de fortes chances de conduire à des erreurs d'interprétations, comme lors des premières études de Kébara (Israël) et des gisements Belges (Lieberman, 1993a, 1994 ; Stutz, 1993 ; 2002a, 2002b ; Stutz *et al*, 1995).

C'est d'ailleurs ainsi que D. Armand et collaborateurs (2001) qui, ne disposant pas de cette technique au moment de leur étude, ont, malgré une étude de qualité, mal interprété l'âge au décès de cinq individus et la saison de mort de deux d'entre eux sur les douze analysés (Rendu, 2005 ; 2006 ; et chapitre précédent). De la même manière, nous avons révisé l'analyse cémentochronologique de E. Pubert (*in* Costamagno, 1999) sur l'Antilope saïga du gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Rendu, 2005). Sur les quarante-huit dents analysées, dix-huit présentaient des problèmes de recristallisation. Une fois ces dernières retirées, le spectre saisonnier en a été modifié. Finalement, il restait trop peu d'individus pour pouvoir écarter l'hypothèse d'une chasse annuelle après l'application de la loi Binomiale. Ces données remettent en cause l'assertion de A. J. Stutz concernant la limite minimale de 25 individus au-delà de laquelle, selon lui, il n'est pas indispensable de mener une recherche des modifications post-dépositionnels du cément.

- **Apport quant à la lisibilité du bord extérieur du cément.**

Déjà évoquée par A. J. Stutz (2002a), l'utilisation de la lame 1/4 d'onde est un atout majeur pour déterminer la limite extérieure de l'enregistrement saisonnier. En effet, la limite extérieure du cément marquant la frontière avec la résine (sombre également) n'est pas toujours aisée à identifier. Un *annulus* peut ainsi être confondu avec la résine et ignorée, ou, à l'inverse, une partie de la résine prise pour un *annulus*. La lame 1/4 d'onde en colorant différemment les dépôts en fonction de leurs constituants permet très facilement de pallier ce problème.

Lors de la reprise de l'analyse cémentochronologique du niveau 4 du gisement de Pech-de-l'Azé I (Armand *et al.*, 2001), un dépôt noir le long de deux racines de jugales de Bison avait conduit E. Pubert (*in* Armand *et al.*, 2001) à interpréter le dernier dépôt comme un *annulus*. L'observation sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde, a montré que le dernier dépôt était dans les deux cas une *zone* en fin de croissance. L'emploi de la lame 1/4 d'onde a eu une

incidence importante sur les interprétations car les bisons de ce gisement, anciennement identifiés comme morts en mauvaise saison, ont tous été rapprochés à la fin de la bonne saison ou ont été écartés car présentant des recristallisations trop importantes.

I-2-d L'analyse d'image

L'analyse d'image constitue la dernière étape de notre méthode d'analyse. Dans quatre cas (deux rennes d'Isturitz et deux cerfs du Pech-de-l'Azé I), elle nous a permis de préciser les résultats que nous avions déjà obtenus. En fait, son apport majeur réside surtout dans la confirmation et la validation des données saisonnières obtenues en lecture directe.
Ajoutons qu'elle n'a pas pu être réalisée systématiquement. Cette analyse dépend largement de la qualité de la photographie à partir de laquelle elle s'effectue. Dans le cas d'Isturitz notamment, nous avons été, plusieurs fois, dans l'impossibilité de prendre une photographie correcte de la zone analysée. Plusieurs éléments peuvent expliquer ce phénomène : une extinction roulante du cément qui empêche d'avoir plusieurs bandes dans le maximum de leur brillance ou encore une mauvaise réalisation de la lame (le dépôt de fabrication nous a parfois gêné).
Cette technique, très largement utilisée en cémentochronologie (*e. g. :* Lieberman *et al.*, 1990 ; Pike-Tay, 1991 ; Burke, 1995 ; Armand *et al.*, 2001 ; Stutz, 2002 ; Gourichon, 2004 ; Rendu *in* Langlois, 2004 ; Rendu, 2005, 2006a, 2006b ; Wall, 2005), souffre pourtant encore de biais importants. L'analyse est directement sous l'influence de l'observateur et un simple profil n'est pas toujours suffisant pour être sûr de la réalité de la mesure. En outre, nous conseillons de coupler systématiquement ce profil à une analyse de surface pour s'assurer de la constance de l'épaisseur des dépôts. Cette dernière permet aussi d'identifier des impuretés tels des artefacts de fabrications, plus brillants, qui pourraient fausser les mesures d'intensité lumineuse.
Signalons enfin que de nouvelles techniques et procédés d'analyses ont été développés récemment par C. Wall et R. Wall (2006). Ils dégagent de nouvelles pistes mais il était malheureusement trop tard pour intégrer ce dernier travail à notre méthode.

I-3 Conclusion sur la méthode

Parallèlement au questionnement archéologique, notre travail se fixait une problématique méthodologique forte, accompagnée d'une réflexion sur l'application de la cémentochronologie à l'archéologie. Cette réflexion portait sur la reproductibilité de la méthode, les problèmes de conservation du cément et la quantification de l'état de croissance du dernier dépôt à la mort de l'individu. Nous pouvons considérer ici nos objectifs comme atteints.
Dans le cadre de cette thèse, plus d'une centaine de dents provenant de quatre sites archéologiques et dix unités stratigraphiques ont été analysées et ce, après avoir été systématiquement moulées. C'est aussi environ deux cents lames minces qui ont été réalisées. Nous avons personnellement fait 90% des moulages et la quasi-totalité des lames minces

étudiées. Cette lourde implication dans le travail de préparation du matériel d'étude était nécessaire et indispensable pour mieux cerner les différents problèmes que l'on peut rencontrer dans un tel travail et identifier les biais liés à la taphonomie de laboratoire (Bartram, 1993).

L'utilisation systématique de la lame 1/4 d'onde a été d'une aide remarquable dans l'analyse tant des processus diagénétiques que pour la simple observation de l'enregistrement saisonnier. À travers nos études, nous avons pu montrer l'importance potentielle des recristallisations et des pertes de collagène dans l'altération des enregistrements saisonniers. Ces modifications taphonomiques ont surtout eu une incidence sur les collections issues du Pech-de-l'Azé I qui était, paradoxalement, les mieux préservées macroscopiquement. Cet exemple montre aussi la nécessité de généraliser ce type d'observations à l'ensemble des analyses squelettochronologiques. Il est également important de souligner que, malgré tout, ces modifications n'ont qu'un impact léger sur les interprétations saisonnières présentées ici. Ces derniers sites réunissaient en effet un nombre d'individus suffisant pour qu'une dent dont le cément ait été modifié ne biaise pas le spectre saisonnier.

Dans les petites séries archéologiques ces processus ont des impacts importants. Dans l'étude cémentochronologique que nous avons réalisé du gisement aurignacien des Rois en Charente (Rendu, 2006 ; Michel *et al.*, soumis) quatre individus ont été analysés. Une des quatre dents a présenté un cément profondément modifié avec une perte de la structure en collagène et donc de l'ensemble de l'enregistrement saisonnier. Si notre méthode fondée sur celle de Geusa et collaborateurs (1999) et A. J. Stutz (2002a, 2002b) n'avait pas été appliquées, le spectre saisonnier en aurait considérablement été affecté.

Lors de notre étude du gisement de La Micoque (Rendu *in* Langlois, 2004) nous avions noté la très mauvaise préservation des structures dentaires. Cette étude réalisée avant que nous systématisions l'emploi de la lame 1/4 d'onde, n'a pas pris en compte suffisamment les processus diagénétiques. Il sera particulièrement intéressant de reprendre l'étude de ce matériel suivant une méthode désormais modifiée.

Enfin il faut rappeler la grande reproductibilité de notre analyse soulignée par les tests inter-observateurs. Celle-ci est très vraisemblablement le fait du découpage des saisons, basé sur celui proposé par A. Pike-Tay (1991) et H. Martin (1994), que nous avons retenu pour cette analyse. Il est probable que l'emploi d'un découpage plus précis aurait pour conséquence d'augmenter significativement le nombre d'erreurs d'observation.

II Apport des études saisonnières à l'archéologie

II-1 Synthèse des données

Dans le cadre de ce travail de thèse, trois gisements du Paléolithique moyen et un gisement du Paléolithique supérieur ont été analysés. C'est au total cent individus appartenant aux quatre taxons d'Ongulés les plus fréquemment rencontrés dans le Pléistocène supérieur et plus particulièrement au stade isotopique OIS3 qui ont été intégrés à l'analyse cémentochronologique. Parallèlement à cette analyse principale, l'étude archéozoologique a porté sur plus de 9000 vestiges osseux provenant des collections Bordes et Soressi du Pech-de-l'Azé I.
Cette importante quantité de matériel provenant de gisement aux contextes archéologiques différents nous a permis d'aborder la question des stratégies de subsistance et plus généralement d'occupation du territoire sous de multiples angles (voir Tableau 42).

II-1-a Pech-de-l'Azé I

Nous avons mené une étude complète de la faune de ce gisement, avec une analyse taphonomique et archéozoologique qui a fourni le cadre à l'intégration des données saisonnières. L'étude des stratégies de subsistance a mis en évidence un changement dans les populations de cerfs chassées. Dans le niveau de base (niveau 4), la prédation a porté sur l'ensemble de la population, puis s'est concentré, dans le niveau intermédiaire (niveau 6), sur les groupes matriarcaux. À la fin de l'occupation de la cavité (niveau 7), il semble que les hommes se soit concentrés uniquement sur les groupes de mâles.
L'étude de la saisonnalité de prédation a porté sur les deux taxons dominants, le Cerf et le Bison. Au total, 46 individus ont été analysés provenant des trois niveaux principaux permettant ainsi une approche diachronique des comportements de prédation. Cette analyse a inclus le réexamen du matériel étudié par D. Armand, E. Pubert et M. Soressi (2001). Nous avons pu mettre en évidence une évolution au sein des comportements de prédation qui s'exprime par une réduction de la période de chasse pour les deux taxons étudiés et un changement dans le pic saisonnier d'abattage (Figure 146 à Figure 149). Ces changements mis en parallèle avec l'éthologie des populations chassées, nous ont permis d'identifier les stratégies mises en œuvre par les chasseurs moustériens qui semblent avoir systématiquement préférés les proies les plus faibles.
Enfin, les changements dans la saisonnalité de prédation mises en relation avec l'évolution des activités humaines sur le site révèlent une diminution de la durée d'occupation au fur et à mesure de la réduction des dimensions de l'abri et des modifications de l'environnement local.

- **Niveau 4**

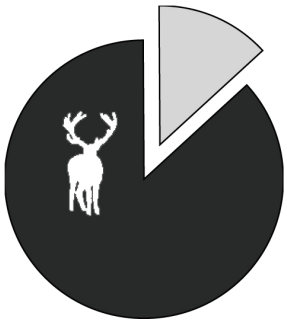


Figure 146 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Proportion de dents de Cerf présentant un cément lisible (en noir).

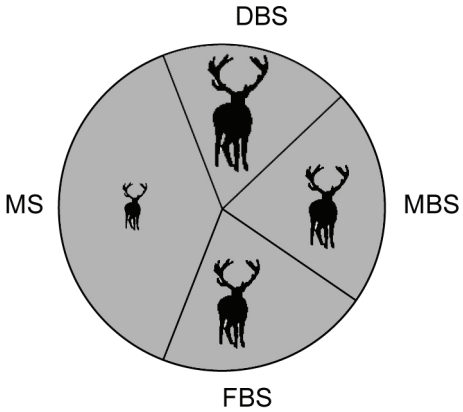


Figure 147 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. saisons de prédation du Cerf.

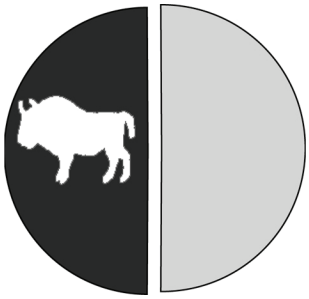


Figure 148 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Proportion de dents de Bison présentant un cément lisible (en noir)

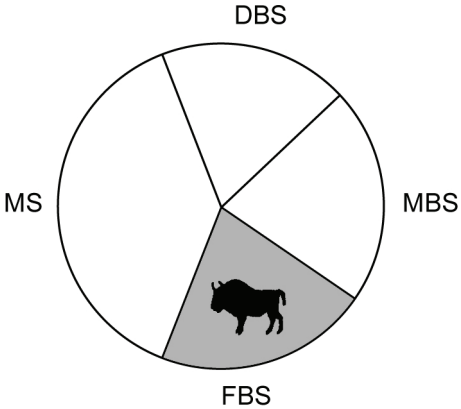


Figure 149 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. saison de prédation du Bison.

Niveau 6

Figure 150 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. Proportion de dents de Cerf présentant un cément lisible (en noir).

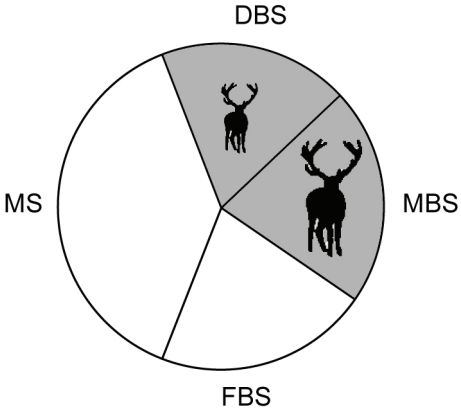


Figure 151 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. saisons de prédation du Cerf.

Figure 152 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. Proportion de dents de Bison présentant un cément lisible (en noir).

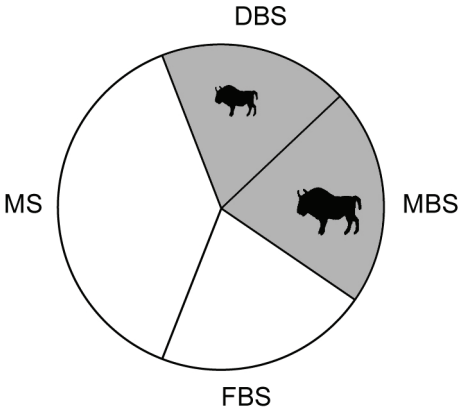


Figure 153 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. saisons de prédation du Bison.

- **Niveau 7**

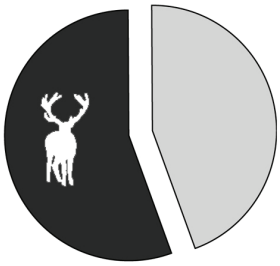


Figure 154 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Proportion de dents de Cerf présentant un cément lisible (en noir).

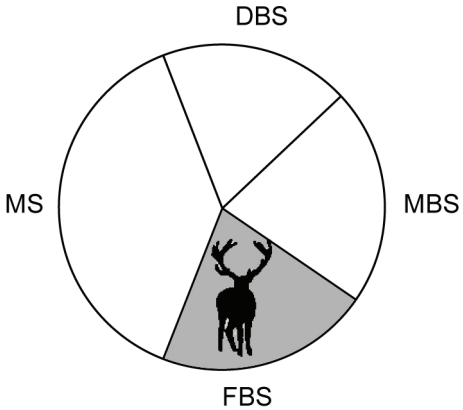


Figure 155 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. saison de prédation du Cerf.

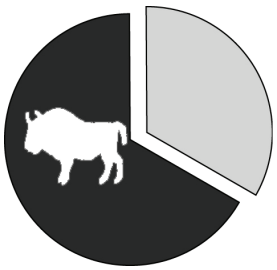


Figure 156 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Proportion de dents de Bison présentant un cément lisible (en noir)

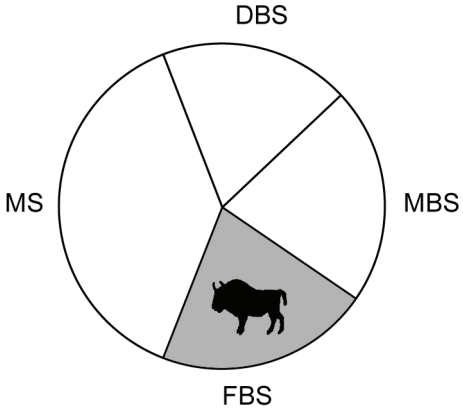


Figure 157 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. saison de prédation du Bison.

II-1-b La Quina

L'étude du gisement moustérien de La Quina a concerné le niveau 6c, l'un des mieux connus d'un point de vue archéozoologique et dont la faune dominante est le Bison. Douze *Bison priscus* ont constitué notre échantillon pour l'analyse cémentochronologique. Des problèmes de conservation nous ont empêché d'accéder à l'information saisonnière dans quatre cas (Figure 158). Les bisons dont on connaît la saison de mort ont tous été abattus à la fin de la bonne saison (Figure 159). Ces résultats ont notamment permis de préciser ceux obtenus par D. Armand

(2005). L'étude de la population chassée proposée (Armand, 2005) associée à nos résultats suggèrent, une fois les données sur la géomorphologie des environs du site intégrées, un abattage dans la zone d'hivernage. La position particulière du site, le seul attribué au moustérien dans la région, sa topographie, pied de la plus haute falaise nous ont conduit à rejoindre les propositions de A. J. Jelinek, A. Debénath et H. L. Dibble (1989) et Ph. G. Chase (1999) quant à son utilisation comme piège naturel pour la capture et la mise à mort de ces grands Bovinés.

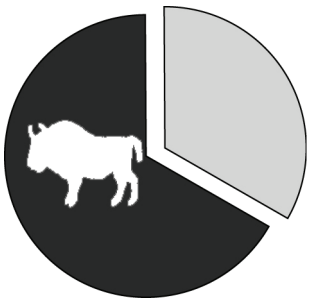


Figure 158 : Synthèse – La Quina. Proportion de dents présentant un cément lisible (en noir)

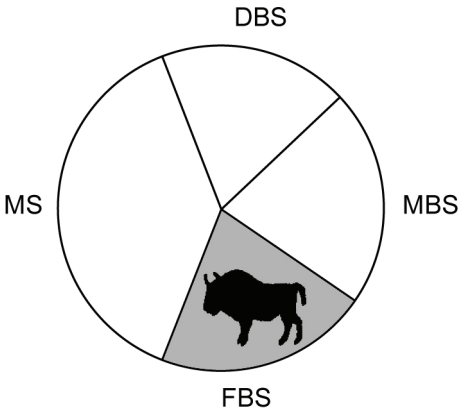


Figure 159 : Synthèse – La Quina. Saison de prédation du Bison

II-1-c Mauran

L'étude du gisement de Mauran fait écho à celle de La Quina. Sur celui-ci, 23 dents, appartenant à autant de bisons, ont été analysées. En dépit d'une conservation macroscopique assez médiocre, l'enregistrement saisonnier s'est avéré relativement bien préservé (Figure 160). L'ensemble des individus a été abattu à la fin de la bonne saison (Figure 161). Une fois encore, l'étude de la topographie du gisement et de son implantation dans le paysage, confirmant, puis précisant le premier diagnostic des auteurs (Farizy *et al.*, 1994), nous a permis de proposer une reconstitution du piégeage du Bison inédite jusqu'alors.

Cette utilisation particulière du site et la récurrence de son utilisation à un moment précis de l'année sont des preuves indéniables de l'organisation saisonnière des activités des Moustériens, au sein de leur territoire.

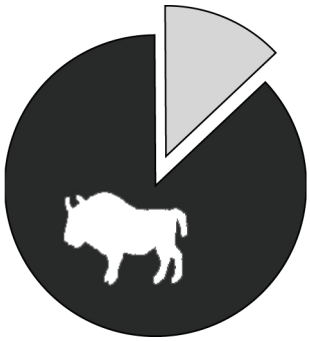


Figure 160 : Synthèse – Mauran. Proportion de dents présentant un cément lisible (en noir).

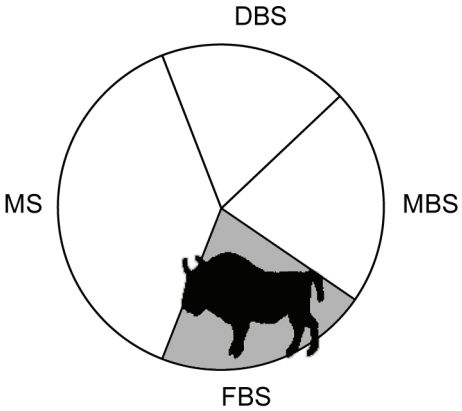


Figure 161 : Synthèse – Mauran. Saison de prédation du Bison.

II-1-d Isturitz

Seul gisement du Paléolithique supérieur analysé dans le cadre de cette thèse, il a servi « d'extra-groupe » pour mieux comprendre les données obtenues sur le Moustérien. Les deux taxons majoritaires, Cheval et Renne, ont été échantillonnés au sein d'ensembles archéologiques attribués à l'Aurignacien ancien. Les 17 individus échantillonnés présentaient un cément facilement lisible (Figure 162 et Figure 164), même si pour les 12 chevaux qui nous ont livré des résultats la détermination saisonnière a dû se limiter à la détermination de la nature du dernier dépôt. L'ensemble des animaux a été abattu pendant la bonne saison (Figure 163 et Figure 165). Le croisement des données archéozoologiques et cémentochronologiques a permis de mieux appréhender les modalités d'occupation de la cavité et les activités humaines. Il nous a été possible de confirmer nos résultats et de les confronter aux hypothèses proposées par S. Costamagno (2006) quant aux stratégies de transport.

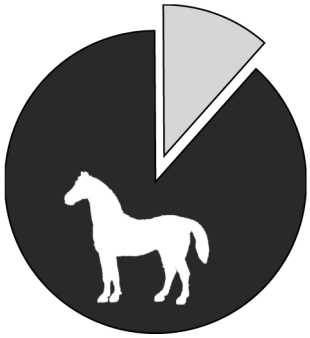


Figure 162 : Synthèse – Isturitz. Proportion de dents de Cheval présentant un cément lisible (en noir).

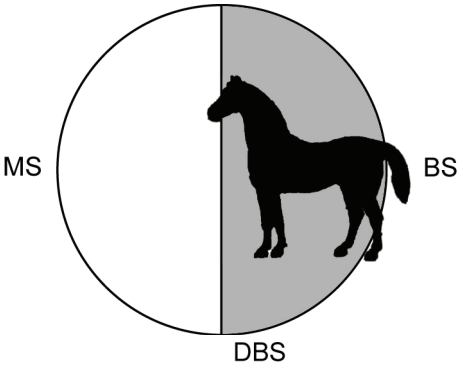


Figure 163 : Synthèse – Isturitz. Saison de prédation du Cheval.

Figure 164 : Synthèse – Isturitz. Proportion de dents de Renne présentant un cément lisible (en noir).

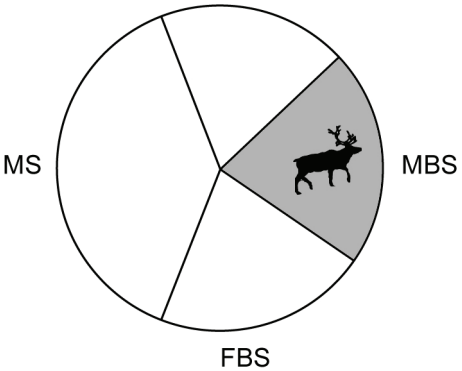


Figure 165 : Synthèse – Isturitz. Saison de prédation du Renne.

Parallèlement, les résultats de l'analyse lithique (Normand, 2005) et de la parure (White, 2005) semblent définir un territoire de circulation de part et d'autre des Pyrénées. L'intégration de nos données saisonnières et de celles déjà disponibles pour les sites espagnols nous ont conduit à émettre des hypothèses relatives à la mobilité des groupes humains.

Données archéologiques générales				Données populationnelles				Analyse Cémentochronologique				
Site	**type**	**U. S.**	**industrie**	**Taxon**	**% du NRDt**	**courbe d'abattage**	**Sex-ratio**	**NMI analysé**	*Saison*	**Pb de lecture**	**Mode de prédation**	**Fonction du site**
Isturitz	Grotte	Aurignacien ancien		**Cheval**	22%	Centré sur les adultes	femelles, jeunes	17	**BS**	Manganèse, Pb de préparation	**Affût ou Approche**	Site d'habitat
				Renne	51%	?	?	3	**MBS**	Manganèse	**?**	
Pech-de-l'Azé I	Abri	niveau 7	MTA type B	**Cerf**	53%	adultes et séniles	mâles	9	**FBS**	Recristallisation	**Affût?, Charognage actif?**	Camp de chasse ?
				Bison	31%	?	?	6	**FBS**	-	**?**	
		niveau 6	MTA type B	**Cerf**	53,5%	catastrophique	femelles et jeunes	7	**DBS-MBS**	-	**Affût?**	Site d'habitat
				Bison	34,8%	catastrophique	?	3	**DBS-MBS**	-	**?**	
		niveau 4	MTA type A	**Cerf**	60,3%	catastrophique	femelles, jeunes et mâles	15	**MS-FBS**	Recristallisation	**Affût ?**	Site d'habitat
				Bison	28,5%	catastrophique	?	6	**FBS**	Recristallisation	**?**	
La Quina	pied de falaise	Niveau 6C	Moustérien à denticulés	**Bison**	82%	catastrophique	femelles et jeunes	12	**FBS**	Recristallisation	**Utilisation d'un piège naturel**	Camp de chasse
Mauran	pied de falaise	Moustérien à denticulés		**Bison**	98,90%	catastrophique	femelles, jeunes et mâles	23	**FBS**	Météorisation, Attaque bactérienne	**Utilisation d'un piège naturel**	Site d'abattage (et Camp de chasse ?)

Tableau 42 : Synthèse – Tableau synthétique des sites analysés, des populations animales étudiées et des résultats cémentochronologiques. Le % du NRDt du Pech-de-l'Azé I provient de la collection sur laquelle nous avons pratiqué l'échantillonnages : la collection Bordes

II-2 Saisonnalité et archéozoologie

Tout au long de ce travail nous avons cherché à identifier la façon dont la saison de prédation pouvait influer les relations qu'entretenaient l'Homme et ses proies.

II-2-a Apport de l'archéozoologie à la cémentochronologie.

Par la nature de ses données, l'archéozoologie tente, notamment, de définir les populations animales chassées en établissant entre autre les courbes d'abattages et les sex-ratios.
Dans le cas de Pech-de-l'Azé I, elles ont confirmé nos résultats. D'une manière moins directe, le faible impact des carnivores sur le matériel faunique du gisement d'Isturitz est un argument en faveur de nos hypothèses relatives à l'occupation saisonnière de la cavité. Enfin pour le gisement de Mauran, la mise en relation de la fonction du site et de la représentation différentielle des éléments anatomiques nous a conduit à soutenir les hypothèses de F. David et C. Farizy (in Farizy *et al.*, 1994) quant aux modalités particulières de transport des carcasses.

II-2-b Apport des données saisonnières à l'archéozoologie

L'étude de la saisonnalité de prédation d'un individu nous renseigne sur l'étape de son cycle physiologique et sur son comportement social et individuel au moment de sa mort.
Le premier point apporte des informations quant à la condition physique de l'animal, et permet ainsi de prendre en considération la quantité et la qualité de matériaux qu'il est susceptible d'offrir aux chasseurs (quantité de viande, richesse de la graisse, présence de bois pour les Cervidés).
Le deuxième, croisée avec les informations provenant des courbes d'abattages et de l'établissement du sex-ratio de la population chassée, permet de proposer des hypothèses quant aux stratégies d'acquisition utilisée.
Il est alors possible d'aborder de manière dynamique la question de la « gestion » des ressources animales par les groupes de chasseurs-cueilleurs considérés.

II-2-c Nécessité du croisement des informations

Il apparaît ici une complémentarité totale entre les approches archéozoologiques et cémentochronologiques, l'une contribuant à la réflexion et à la discussion de l'autre et vice-versa.
Dans ce travail de thèse, nous avons systématiquement associé les études archéozoologiques disponibles (et même, pour le Pech, réalisé cette étude) à nos propres analyses. Ceci nous a conduit à reprendre l'analyse de l'ensemble du stock faunique du Pech-de-l'Azé I afin de compléter les informations manquantes. Ce choix s'est avéré particulièrement judicieux aux vues des résultats obtenus.
L'analyse cémentochronologique nous informe sur la « sélection » des proies. L'éthologie permet d'expliquer quels sont les choix à l'origine de cette « sélection » (ex : Pech-de-l'Azé I niveau 6 :

chasse des femelles quand elles sont les plus faibles) tout en aidant à comprendre les modalités de prédation (ex : Isturitz : prédation des chevaux). En complétant ces données avec celles de l'archéozoologie, il est alors possible de reconstituer l'intégralité de la chaîne opératoire de prédation : de l'acquisition (abattage), à la consommation, en passant par la transformation de la carcasse (exploitation).

Pour ces raisons, il nous paraît essentiel que toute étude des stratégies de subsistance **intègre systématiquement les données saisonnières**.

II-3 La saisonnalité et mode de vie

Quatre thèmes principaux ont été discutés à la suite de chacune des études, il s'agit de la sélection saisonnière du gibier, des modalités d'occupation des sites, de la fonction de ce dernier, et finalement, de la mobilité des groupes humains.

II-3-a La sélection saisonnière du gibier

Bien entendu, c'est avant tout sur la sélection saisonnière du gibier qu'ont porté nos résultats. Pour l'ensemble des gisements, il nous a été possible d'identifier la saison de prédation des ongulés exploités par les Moustériens ou tout au moins de la confirmer et/ou de la préciser.
L'étude archéozoologique du gisement de **Pech-de-l'Azé I** (Laparra, 2000 ; Rendu, 2002, 2004, 2006) a mis en évidence un changement de la population chassée. D'un prélèvement de l'ensemble des Cervidés dans le niveau 4, la prédation se porte préférentiellement sur les groupes matriarcaux (niveau 6) pour finalement se concentrer sur les groupes de mâles (niveau 7). Ce changement de proies que l'approche classique ne permettait pas d'expliquer, a trouvé des réponses dans les données saisonnières et dans leurs corollaires éthologiques. Ces derniers permettent non seulement de confirmer ces variations en termes d'occupation du site, mais témoignent aussi d'une prédation systématiquement centrée sur des Cervidés affaiblis.
L'étude cémentochronologique a ici apporté les informations qui manquaient à la compréhension des modalités de l'exploitation des ressources animales par les chasseurs du MTA.
Pour les gisements de **La Quina** et de **Mauran**, l'abattage du Bison se déroule à la fin de la bonne saison. La prépondérance de ce taxon dans le spectre faunique de ces deux gisements semble n'être que le reflet du choix humain, saisonnier, et n'est pas représentatif de l'environnement animal du site, au moins à l'échelle de l'année. Il y a en effet de forte chance pour qu'il ne soit pas le témoin de la domination dudit taxon de manière permanente, mais bien plus de la mise à profit de sa présence temporaire.
Au cours de l'étude du site d'**Isturitz**, l'observation des marqueurs saisonniers au sein du cément dentaire nous a conduit à conclure à une exploitation simultanée du Cheval et du Renne, permettant de rejeter certaines hypothèses proposées par l'étude archéozoologique seule.

II-3-b Modalité d'occupation du site

En travaillant sur les périodes de prédation, il a été possible d'obtenir des informations quant à la saison d'occupation des sites.
Ainsi, dans le cas du **Pech-de-l'Azé I**, l'hypothèse proposée d'une réduction de l'occupation du site a trouvé un écho positif dans les résultats saisonniers. Ceci se traduit par la réduction du nombre de saisons de prédation au fur et à mesure que l'on s'élève dans la stratigraphie.
La cémentochronologie indique une prédation du Bison se déroulant sur une période très courte pour les gisements de **La Quina** et **Mauran**. Ainsi l'hypothèse d'une succession de brèves occupations, pressentie par les autres disciplines, est non seulement confirmée, mais démontrée.
Enfin, à **Isturitz**, la période de chasse déterminée par la cémentochronologie, croisée avec les données archéozoologiques (Costamagno, 2006), vont dans le sens d'une occupation non continue de la cavité.

II-3-c Fonction du site

Après avoir traité des modalités de prédation et du type d'occupation, nous avons été en mesure pour les trois gisements moustériens d'aborder la question de la fonction de ces sites.
Pour le **Pech-de-l'Azé I,** l'étude des saisons de captures à montrer que la réduction des acttivités identifiés par les autres disciplines, était une conséquence de la réduction du nombre de saisons d'occupation du site. En conséquence, la place du site au sein du territoire des hommes avait changé.
Pour les gisements de **La Quina** et de **Mauran**, en cumulant saison de mort, éthologie du taxon et géomorphologie, nous avons proposé une utilisation des environnements du site comme arme de capture. Ainsi pour ces gisements, l'étude cémentochronologique a apporté des données importantes, voire décisives, quant à la fonction du site. Il a alors été possible de proposer une utilisation comme site de mise à mort et de premier traitement de la carcasse « *kill and butchery site* ».

II-3-d Mobilité et territoire des groupes humains

Les données saisonnières ont aussi été des outils exceptionnels pour réfléchir sur la mobilité des groupes humains et leur territoire.
M. Sorressi (2002) avait proposé, en se basant sur son étude du **Pech-de-l'Azé I**, un changement du type de mobilité des Hommes du Moustérien de tradition acheuléenne : une mobilité de type logistique (dans le sens de Binford, 1980) pour le MTA type A, était remplacée par une mobilité de type résidentiel (sens Binford, 1980) pour le MTA de type B. L'analyse cémentochronologique

a pu, en montrant un changement dans la saisonnalité d'occupation confirmer cette hypothèse, tout en proposant une lecture complémentaire.

L'utilisation comme piège naturel des sites de **La Quina** et de **Mauran** à un moment précis de l'année (la fin de bonne saison) identifié par l'étude cémentochronologique est une preuve d'une organisation saisonnière de la mobilité des groupes à l'origine de ces deux accumulations.

Plusieurs chercheurs ont proposé le rapprochement du gisement d'**Isturitz** des sites de la zone Cantabrique (Normand, 2001, 2005 ; White, 2004 ; Vanhaeren, 2002 ; Vanhaeren et d'Errico 2006, Rendu, soumis). La mise en perspective des informations culturelles et des données saisonnières obtenues sur des sites de la partie espagnole de ce territoire (Pike-Tay *et al.*, 1999), nous ont permis de proposer une hypothèse sur les modalités de déplacements des populations humaines. Bien que les données sur lesquelles nous nous fondons soient encore limitées, la poursuite de ce type d'étude sur des sites contemporains permettra de valider ou d'invalider notre hypothèse et donc de mieux connaître la mobilité de ces populations passées.

III Apport de nos résultats à la connaissance des derniers Néandertaliens

Les données recueillies au cours de ce travail nous permettent d'aborder différents aspects de la subsistance de Neandertal.

- **Des chasses spécialisées** : L'exploitation des grands Bovinés qui était l'un des axes majeurs de ce travail sert de base à la discussion concernant l'utilisation par les Néandertaliens de leur environnement dans le but de capturer leurs proies. L'existence de techniques de chasse évoluées permettant l'abattage d'un grand nombre d'individus est aussi abordée.
- **Territoire et spécialisation des sites** : cette utilisation raisonnée des gisements soulève la question de l'existence d'une spécialisation poussée de la fonction de certains sites moustériens, contrairement à ce qui avait pu être affirmé par certains auteurs.
- **Adaptation à l'environnement** : Les deux points précédents servent de base à une discussion sur les facultés d'adaptation des hommes de la fin du Paléolithique moyen face à leur environnement.
- **Une approche de la Transition du Paléolithique moyen / Paléolithique supérieur :** Enfin, nos données permettent d'alimenter le débat sur les capacités cognitives de l'Homme de Neandertal relativement à l'Homme anatomiquement moderne.

III-1 Des chasses spécialisées

Longtemps décrit comme un charognard (Binford, 1984, 1985, 1989 ; Stringer et Gamble, 1993), l'image du chasseur moustérien a progressivement été réhabilitée à partir du début des années 90 (Combe Grenal : Chase, 1986 ; La Borde : Jaubert *et al.*, 1990 ; Les Cannalettes : Meignen et Brugal, 1993 ; Mauran : Farizy *et al.,* 1994). Cependant le débat concernant ces facultés de prédation reste encore largement ouvert même si, comme nous l'avons dit dans la partie précédente, la prédation de grands herbivores est désormais communément acceptée par la majorité des préhistoriens.

L'existence de chasses spécialisées, pour les néandertaliens est encore discutée par nombre d'auteurs (Mellars, 1973, 1989, 1996, 2004 ; Strauss 1983). « *The concept of specialized hunting in Upper Palaeolithic context refers to the communal hunting of large numbers of animal and the processing of meat for storage* (David et Enloe, 1993). *The existence of this type of strategy, which requires a considerable degree of collaboration between hunters and the anticipation of prey movement, is still far from being accepted for the*

Neanderthals (Binford, 1982; Morin, 2004; Strauss, 1992, 1997; Mellars, 1996) »[44] (Costamagno *et al.*, 2006, p. 467).

Pour P. Mellars (1973) dans un contexte archéologique, une économie de prédation est dite spécialisée quand plus de 80% du NRDt (Nombre de Restes Déterminés taxinomiquement) appartient au même taxon. P. Mellars (1989) « *states that there is a trend towards increasing specialization on reindeer from the Aurignacian period onwards. A re-examination of data available for southwestern France (Grayson and Delpech, 2002) recently challenged this assertion, since Aurignacian faunal assemblages recovered in this geographical area are no more specialized than some of the assemblages from the Mousterian period* »[45]. (Costamagno *et al.*, 2006, p. 478).

Ainsi, les gisements de La Borde pour l'Aurochs, (Jaubert *et al.*, 1990), de Coudoulous (Brugal *et al.,* 1995), et de Wallertheim (Gaudzinski, 1996, 1999) pour le Bison, les gisements de Marillac (Costamagno *et al.,* 2006), de Chez-Pinaud à Jonzac (Beauval, 2004 ; Jaubert *et al.*, 2007) et de Salzgitter-Lebenstedt (Gaudzinki, 2000 ; Gaudzinski et Roebroeks, 2000) pour le Renne seraient tous, suivant les critères de (Mellars, 1996) des témoignages de chasses spécialisées. À cette liste, doivent également se rajouter le niveau 6c de La Quina et le gisement de Mauran sur lesquels nous allons revenir.

III-1-a La Quina et Mauran

Le gisement de Mauran et le niveau 6c de La Quina partagent de nombreux points communs. Tous les deux présentent, en association à une industrie rattachée au Moustérien à denticulés, une faune très largement dominée par le Bison évoquant une spécialisation au sens de P. Mellars (1996). Notons que l'un et l'autre se trouvent dans une position topographique particulière, au pied du plus fort resserrement de la vallée pour Mauran et en contrebas de la corniche de loin la plus importante dans l'environnement local de La Quina. Cette particularité topographique s'accompagne d'absence de site contemporain dans les environs. Dans les deux sites, les bisons ont été abattus à la fin de la bonne saison. L'ensemble de ces éléments nous permet de proposer une fonction similaire pour ces deux sites à savoir un « *kill and butchery site* », c'est-à-dire un site d'abattage et de premier traitement de la carcasse et vraisemblablement de première consommation. Pour La Quina, l'exploitation intensive des carcasses suggère un séjour plus long, se rajoute alors la fonction de camp de chasse.

[44] Le concept de chasse spécialisée au Paléolithique supérieur fait référence à des chasses communautaires et l'exploitation de la viande dans l'objectif de constituer des stocks. L'existence de ce type de stratégie, qui requiert un degré considérable de communication entre chasseurs et une anticipation des déplacements animaux, est encore loin d'être accepté pour les Néandertaliens.

[45] P. Mellars (1989) suggère qu'il y a une tendance vers une chasse spécialisée sur le Renne à partir de l'Aurignacien. Un réexamen des données disponibles pour le Sud-Ouest de la France (Grayson et Delpech, 2002) à récemment mis à mal cette théorie, puisque les ensembles fauniques disponibles pour l'Aurignacien ne sont pas plus spécialisés que certains assemblages moustériens.

Ces similitudes ne doivent pas pour autant effacer certaines dissemblances. Tandis que Mauran présente un spectre faunique presque exclusivement dominé par le Bison à plus de 99% du NRDt, le niveau 6c de La Quina n'est dominé qu'à 80% par ce même taxon en (NRDt). Ceci témoigne donc d'une moins grande participation de cette espèce à la diète et probablement alors une influence un peu plus réduite (mais certainement toujours très importante) de l'exploitation du Bison dans l'organisation des activités au sein du territoire.
Ce point trouve un écho favorable dans la deuxième différence fondamentale. La Quina est un gisement pluristratifié dans lequel différents techno-complexes se succèdent. Si l'on ne s'intéresse qu'au Moustérien à denticulés, on peut constater que ce n'est pas toujours le même taxon qui domine le spectre faunique, avec notamment le niveau 8 dominé à près de 90% (du NRDt) par le Renne (chapitre *La Quina*, tableau 7).
L'absence de gisement contemporain dans les environs proches de ces sites associée aux éléments précédemment énoncés, tendent à montrer que les Néandertaliens sont venus spécifiquement dans ces zones exceptionnelles pour le piégeage des proies grégaires. Celui-ci effectué et après une première consommation, les hommes ont constitué des stocks de nourritures qu'ils ont ensuite transportés dans leur camp de base.

L'étude de ces deux gisements montre donc l'existence d'économies spécialisées (au sens de Mellars, 1973, 1996) au Moustérien. L'abattage en masse de bovinés souligne la capacité des Néandertaliens à s'organiser et à utiliser aux mieux les capacités offertes par leur environnement. La quantité de ressources disponibles suggèrent d'importantes capacités de planification ce qui semble être confirmé par la sous représentation des parties nutritivement les plus riches qui suggèrent leur transport dans un autre site et donc une consommation différée des ressources.

La planification des Néandertaliens peut ainsi être perçue par l'organisation temporelle des activités au sein du territoire, ainsi que par la gestion sur le long terme des ressources, perceptibles par le stockage et la consommation différée des denrées alimentaires.

Des questions subsistent : sommes-nous ici face à une particularité de deux groupes humains ou peut-on voir une récurrence de ce phénomène dans le registre archéologique ? De la même manière, est-ce une particularité régionale ou est-ce que ce type de comportement peut être identifié à l'échelle du continent européen ? Si c'est le cas, quand ce type de comportement apparaît-il ? Enfin, peut-on identifier d'autres taxons sur lesquels les mêmes stratégies de prédation ont été utilisées ?

III-1-b L'exploitation des grands Bovinés au Moustérien

Plusieurs autres gisements, rattachés au Moustérien présentant une « spécialisation » (au sens de Mellars, 1996) de leur spectre faunique sur l'exploitation des Bovinés, peuvent être évoqués.
Le gisement de La Borde sur la commune de Livernon dans le Lot est un aven (Jaubert *et al.*, 1990) qui livre un spectre faunique très largement dominé par le *Bos primigenius* (93,2% du NRDt, Slott-Moller *in* Jaubert *et al.,* 1990). La courbe d'abattage est de type catastrophique (Brugal *in* Jaubert *et al.*, 1990 ; Brugal, 1999b) qui, comme à Mauran et à La Quina, évoquerait une mort en masse ou en tout cas sans sélection des individus. Selon les séquences d'éruptions dentaires, l'abattage s'est déroulé sans préférence saisonnière, probablement en dirigeant les proies vers le piège naturel.
Coudoulous I (Tour-de-Faure, Lot) est un gisement situé près de la confluence des vallées du Lot et du Célé. Le niveau 4, attribué au stade isotopique OIS6 a livré une accumulation presque exclusivement dominée par le Bison (98% du NRDt, Brugal et David, 1993, Brugal, 1999b ; Brugal *in* Jaubert *et al.*, 2005). L'origine anthropique de l'accumulation et la courbe d'abattage de type catastrophique ont poussé J.-Ph. Brugal (Brugal et David, 1993, Brugal, 1999 ; Brugal *in* Jaubert *et al.*, 2005) à interpréter l'accumulation de ces 150 à 200 carcasses (*in* Jaubert *et al.*, 2005) comme le résultats d'une capture par piégeage. Sur la base des méthodes classiques d'estimation de la saison de mort, ce site a été interprété comme un « *kill Site* » utilisé au printemps ou en été (Brugal et David, 1993) de manière répétée sur une longue période de temps.
La couche K du gisement des Fieux (Miers, Lot), qui correspond au remplissage d'une large faille naturelle (Champagne *et al.,* 1990) se situe dans un contexte topographique proche des deux gisements précédents. Il a livré une faune très largement dominée par les Bovinés (86,5% du NRDt Guadelli *in* Jaubert, 1984). Malheureusement, aucune donnée n'est disponible sur la sélection des individus. La reprise des fouilles de ce site par V. Mourre et l'étude de M. Gerbe complétera surement ce manque.
Le gisement de la Rouquette (Puycelci, Tarn) se situe en pied de falaise. Le niveau 1 livre un nombre important de vestiges attribués au Bison (NR=657 ; 69% du NRDt, Griggo *in* Bourguignon, 2001 cité par Thiébaut, 2005). Plus d'une quarantaine d'individus ont été identifiés sur ce site de boucherie et de première consommation (Bourguignon *et al.,* 2006).

Des gisements qui semblent avoir fonctionné dans les mêmes conditions sont décrits également dans le reste de l'Europe par exemple : Il'skaya I dans le sud de la Russie (Hoffecker *et al.,* 1991 ; Baryshnikov et Hoffecker, 1994 ; Baryshnikov, 1999). Ce gisement se trouve au pied d'une colline, au flanc particulièrement abrupt, qui marque la limite entre les grandes steppes et le Piémont du Caucase. Le spectre faunique est très largement dominé par le *Bison priscus* dont les 1334 restes représentent 92,3% du NRDt (Hoffecker *et al.,* 1991). Près de 51 bisons ont pu être identifiés (site partiellement fouillé) dans ce gisements interprétés comme un « *kill site* ». La courbe d'abattage de type catastrophique a poussé J. Hoffecker et collaborateurs (1991) à proposer un abattage sans sélection de plusieurs groupes d'individus. Les données saisonnières

provenant des méthodes d'éruption et d'usure dentaire ne permettent pas d'identifier une saison de chasse préférentielle. Pourtant, l'implantation de ce site dans le paysage n'est pas sans rappeler, par certains côtés, celle de Mauran. Enfin, dans un autre contexte, le site du début du Weichselien de Wallertheim en Allemagne est à signaler (pour les vieilles collections : Gaudzinski, 1999 ; pour les collections issues des fouilles récentes : Conard, 1999 ; Conard et Prindville, 2000). Ce gisement de plain air est très largement dominé par le Bison.

De cette brève synthèse des gisements du Paléolithique moyen, il apparaît que les gisements spécialisés dans la chasse aux grands Bovinés sont loin d'être des cas isolés. Dès le stade isotopique 6, ce type d'exploitation se met semble-t-il en place à travers une bonne partie de l'Europe. L'ensemble de ces sites partage des caractéristiques communes importantes : une très large dominance du spectre faunique par le Bison et une implantation du site bien particulière dans le paysage. Les « *kill sites* » moustériens sont caractérisés par une absence de sélection au sein du taxon comme en témoignent notamment les courbes d'abattage de type catastrophique ainsi que la présence d'un élément de la topographie (falaise à La Quina, couloir à Mauran et Il'skaya I, aven à Coudoulous, à La Borde et aux Fieux) qui va aider à la capture et/ou à la mise à mort des groupes de proies.
En cela, ces sites ne sont guère différents des « *kill sites »* paléo-indiens avec lesquels ils partagent exactement les mêmes caractéristiques (pour plus de précisions voir le chapitre *Mauran*).
On peut constater que, tout comme pour les sites de la fin du Quaternaire américain, le nombre de proies est très variable, de quelques dizaines à plusieurs milliers d'individus. Une différence majeure est à signaler : alors que la plupart des sites américains présentent des traces d'occupation très ponctuelles, les sites moustériens montrent que les animaux ont été traités et consommés en partie sur leur lieu de mort. Il y a eu, comme l'atteste les structures de combustion présentes dans tous ces derniers, au moins une occupation, sur place, les rapprochant de camps de chasses. Ce ne sont donc pas de simples « kill sites » mais bien plutôt des « kill and butchery sites ».
En revanche, ces deux groupes de gisement présentent tous une sous représentations des parties squelettiques nutritivement les plus riches. Ainsi malgré une différence d'occupation, ces gisements étaient utilisés dans le même objectif : constituer des stocks pour une consommation différée des ressources.

III-1-c Les Bovinés, une exception ?

Rien n'est moins sûr. Si l'on accepte notre interprétation du fonctionnement de La Quina (niveau 6c) comme site de piégeage de bisons, comment interpréter différemment le niveau 8 constitué à plus de 90% de Renne ? La poursuite de l'étude archéozoologique et cémentochronologique permettra d'apporter de précieux éléments de réponse.
De la même manière, le gisement de pied de falaise de Jonzac que nous étudions d'un point de vue archéozoologique avec T. E. Steele, J.-B. Mallye et L. Niven depuis 2004 présente, bien que

ce travail soit encore en cours, des similitudes troublantes avec les gisements à grands Bovidés. Dans les niveaux à Moustérien Quina (spécialement les niveaux 20 et sous-jacents), le Renne domine fortement le spectre faunique (Jaubert *et al.*, 2006 voir aussi Beauval, 2004) et de nombreuses connections anatomiques ont été identifiées sur le site.
Enfin, le gisement des Pradelles à Marillac-le-Franc, correspondant à un réseau karstique effondré, dont les niveaux de base se caractérisent par un spectre faunique presque qu'exclusivement dominé par le Renne (Costamagno *et al.*, 2006) dont la courbe d'abattage est de type catastrophique. La saison de mort déterminée par les séquences d'éruption et d'usures dentaires ont permis à S. Costamagno et collaborateurs (2006) de proposer une chasse à l'automne. Les études croisées de l'exploitation des carcasses et de l'industrie lithique ont conduit ces auteurs à proposer que une accumulation résultant d'un abattage en masse sur le site qui aurait aussi fonctionné comme camp de chasse. Les animaux abattus auraient été transportés après une boucherie initiale sur le site d'abattage, sur le site des Pradelles dans lequel une boucherie secondaire des carcasses aurait été menée dans le but d'emporter les parties les plus riches vers le site d'habitat.
L'analyse cémentochronologique que nous avons commencé sur ce gisement permettra de confirmer ou d'infirmer les résultats saisonniers et d'argumenter ces interprétations.

Pour conclure sur les abattages en masse, nous devons rappeler que cette méthode implique tout d'abord une excellente connaissance de l'environnement pour pouvoir identifier et exploiter les éléments de la topographie, une anticipation des besoins sur l'année pour se rendre au moment voulu sur la zone de capture. Enfin, ces activités supposent un haut niveau d'organisation : il faut que tous les chasseurs soient parfaitement synchronisés sous peine d'échec et/ou d'exposition à des dangers certains. (*e. g.* : Kurz, 1937).

Ainsi, dès le stade isotopique 6, les Néandertaliens avaient déjà les bases sociales pour exploiter simultanément un nombre important de proies.

III-2 Des sites spécialisés au Moustérien ?

Outre l'aspect prédation, l'existence de sites d'abattage au Moustérien n'est–elle pas la preuve de l'utilisation spécialisée de certains sites pour des activités précises, ne pouvant être menées qu'en ces endroits et donc le reflet d'une planification des activités dans l'environnement?

Les sites d'abattage ne peuvent être utilisés que de manière éphémère dans le cycle annuel (Frison, 1978). Le taxon chassé, généralement grégaire et migrateur (Bison, Renne), doit être présent dans l'environnement du site. Dans le cas de piégeage, il faut également que le piège soit fonctionnel à ce moment : si c'est une vallée ou un « *arroyo* », son inondation rend impraticable

son utilisation. Ainsi, l'utilisation de tels sites spécialisés nécessite une planification sur l'année des organisations de prédation.

Les études que nous avons présentées ici alimentent l'hypothèse d'une organisation spatiale et temporelle des activités des Moustériens au sein de leurs territoires respectifs (Soressi, 2002). Ce type d'organisation a également été identifiée dans d'autres régions comme le Levant (Lieberman, 1993a, 1994 ; Boëda *et al.*, 1998 ; Meignen *et al.,* 1998), le Sud de l'Espagne (Wall, 2005), les Cantabres (Pike Tay *et al.* 1999) ou encore l'Allemagne (Conard et Prindville, 2000 ; Conard, 2001).

Cette organisation espace/temps des activités est la preuve de l'extraordinaire adaptation des Néandertaliens et de leur économie de subsistance (*sensu lato*) à leur environnement.

III-3 Adaptation des stratégies de subsistance à l'environnement et adaptabilité des Néandertaliens

L'adaptation des Néandertaliens à leur biotope est perceptible à travers l'utilisation d'éléments de l'environnement. Dans des situations variées, ils ont su adapter leurs techniques de capture en utilisant soit un vallon (Mauran, peut-être Il'skaya I) soit une falaise (La Quina) soit un aven piège (Coudoulous, La Borde).
Un autre type d'adaptation est perceptible de manière diachronique au Pech-de-l'Azé I à travers les évolutions dans les stratégies de subsistance d'une part et dans l'occupation de la cavité d'autre part.

- Les études menées sur ce gisement permettent de constater l'évolution des comportements des Néandertaliens en fonction des modifications du micro-environnement du site. On observe une réduction des activités et de la durée d'occupation en relation avec l'évolution des capacités d'accueil qu'offrent la cavité. Ainsi, les caractéristiques de l'abri ont une incidence directe sur la place que les Moustériens vont lui donner au sein de leur territoire et sur les activités qu'ils vont y mener.
- Par ailleurs, les Moustériens semblent, sur ce gisement, avoir systématiquement exploités les proies les plus fragiles. Ainsi, suivant la saison d'occupation, ont-ils su s'adapter en exploitant, semble-t-il, les populations de Cervidés les plus affaiblis (les femelles dans le niveau 6 et les mâles dans le niveau 7), pour probablement augmenter la rentabilité de la chasse en privilégiant le nombre à leur qualité. Dans ce cadre, les variations des stratégies de chasse sont le reflet d'une adaptation des Moustériens face aux changements saisonniers de fréquentation de la cavité mis en évidence sur le site.

Ce gisement constitue une parfaite illustration du fort degré d'adaptabilité des Néandertaliens face aux modifications de leur environnement. « *La vie aux dépens d'un territoire (un bassin versant, un littoral, une plaine alluviale, une région de piémont...) nécessite une exploitation raisonnée et précise des ressources naturelles disponibles, héritière de longues décennies d'expériences, de patientes observations collectives ou individuelles, de savoir-faire transmis aux nouvelles générations* » (Jaubert, 1999, p. 80).

C'est sans doute l'adaptation et les possibilités de répondre rapidement à toute modification qui ont permis à ces groupes humains de coloniser des niches écologiques très variées : du littoral atlantique jusqu'au plateau du Zagros, du bassin de la Somme jusqu'au site d'altitude alpin de Drachenloch à plus de 2400 m d'altitude (Leuzinger-Piccand *et al.*, 1999).

Dans des environnements très différents, ces chasseurs ont su s'adapter à des proies très diverses et exploiter tous les biotopes qui les entouraient. Les Néandertaliens ont chassé le Bouquetin et le Chamois à l'Arago (Moigne, 1983), le Cerf et le Bouquetin à la grotte du Noisetier (Frechet), le Renne à Salzgitter-Lebenstedt (Gaudzinski et Roebroeks, 2000), le Bison à Coudoulous, La Quina et Mauran, L'Aurochs à Biache-Saint-Vaast (Auguste, 1992) et à La Borde (Jaubert *et* al., 1990), l'Hydruntinus en Crimée (Burke, 2000), l'Eléphantidé à Lheringen, etc...

Dans un registre peut-être différents, les Carnivores ont aussi parfois été exploités avec notamment l'Ours brun à Biache-Saint-Vaast (Auguste, 1992, 1995), ou encore le Lion à Chez Pinaud (Beauval, 2004).

Ces éléments sont la preuve que les Moustériens ont su adapter leur économie de subsistance à des contextes environnementaux très différents

IV Considération sur les stratégies de chasses à la transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur, ou la modernité du chasseur moustérien

Comme nous avons étudié des gisements du Paléolithique moyen et un du Paléolithique supérieur, nous pouvons apporter ici des éléments quant au débat sur la transition de l'un vers l'autre, et renseigner les évolutions des comportements de prédation. En effet, les gisements moustériens étudiés sont tous antérieurs à l'arrivée de l'Homme anatomiquement moderne en Europe.

IV-1 La prédation

Les différences comportementales qui étaient jusqu'à présent établies entre les chasseurs du Paléolithique moyen et leurs successeurs ne sont pas vérifiées. Au contraire même, puisque nous avons montré dans ce travail, que le chasseur moustérien savait s'adapter à son environnement et mener des chasses complexes pour abattre un grand nombre de proies (Gaudzinsky, 2000 ; Costamagno *et al.*, 2006). Ces comportements de prédation considérés comme contribuant à la *modernité culturelle* (McBrearty et Brooks, 2000) telles la chasse spécialisée (Mellars, 1973, 1989, 1996) et les abattages en masse par le piégeage de grands ongulés trouvent d'ailleurs leurs sources dès le stade isotopique OIS6.

Parallèlement, l'exploitation de la mésofaune a souvent été avancée pour identifier un élargissement de la diète (Stiner, 1994). Comme nous avons pu le mettre en évidence dans l'étude archéozoologique du Pech-de-l'Azé I l'exploitation du Castor et de l'Avifaune est présente au Moustérien de tradition acheuléenne (même si les modalités de l'acquisition, chasse *ou* charognage restent à discuter). Il en est de même pour les petits carnivores dont le traitement a été attesté par J.-B Mallye (2007) dans le gisement d'Artenac, ainsi que le Renard que nous avons identifiés dans le gisement moustérien de Chez-Pinaud à Jonzac (Steele *et al.*, 2006).

IV-2 Notion de Sélection

N'y aurait-il alors aucune différence dans les comportements de prédation entre les Hommes anatomiquement moderne et leur prédécesseurs ?

L'étude du gisement d'Isturitz met en évidence une courbe d'abattage centrée sur les adultes qui ont atteint leur masse optimale (Costamagno, 2006 voir aussi *supra*), suggérant ainsi une sélection des individus chassés.

Une sélection existe bien dans les niveaux moustériens étudiés ici, mais elle concerne des ensembles, notamment le choix du taxon, du groupe social (mâles/femelles/jeunes) : nous avons été incapables de mettre en évidence une sélection au niveau des individus.

L'Aurignacien voit l'apparition des armes de trait représentées dans le cortège des vestiges archéologiques par les pointes de sagaies et les lamelles, supposées les armer. Ces composants de projectiles sont tellement importants au sein de l'Aurignacien pour qu'on ait construit le découpage des différentes phases de celui-ci sur ces seuls éléments, que l'on considère l'industrie osseuse ou lithique.
Ces armes qui permettent aux chasseurs d'opérer à plus grande distance de leurs proies pourraient autoriser un abattage plus sélectif du gibier à partir du début du Paléolithique supérieur.
Lors de cette phase chrono-culturelle, on assiste, pour les chaînes opératoires lithiques, à une différenciation très forte des productions domestiques et des productions dévolues à la chasse (Tartar *et al.*, 2006). Il semble ainsi qu'il y ait une augmentation de l'investissement technique dans les outils dévolus à la prédation, peut être est-ce le témoignage que la subsistance des H ommes dépend de plus en plus de tels outils.

Ce type de chasse, par la possibilité des choix qu'elle offre aux hommes qui l'utilisent, impliquerait un début d'émancipation de contraintes environnementales. Elle est à opposer à l'utilisation par les Néandertaliens d'éléments de la topographie pour le piégeage de leurs proies.

V Une modernité ancienne...

Ce travail a apporté d'importants éléments de réflexion quant aux comportements de prédations et aux stratégies de mobilité mises en œuvre à la fin du Moustérien. Nous avons mis en évidence des comportements de prédation élaborés (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran), nécessitant une planification et une coopération complexe lors de la chasse. Parallèlement dans le cas de Pech-de-l'Azé I, les importantes facultés d'adaptation du chasseur moustérien ont été soulignées. Nous avons enfin identifié une organisation saisonnière des activités de Neandertal au sein de son territoire.

Malgré cette « *(r)évolution* » dans les techniques de prédation à l'aube du Paléolithique supérieur que nous évoquons ici par le biais d'Isturitz, il est important de souligner la qualité et la complexité des techniques de chasse des hommes de la fin du Paléolithique moyen, juste avant son contact avec l'Homme anatomiquement moderne. Adaptés à leurs environnements, ils ont su exploiter de manière répétée, sur probablement plusieurs dizaines voir centaines d'années des terrains qui leur garantissaient l'approvisionnement en ressources carnées dont toute l'économie de subsistance dépendait. Nous avons montré que ce type de subsistance nécessitait une organisation saisonnière complexe des activités au sein du territoire et une adaptation de la mobilité pour y répondre.

Ces deux points, abattage en masse et planification des activités au sein du territoire, sont notamment évoqués par S. McBrearty et A. S. Brooks (2000) dans l'identification de caractéristiques techniques, économiques, sociales et symboliques qui définissent selon eux les preuves archéologiques de la « *modernité culturelle* » (pour une synthèse de ces dernières voir D'Errico, 2003a : 10-11). Pour P. Mellars (1973, 1989, 1996) ces mêmes éléments sont également la preuve de la modernité des chasseurs du Paléolithique supérieur.

À la suite de notre étude et d'autres travaux (Gaudzincky, 2000 ; Costamagno, 2006), il devient évident que les Néandertaliens avaient acquis, de manière indépendante et longtemps avant l'arrivée de l'Homme anatomiquement moderne, des éléments de sa *modernité culturelle* dans leurs stratégies de prédation. Cette modernité trouve d'ailleurs ces racines profondément dans le Paléolithique moyen car des éléments de cette dernière (exploitation de l'environnement comme élément de piège) sont visibles dès le stade isotopique OIS6, voire au-delà.

En ce sens, ces éléments participent au débat concernant l'acquisition de cette même « *modernité culturelle* ». Les données que nous présentons ici s'intègrent parfaitement au modèle de « l'accrétion » défendu principalement par F. D'Errico et J. Zilhao (*e. g. :* D'Errico *et al.*, 1998 ; D'Errico, 2003a, 2003b ; Zhilao et D'Errico, 1999, 2003a, 2003b).

Perspectives de travail concernant les études de saisonnalités : une nouvelle approche

Depuis les travaux de J. Bouchud (1954a, 1954b, 1959, 1966), l'étude des saisons de mort des animaux en contexte archéologique ne cesse de révéler son importance pour la recherche en Préhistoire. La diversité de ce type de travail, tant au niveau de la problématique (archéologique ou paléo-éthologique) qu'au niveau des méthodes utilisées fait la force de cette branche de la recherche.

Grâce au travail des biologistes, les outils employés pour l'étude des saisons de mort ne cessent de se développer pour nous apporter une précision toujours meilleure. Toutefois, comme nous l'avons souligné tout au long de ce travail, les données saisonnières ne sont pas une fin en soit et elles doivent prendre en compte les résultats des autres disciplines afin d'intégrer le cadre archéologique nécessaire à leur interprétation.

La réflexion, quant aux modalités d'exploitation du territoire par les populations humaines paléolithiques, doit tenir compte de l'étude des matières premières lithiques, de la parure et plus généralement de toute expression symbolique pour dresser un cadre archéologique et géographique dans lequel les influences se dégagent. C'est dans ce cadre que les résultats de l'analyse cémentochronologique s'exprimeront pleinement.

Depuis déjà plusieurs années, ce type de réflexion et de recontextualisation des données saisonnières est systématiquement mené (*e. g. :* Demars *et al.*, 2007 ; Le Gall *et al.*, 2007 ; Rendu, soumis)

L'approche paléo-éthologique des populations animales est, elle, beaucoup plus délicate. Pour pouvoir mener correctement une réflexion sur les migrations des différents ongulés, il est essentiel d'en définir le territoire. Pour ce faire, il faut alors isoler une population et déterminer l'extension géographique de son biotope. Ce type de travail, déjà initier par O. Bignon (2003) sur le Cheval, et plus récemment, par D. Kunz (thèse en cours à l'Université Toulouse Le Mirail) sur le Renne livre des résultats particulièrement encourageants. L'analyse cémentochronologique de ces populations sur l'intégralité de leur territoire permettrait de déterminer quelle partie de ce dernier est occupé par l'espèce considérée à un moment de l'année précis. Il deviendrait alors possible de reconstituer les migrations du taxon considéré.

De ce point de vue, les analyses isotopiques sont des outils très prometteurs. En effet, les rapports isotopiques de certains éléments tels l'oxygène ou l'azote contenu dans les structures osseuses (et donc dentaires) sont directement corrélés aux taux présents dans l'alimentation et l'eau de ces animaux (*e. g. :* Deniro et Schoeninger, 1983 ; Longinelli,1984 ; Luz *et al.*, 1984 ; Schwarcz, 1991 ; Jahren *et al.*, 1998 ; van Klinken, 1999 ; Stephan, 2000 ; Staright *et al.*, 2004 ; Balasse *et al.*, 2002 ; Richards, 2002 ; Richards *et al.,*2006).

Figure 166 : Synthèse – Harde de Bison pendant la migration. Modifié d'après : http://academic.emporia.edu/aberjame/ice/lec18/f18e.jpg

Outre les données d'ordre alimentaire obtenues (*e .g. :* Bocherens *et al.*, 1991, 1994, 1999 ; Bocherens et Drücker, 2003), il est possible de mettre en évidence des changements de lieu de vie (Sealy *et al.*, 1991). En effet les variations de certains marqueurs comme les isotopes du Strontium sont liés aux substrats géologiques. Cette méthode qui a été utilisée à plusieurs reprises sur l'Homme (*e.g. :* Sealy *et al.*, 1991 ; White *et al.*, 1998 ; Richards *et al.*, 2000 ; Dupra et Schwarcz, 2001), a été également appliquée sur le Bison à plusieurs reprises (*e.g. :* Poure, 2005). Elle a montré tout son intérêt dans la perception des migrations de ce grand Boviné. Dans l'état actuel, l'ensemble de ces travaux porte sur l'émail dentaire, ce qui ne permet pas une mise en parallèle directe en relation des données « géographiques » et des données saisonnières. Cependant, l'avancée des techniques rend désormais possible la réalisation des mesures isotopiques au sein même du cément dentaire (Richards, com. pers). De telles mesures permettront de connaître précisément les saisons de migrations pour un taxon donné et d'identifier, éventuellement, sa présence au sein de zones géomorphologiques à des moments précis dans le cycle annuel de l'animal.

Nous aimerions, si la possibilité nous est donnée, tester cette méthodologie sur les trois populations de Bison étudiées dans ce travail. Elle permettrait premièrement de vérifier que les populations étudiées étaient bien migratrices alors que cet argument est encore discuté pour les populations actuelles de Bison (pour une synthèse de cette question voir : Morgan, 1980 et Peck, 2004). De plus, nous pourrions identifier les sens de déplacement de ce taxon et par conséquent savoir si nous avons affaire à une, deux ou trois populations archéologiques. Dans le cas de Mauran en particulier, nous pourrions tester la place du massif des Petites Pyrénées dans le cycle annuel du Bison et tester ainsi nos hypothèses interprétatives.

Si ces résultats s'avéraient concluants, nous pourrions généraliser ce type d'études croisées au Paléolithique supérieur. Nous pourrions alors superposer les territoires humains (définis par les marqueurs symboliques et par l'approvisionnement en matière première) et animaux (définis par les isotopes et les données morphométriques). Il sera alors possible de savoir si les migrations animales conditionnaient les migrations humaines (ces derniers se seraient alors contenter de suivre leurs proies) ou, au contraire, tester l'indépendance *relative* des deux. Dans ce cas, les hommes anticiperaient la présence de la proie sur leur territoire et iraient alors à sa rencontre, démontrant ainsi une organisation particulièrement poussée des activités de prédation.

Perspectives : changements des comportements saisonniers de prédation autour de la transition du Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France

De nombreuses questions restent en suspens. En effet, à la fin du Paléolithique moyen, lors de l'OIS 3, trois faciès moustériens principaux existent : le Moustérien à denticulés, le Moustérien de tradition acheuléenne et le Quina. Ce dernier se caractérise par une homogénéité chronologique et géographique très forte. De plus, il est presque toujours associé à une faune dominée par le Renne. Plusieurs hypothèses (fonctionnelle, culturelle, environnementale) ont été proposées quant à son origine. L'étude de la saisonnalité de prédation et plus généralement de l'organisation saisonnière des activités de prédation au sein de ce techno-complexe serait un outil essentiel pour débattre de cette question. Simultanément, ce travail enrichirait significativement notre corpus de sites moustériens.
Nous souhaitons ainsi tester l'hypothèse que nous proposons quant à l'apparition de nouvelles techniques de chasse au Paléolithique supérieur. Parallèlement, nous proposons de nous interroger quant aux éventuels changements qui ont pu intervenir dans la prédation des derniers Néandertaliens (auxquels est généralement attribuée la paternité du Châtelperronien) lors du contact (s'il a eu lieu) avec l'Homme anatomiquement moderne.

Nous avons ainsi sélectionné six sites qui feront l'objet d'étude de saisonnalité et complèteront ainsi notre *corpus* de données.
L'étude de la saisonnalité de prédation aura deux objectifs. Le premier sera intra-site, avec l'identification de périodes d'abattages et une réflexion sur la saisonnalité d'occupation des gisements. Le deuxième correspondra à une approche régionale, visant à définir, pour chaque période, les modalités précises de la gestion des territoires moustériens. Une réflexion diachronique sera menée ultérieurement afin de dégager d'éventuelles différences.

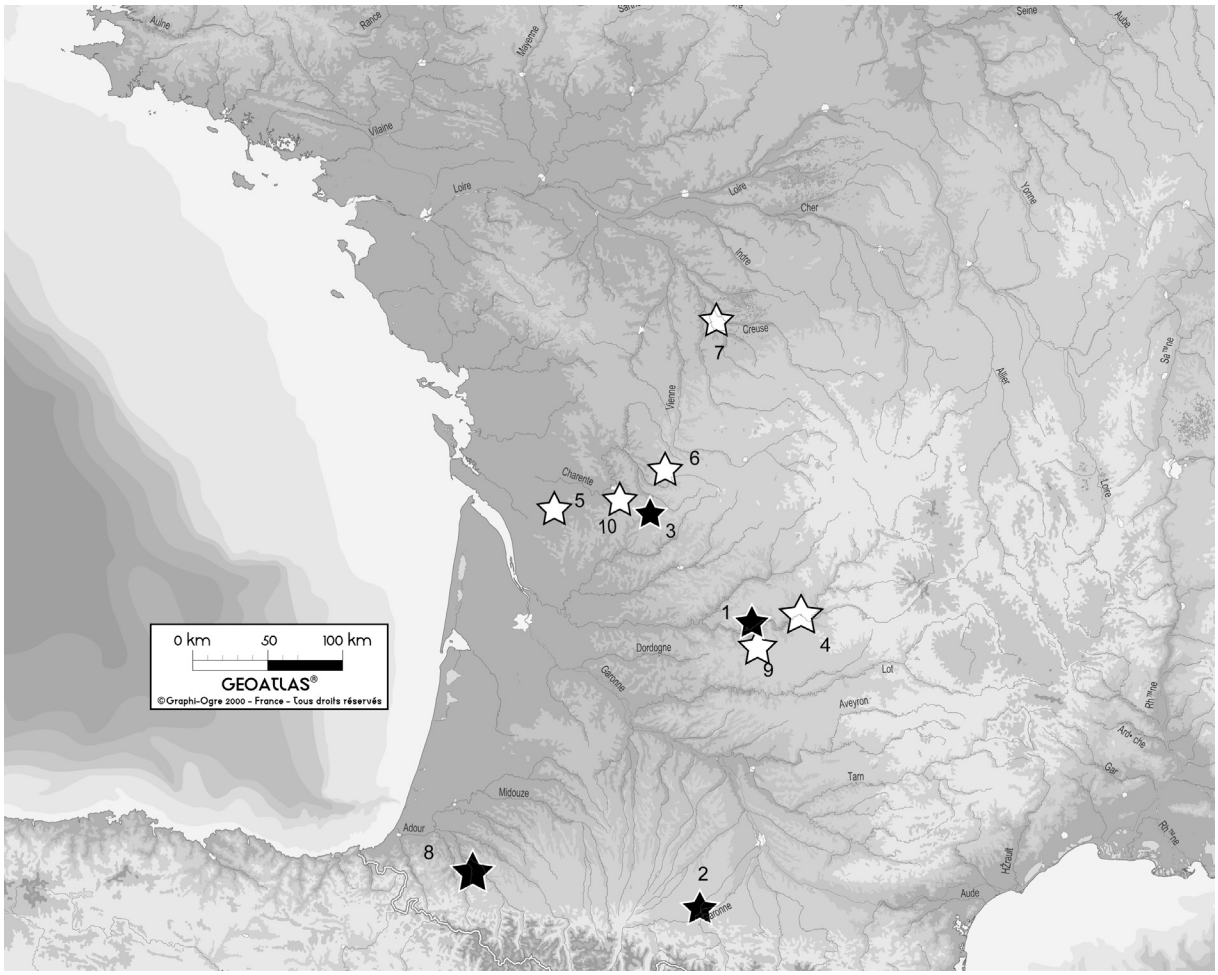


Figure 167 : Synthèse – Localisation des gisements envisagés dans le cadre de l'étude des changements de comportement saisonnier de prédation autour de la transition du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France. En Noir gisements étudiés dans le cadre de cette thèse. En Blanc : gisements en cours d'étude ou envisagés pour compléter le corpus de données présenté ici. 1 : Pech-de-l'Azé I ; 2 : Mauran ; 3 : La Quina ; 4 : La Chapelle-aux-Saints ; 5 : Chez Pinaud ; 6 : Les Pradelles ; 7 : Les Cottés ; 8 : Isturitz ; 9 : Le Piage ; 10 : Les Rois.

- Les gisements moustériens.

Les études du Pech-de-l'Azé I, Mauran et La Quina seront complétées par celles des gisements Quina de La Chapelle-aux-Saints (Corrèze), Chez Pinaud à Jonzac (Charente-Maritime) et des Pradelles à Marillac-le-Franc (Charente). Nous avons d'ores et déjà initié le travail d'échantillonnage et de réalisation de lames minces pour ces gisements.

- Le gisement des Cottés (Vienne)

L'ensemble de la séquence de transition est présente sur ce site. Nous avons donc commencé l'étude archéozoologique à partir du matériel issu des fouilles récentes menées par M. Soressi (Rendu, 2006c). Celle-ci terminée, nous entamerons l'étude cémentochronologique dans une

perspective diachronique. Il nous sera ainsi possible d'approcher les évolutions des stratégies mises en œuvre du Moustérien à l'Aurignacien dans l'exploitation du milieu.
La présence d'un niveau rattaché au châtelperronien nous permettra de renseigner les comportements de prédations des hommes à l'origine de ce techno-complexe de transition.
La proximité géographique de ce site avec celui de Saint-Cézaire facilitera grandement les comparaisons et peut-être pourrons-nous proposer un modèle d'exploitation de l'environnement animal pour le Châtelperronien dans le Poitou-Charentes.

- Les gisements aurignaciens.

Les études des gisements des Rois (Charente) (Rendu, 2006b) et, en collaboration avec H. Martin, celle du Piage (Lot) serviront de base pour la réflexion sur l'Aurignacien.

L'objectif sera d'essayer de dégager un modèle d'exploitation de la faune de part et d'autres de la transition en cernant notamment les stratégies de sélection des individus chassées, les modalités d'exploitation du territoire, et de tester les hypothèses qui ont déjà été proposées à partir de modèle défini dans d'autres régions comme les Cantabres (Pike-Tay *et al.* , 1999) et le Moyen-Orient (Lieberman, 1993, 1994). Ce dernier suggère notamment un changement du type de mobilité entre les Néandertaliens, résidentiels et les Hommes anatomiquement modernes qui présenteraient une mobilité de type logistique (sens Binford, 1980).

Bibliographie

ABE, Y. 2005. *Hunting and Butchery Patterns of the Evenki in Northern Transbaikalia, Russia*. PhD, Stony Brook University, 570 p.

ADAMS, L.et WATKINS, S. 1967. Annuli in Tooth Cementum Indicate Age in California Ground Squirrels. *Journal of Wildlife Management* **31:**836-839.

AITKEN, R. J. 1975. Cementum layers and tooth wear as criteria for ageing roe deer. *Journal of the Zoological Society of London* **175:**15-28.

ÁLVAREZ FERNANDEZ, E., DECLOS, X.et PENALVER MOLLA, E. 2005. La presencia del ámbar en los yacimientos prehistóricos (del Paleolítico superior a la Edad de Bronce) de la Cornisa Cantábrica y sus fuentes de aprovisionamiento. *Zephyrus* **LVIII:**159-182.

ANDERSON, J. L. 1986. Age determination of the nyala *Tragelaphus angasi*. *South African Journal of Wildlife Research* **16:**82-90.

ANDREWS, A. H. 1982. The use of dentition to age young cattle. *In Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeologcal Sites*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. BAR British series, Oxford, pp. 155-205.

ARMAND, D. 1990. La Quina : quelques données sur la faune du Bone Bed. *Paléo* **2:**127-136.

ARMAND, D. 1998. Sur la présence d'*Equus caballus gallicus* dans les niveaux supérieurs de la la station Amont de La Quina (Charente). *Quaternaire* **9:**345-353.

ARMAND, D. 2005. Le Bison du site Moustérien de La Quina (Charente). *In Les Ongulés Holarctiques*. AFEQ, pp. 68-74.

ARMAND, D., PUBERT, E.et SORESSI, M. 2001. Organisation saisonnière des comportements de prédation des Moustériens de Pech-de-l'Azé. Premiers résultats. *Paléo* **13:**19-28.

ARRIZABALAGA, A., BON, F., MAILLO, J.-M., NORMAND, C.et ORTEGA, I. sous presse. Territoires et frontières de l´Aurignacien dans les Pyrénées occidentales et les Cantabres. *In Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques. Actes de la table ronde de Tarascon-sur-Ariège, 2004*, CAZALS, N., pp.

ATTWELL, C. A. M. 1980. Age determination of the blue wildebeest *Connochaetes taurinus* in Zululand. *South African Journal of Zoology* **15:**121-130.

AUGUSTE, P. 1992. Etude archéozoologique des grands Mammiferes du site Pleistocene moyen de Biache-Saint-Vaast (Pas-De-Calais, France): Apports biostratigraphiques et Palethnographiques. *L'Anthropologie* **96:**49-70.

AUGUSTE, P. 1995. Chasse et charognage au Paléolithique moyen: l'apport du gisement de Biache-Saint-Vaast (Pas-De-Calais). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* **92:**155-167.

AZORIT, C., MUNOZ-COBO, J., HERVAS, J.et ANALLA, M. 2004. Aging through growth marks in teeth of Spanish red deer. *Wildlife Society Bullein* **32:**702-710.

BAGLINIÈRE, J.-L., CASTANET, J., CONAND, F.et MEUNIER, F. J. 1992. Tissus dur et âge individuel des vertebrés*Colloque national Bondy Conference*. Location, 4 au 6 Mars 1991

BALASSE, M., AMBROSE, S. H., SMITH, A. B.et PRICE, D. 2002. The Seasonal Mobility Model for Prehistoric Herders in the South-western Cape of South Africa Assessed by Isotopic Analysis of Sheep Tooth Enamel. *Journal of Archaeological Science* **29:**917-932.

BARTRAM, L. E. 1993. Perspectives on skeletal part profiles and utility curves from eastern Kalahari ethnoarchaeology. *In From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal*

Remains, HUDSON, J. Center for Archaeological Investigation, Southern Illinois University at Carbondale, pp. 115-155.

BARTRAM, L. E. J.et MAREAN, C. W. 1999. Explaining the "Klasies Pattern" : Kua Ethnoarchaeology, the Die Kelders Middle Stone Age Archaeofauna, Long Bone Fragmentation and Carnivore Ravaging. *Journal of Archaeological Science* **26:**9-29.

BARYSHNIKOV, G. F. 1999. Bison from Ealy Paleolithic Sites in the Caucasus and Crimea. *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 319-331.

BARYSHNIKOV, G. F.et HOFFECKER, J. F. 1994. Mousterian hunters of the northwestern Caucasus : Preliminary results of recent investigations. *Journal of Field Archaeology* **121:**1-14.

BAUMANN, F. 1949. *Die freilebenden Säugetiere der Schweiz*. Stämpfli & Cie Series, Bern, 492 p.

BEASLEY, M. J., BROWN, W. A. B.et LEGGE, A. J. 1992. Incremental banding in dental cementum: methods of preparation for teeth from archaeological sites and for modern comparative specimens. *International Journal of Osteoarchaeology* **2:**37-50.

BEAUVAL, C. 2004. La faune des niveaux Mousteriens de "Chez-Pinaud" (Jonzac, Charente-Maritime, France). Première analyse. *In Le site paléolithique de Chez-Pinaud à Jonzac, Charente-Maritime.*, AIRVAUX, J. Préhistoire du Sud Ouest, pp. 125-156.

BEHRENSMEYER, A. K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* **4:**150-162.

BERGER, J. 1986. *Wild Horses of the Great Basin: Social Competition and Population Size*. University of Chicago Press Series, Chicago, 326 p.

BERGER, J.et CUNNINGHAM, C. 1994. *Bison: Mating and Conservation in Small Populations*. Columbia University Press Series, New York, 330 p.

BIERWIRTH, S. L. 1996. *Lithic Analysis in Southwestern France. Middle Paleolithic assemblages from the site of La Quina*. BAR Series 633, Oxford, 75 p.

BIGNON, O. 2003. *Diversité et exploitation des équidés au Tardiglaciaire en Europe occidentale - Implications pour les stratégies de subsistance et les modes de vie au Magdalénien et à l'Azilien ancien du Bassin parisien*. PhD, Université de Nanterre-Paris X, 856 p.

BINFORD, L. R. 1978. *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press Series, New-York, San Francisco, London, 512 p.

BINFORD, L. R. 1980. Willow smoke and dog's tails: Hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* **45:**4-20.

BINFORD, L. R. 1981. *Bones : Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press Series, New-York, 321 p.

BINFORD, L. R. 1984. *Faunals Remains from Klasies River Mouth*. Academic Press Series, Orlando, 283 p.

BINFORD, L. R. 1988. Etude taphonomique des restes fauniques de la grotte Vaufrey, Couche VIII. *In La grotte Vaufrey: Paleoenvironnement - Chronologie - Activité humaines*, RIGAUD, J.-P. Mémoires de la Société Préhistorique Française, pp. 535-563.

BINFORD, L. R. 1989. Isolating the transition to cultural adaptations: An organizational approach. *In The Emergence of Modern Humans. Biocultural Adaptations in the Later Pleistocene*, TRINKAUS, E. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 18-41.

BLUMENSCHINE, R. J.et MAREAN, C. W. 1993. A Carnivore's View of Archaeological Bone Assemblages. *In From Bones to Behavior*, *IN* : J. HUDSON. Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois, Carbonale, pp. 273-300.

BLUMENSCHINE, R. J.et SELVAGGIO, M. M. 1988. Percsussion Marks on Bone Surface as a New Diagnostic of Hominid Behaviour. *Nature* **333:**763-765.

BOCHERENS, H., BILLIOU, D., MARIOTTI, A., PATOU-MATHIS, M., OTTE, M., BONJEAN, D.et TOUSSAINT, M. 1999. Palaeoenvironnemental and Palaeodietary Implications of Isotopic Biogeochemistry of Last Interglacial Neanderthal and Mammal Bones in Scladina Cave (Belgium). *Journal of Archaeological Science* **26:**599-607.

BOCHERENS, H.et DRUCKER, D. 2003. Reconstructing neandertal diet from 120 000 to 30 000 BP using carbon and nitrogen isotopic abundances. *In Le rôle de l'environnement dans les comportements des chasseurs-cueilleurs préhistoriques*, PATOU-MATHIS, M. et BOCHERENS, H. BAR International Series, Oxford, pp. 1-7.

BOCHERENS, H., FIZET, M.et MARIOTTI, A. 1994. Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry : implications for Pleistocene bears. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **107:**213-225.

BOCHERENS, H., FIZET, M., MARIOTTI, A., LANGE-BADRE, B., VANDERMEERSCH, B., BOREL, J.-P.et BELLON, G. 1991. Isotopic biogeochemistry (^{13}C, ^{15}N) of fossil vertebrate collagen: Application to the study of a past food web including Neandertal man. *Journal of Human Evolution* **20:**481-492.

BOËDA, E., BOURGUIGNON, L.et GRIGGO, C. 1998. Activités de subsistance au Paléolithique moyen: couche VI3b' du gisement d'Umm el Tlel (Syrie). *In Economie Préhistorique: Les Comportements de Subsistance au Paléolithique. 18e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, BRUGAL, J.-P.,MEIGNEN, L. et PATOU-MATHIS, M. CNRS, Sophia Antipolis, pp. 243-258.

BORDES, F. 1954-55. Les gisements de Pech de l'Azé (Dordogne) I. Le Moustérien de tradition acheuléenne. *L'Anthropologie* **58-59:**408-32 et 1-38.

BORDES, F. 1972. *A Tale of Two Caves*. Harper and Row Series, Londre, 169 p.

BORDES, F. 1975. Sur la notion de sol d'habitat en préhistoire paléolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* **tome 72, c.r.s.m. :**139-144.

BORDES, F.et BOURGON, M. 1950. Le gisement de Pech de l'Aze-Nord: prise de date et observations preliminaries. *Bulletin de la Societe Prehistorique Francaise* **4:**381-383.

BORDES, F.et BOURGON, M. 1951. Le complexe moustérien : Moustérien, Levalloisien et Tayacien. *L'Anthropologie* **55:**1-23.

BOUCHUD, J. 1954a. Dents de rennes, bois de rennes et migrations. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* **51:**340-345.

BOUCHUD, J. 1954b. Le Renne et le problème des migrations. *L'Anthropologie* **58:**79-84.

BOUCHUD, J. 1959. *Essai sur le Renne et la climatologie du Paléolithique moyen et supérieur*. Thèse de Doctorat, Université des Sciences, Paris, 337 p.

BOUCHUD, J. 1966. *Essai sur le Renne et la Climatologie du Paléolithique Moyen et Supérieur*. Imprimèrie Magne Series, Périgeux, 300 p.

BOURGUIGNON, L., GRIGGO, C.et SELLAMI, F. 2006. Chasse et consommation de jeunes bisons par les Moustériens à denticulés de La Rouquette à Puycelsi (Tarn).JAUBERT, J.,ORTEGA, I. et BORDES, J.-G., *Journées décentralisées de la Société Préhistorique Française, « Les sociétés Paléolithiques d'un grand Sud-Ouest : nouveaux gisements, nouvelles méthodes, nouveaux résultats » Conference*. Location, 24-25 novembre 2006

BOUZOUGGAR, A., BARTON, N., VANHAEREN, M., D'ERRICO, F., COLLCUTT, S., HIGHAM, T., HODGE, E., PARFITT, S., RHODES, E., SCHWENNINGER, J.-L., STRINGER, C., TURNER, E., WARD, S., MOUTMIR, A.et STAMBOULI, A. 2007. 82,000-year-old shell beads from North Africa and implications for the origins of modern human behavior. *PNAS* **104:**9964-9969.

BOYDE, A.et JONES, S. J. 1972. Scanning electron microscopic studies of the formation of mineralized tissues. *In Developmental Aspects of Oral Biology*, SLAVKIN, H. C. et BAVETTA, L. A. Academic Press, New York, pp. 243-274.

BRAIN, C. K. 1981. *The Hunters and the Hunted ? An Introduction of African Cave Taphonomy*. University of Chicago Press Series, Chicago and London, 365 p.

BRUGAL, J.-P. 1999a. Etude de populations de grands bovidés européens: Intérêt pour la connaissance des comportements humains au Paléolithique. *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 85-103.

BRUGAL, J.-P. 1999b. Middle paleolithic subsistence on large bovids : La Borde and Coudoulous I (Lot, France).RÖMISCH-GERMANISCHES ZENTRALMUSEUM, F. F. V. U. F., *The role of early humans in the accumulation of european lower and middle palaeolithic bone assemblages Conference*. Location

BRUGAL, J.-P.et DAVID, F. 1993. Usure dentaire, courbe de mortalité et "saisonnalité" : les gisements du Paléolithique moyen a grands bovidés.APDCA, *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps, XIII° Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, IV° Colloque international de l'Homme et de l'Animal, 15-16-17 octobre 2002 Conference*. Location

BULL, G.et PAYNE, S. 1982. Tooth eruption and epiphysal fusion in pigs and wild boar. *In Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeologcal Sites*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. BAR British series, Oxford, pp. 55-72.

BURKE, A. 1995. *Prey Movements and Settlement Patterns During the Upper Paleolithic in Southern France*. BAR Series 619, Oxford, 126 p.

BURKE, A. 2000. The view from Starosele: Faunal exploitation at a Middle Palaeolithic site in western Crimea. *International Journal of Osteoarchaeology* **10:**325-335.

BURKE, A.et CASTANET, J. 1995. Histological observations of cementum growth in horse teeth and their application to archaeology. *Journal of Archaeological Science* **22:**479-493.

CAPITAN, L.et PEYRONY, D. 1909. Deux squelettes humains au milieu des foyers de l'époque moustérienne. *Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris* **19:**402-409.

CASTANET, J., FRANCILLON-VIELLOT, H., MEUNIER, F. J.et DE RICQLES, A. 1993. Bone and Individual Aging. *In Bone Growth*, HALL, B. K. CRC Press Bone, pp. 245-283.

CASTANET, J., MEUNIER, F. J.et DE RICQLES, A. 1977. L'enregistrement de la croissance cyclique par le tissu osseux chez les Vertébrés poikilothermes : données comparatives et essai de synthèse. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique* **111:**183-202.

CASTEL, J.-C. 1999. *Comportements de Subsistance au Solutréen et au Badegoulien d'Après les Faunes de Combe-Saunière (Dordogne) et du Cuzoul de Vers (Lot)*. PhD, Université de Bordeaux I, Bordeaux, 619 p.

CASTERAN, M. 1961. *Notice de la carte géologique de Saint Gaudens au 1/80 000*. BRGM Series, 6 p.

CHAMPAGNE, F., CHAMPAGNE, C., JAUZON, P.et NOVEL, P. 1990. Le site préhistorique des Fieux à Miers (Lot). État actuel des recherches. *Gallia Préhistoire* **32:**1-28.

CHASE, P. G. 1986. The Hunters of Combe Grenal. Approaches to the Middle Paleolithic Subsistence in Europe. BAR International Series, Oxford, pp. 224.

CHASE, P. G. 1999. Bison in the context of complex utilization of faunal resources: A preliminary report on the Mousterian zooarchaeology of La Quina (Charente, France). *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 159-184.

CHASE, P. G., ARMAND, D., DEBÉNATH, A., DIBBLE, H.et JELINEK, A. J. 1994. Taphonomy and Zooarchaeology of a Mousterian Faunal Assemblage from La Quina, Charente, France. *Journal of Field Archaeology* **21:**289-305.

CHILD, A.-M. 1995. Towards an understanding of the microbial decomposition of archaeological bone in the burial environment. *Journal of Archaeological Science* **22:**165-174.

CHRISTIAN, J. J. 1956. The natural history of a summer aggregation of the big brown bat *Eptesicus fuscus fuscus*. *Am. Midl. Nat.* **55:**1-66.

CHRISTIANSON, D. A., GOGAN, P. J. P., PODRUZNY, K. M.et OLEXA, E. M. 2005. Incisor wear and age in Yellowstone bison. *Wildlife Society Bullein* **33:**669-676.

CONARD, N. J. 1999. Bovids remains from the 1991-1994 Excavation in Wallertheim and their Bearing on the INterpretation of the Locality. *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 301-318.

CONARD, N. J. 2001. River Terrace, Volcanic Craters and Middle Paleolithic Settlement in the Rhineland. *In Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*, CONARD, N. J. Kerns Verlag, Tübingen, pp. 221-250.

COSTAMAGNO, S. 1999. *Stratégies de Chasse et Fonction des Sites au Magdalénien dans le Sud de la France*. Thèse de troisième cycle, Université Bordeaux I, Talence, 2 tomes, 329 tabl., 133 fig., 21 ill., 103 pl., 4 photos, 505 p.

COSTAMAGNO, S. 2002. Rapport sur la faune d'Isturitz mise au jour durant les campagnes de fouilles 2000, 2001, 2002. *In Isturitz (Salle de Saint-Martin). Rapport de fouilles programmées 2000-2002 et projet de recherche 2003-2005*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 25.

COSTAMAGNO, S. 2005. Rapport sur la grande faune d'Isturitz mise au jour durant les campagnes de fouille 2003, 2004 et 2005. *In Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 18.

COSTAMAGNO, S. 2006. Territoires de chasse paléolithiques : des méthodes d'études à l'aplication archéologique. *In Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen. Actes de sessions présentées au Xe congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004)*, BRESSY, C.,BURKE, A.,CHALARD, P. et MARTIN, H. ERAUL Liège, pp. 63-70.

COSTAMAGNO, S. soumis. Stratégies de chasse et exploitation des grands Mammifères par les groupes aurignaciens d'Isturitz.NORMAND, C., *Table-ronde « Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats » Conference*. Location, 14-15 novembre 2003

COSTAMAGNO, S., GRIGGO, C.et MOURRE, V. 1999. Approche expérimentale d'un problème taphonomique : utilisation de combustible osseux au Paléolithique. *Préhistoire Européenne* **13:**167-194.

COSTAMAGNO, S., MEIGNEN, L., BEAUVAL, C., VANDERMEERSCH, B.et MAUREILLE, B. 2006. Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France): A mousterian reindeer hunting camp? *Journal of Anthropological Archaeology* **25:**466-484.

COSTAMAGNO, S., THÉRIT-PARISOT, I., BRUGAL, J.-P.et GUIBERT, R. 2005. Taphonomic consequences of the use of bones as fuel. Experimental data and archaeological applications. *In Biosphere to Lithosphere, new study in vertebrate taphonomy*, O'CONNORD, T. Oxbow Books, pp. 52-63.

COSTELLO, C. M., INMAN, K. H., JONES, D. E., INMAN, R. M., THOMNSON, B. C.et QUIGLEY, H. B. 2005. Reliability of the cementum annuli technique for estimating age of black bears in New Mexico. *Wildlife Society Bullein* **32:**169-176.

COY, J. P., JONES, R. T.et TURNER, K. A. 1982. Absolute ageing of cattle from tooth sections and its relevance to archaeology. *In Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeologcal Sites*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. BAR British series, Oxford, pp. 127-140.

CRAIGHEAD, J. J., CRAIGHEAD, F. C.et MCCUTCHEN, H. E. 1979. Age determination of grizzly bears from fourth premolar tooth sections. *Journal of Wildlife Management* **34:**353-363.

CROWE, D. M.et STRICKLAND, M. D. 1975. Dental annulation in the american badger. *Journal of Mammology* **56:**269-272.

CRUZ-URIBE, K. 1991. Distinguishing Hyena from Hominid Bone Accumulations. *Journal of Field Archaeology* **18:**467-488.

CUGINI, P. 1993. Chronobiology: Principles and Methods, Medical Semeiology and Methodology. *Annali Instituto Superiore di Sanità* **29:**483-500.

DAVID, F., EISENMANN, V., FARIZY, C., GIRARD, M., GRÜN, R., KRIER, V.et MISKOVSKY, J.-C. 1994. Synthèse Chronostratigraphique. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 69-70.

DAVID, F.et ENLOE, J. G. 1993. L'exploitation des animaux sauvages de la fin du Paléolithique moyen au Magdalénien*Exploitation des animaux sauvages à travers le temps - XIII° Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes - IV° Colloque International de l'Homme et de l'Animal, Société de recherche Interdisciplinaire Conference*. Location

DAVID, F.et FARIZY, C. 1994. Les vestiges osseux : étude archéozoologique. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 177-234.

DAVID, F.et FOSSE, P. 1999. Le bison comme moyen de subsistance au Paléolithique: Gisements de plein air et sites en grotte. *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 121-141.

DE BEAUNE, S. A. 2005. L'outillage sur galet des fouilles 2000 à 2003. *In Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 18.

DE GLANVILLE, B. 1491. *Le propriétaire en françoys* Gallica (bnf) Series, 300 p.

DEBÉNATH, A.et JELINEK, A. J. 1998. Nouvelles fouilles à la Quina (Charente). Résultats préliminaires. *Gallia Préhistoire* **40:**29-74.

DELPECH, F. 1999. La chasse au Bison dans le Sud Ouest de la France au cours du Würm : choix humain ou contraintes environnementales. *In Le Bison : Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. APDCA Editions, Antibes, pp. 63-84.

DELPECH, F., DONARD, E., GILBERT, A., GUADELLI, J.-L., LE GALL, O., MARTINI-JACQUIN, A., PAQUEREAU, M.-M., PRAT, F.et TOURNEPICHE, J.-F. 1983. Contribution à la lecture des paléoclimats quaternaires d'après les données de la paléontologie en milieu continental. Quelques exemples de flore et de faune d'Ongulés pris dans le pléistocène supérieur*Colloque de l'A. G. S. O. Conference*. Location, mai 1983

DEMARS, P.-Y., LE GALL, O.et MARTIN, H. 2007. Saisonnalité, mobilité et spécialisation des sites. Une approche polythématique. *In Chasseurs-cueilleurs. Comment vivaient nos ancêtres du Paléolithique supérieur*, DE BEAUNE, S. A. CNRS Editions, pp. 99-115.

DENIRO, M. J.et SCHOENIGER, M. J. 1983. Stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone collagen: Variations within individuals, between sexes, and within populations raised on monotonous diets. *Journal of Archaeological Science* **10:**199-203.

DENIZ, E.et PAYNE, S. 1982. Eruption and wear in the mandibular dentition as a guide to ageing Turkish Angora goats. *In Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeologcal Sites*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. BAR British series, Oxford, pp. 155-206.

D'ERRICO, F. 2003a. *Néandertaliens et hommes anatomiquement modernes : des trajectoires parallèles vers la modernité culturelle*. HDR, Université Bordeaux 1, Talence, 202 p.

D'ERRICO, F. 2003b. The Invisible Frontier. A Multiple Species Model for the Orgin of Behavioral Modernity. *Evolutionary Anthropology* **12:**188-202.

D'ERRICO, F., HENSHILWOOD, C.et NIILSEN, P. 2001. An engraved bone fragment from *c.*70,000-year-old Midle Stone Age levels at Blombos Cave, South Africa : implications for the origin of symbolism and language. *Antiquity* **75:**309-318.

D'ERRICO, F., HENSHILWOOD, C., VANHAEREN, M.et VAN NIEKERK, K. 2005. *Nassarius kraussianus* shell beads from Blombos Cave : evidence for symbolic behaviour in the Middle Stone Age. *Journal of Human Evolution* **48:**3-24.

D'ERRICO, F.et VANHAEREN, M. 2002. Criteria for Identifying Red Deer (*Cervus elaphus*) Age and Sex from Their Canines. Application to the study of Upper Palaeolithic and Mesolithic Ornaments. *Journal of Archaeological Science* **29:**211-232.

D'ERRICO, F.et VILLA, P. 1997. Holes and grooves : the contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins. *Journal of Human Evolution* **33:**1-31.

D'ERRICO, F., ZILHAO, J., BAFFIER, D., JULIEN, M.et PELEGRIN, J. 1998. Neanderthal acculturation in Western Europe. A critical review of the evidence and its interpretation. *Current Anthropology* **39:**S1-S44.

DIBBLE, H.et MC PHERRON, S. 1988. On the computarization of the archaeological projects. *Journal of Field Archaeology* **15:**431-440.

DIEKWISCH, T. G. H. 2001. Developmental Biology of Cementum. *Int. J. Dev. Biol.* **45:**695-706.

DOUGLAS, M. J. W. 1970. Dental cement layers as criteria of age for deer in New Zealand with emphasis on red deer, *Cervus elaphus*. *New Zealand Journal of Science* **13:**352-358.

DUNCAN, P. 1992. *Horses and Grasses*. Springer Series, New York, 287 p.

DUPRAS, T. L.et SCHWARCZ, H. P. 2001. Strangers in a Strange Land: Stable Isotope Evidence for Human Migration in the Dakhleh Oasis, Egypt. *Journal of Archaeological Science* **28:**1199-1208.

EISENMANN, V.et DAVID, F. 1994. La Faune. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 40-56.

EMERSON, A. M. 1990. *Archaeological Implications of Variability in the Economic Anatomy of Bison bison*. PhD, Washington State University, University Microfilms, Ann Arbor, p.

ERICKSON, J. A.et SELIGER, W. G. 1969. Efficient sectioning of incisors for estimating ages of mule deer. *Journal of Wildlife Management* **33:**384-388.

FARIZY, C., DAVID, F.et JAUBERT, J. 1994. *Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*. CNRS Series XXX° supplément, 253 p.

FEREMBACH, D. 1969. Les affinités morphologiques de l'enfant néandertalien du Pech-de-l'Azé (Dordogne). *C. R. Acad. Sc.* **t. 268:**1485-1488.

FERENBACH, D., LEGOUX, P., FENART, R., EMPEREUR-BUISSON, R.et VLECK, E. 1970. *L'enfant du Pech-de-l'Azé. Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*. Masson Series mém. 33, Paris 186 p.

FISCUS, C. H. 1961. Growth in the steller sea lion. *Journal of Mammology* **42:**218-223.

FISHER, J. W. J.et ROLL, T. E. 1999. Prehistoric Human Exploitation of Bison in the Great Plains of Montana (USA) during the lat 3000 years.BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J., *Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines. Conference.* Location, 6-10 Juin 1995

FOGL, J. G.et MOSBY, H. S. 1978. Aging Grey Squirrels by Cementum Annuli in Razor Sectioned Teeth. *Journal of Wildlife Management* **42:**444-448.

FOSSE, P. 1994. L'hyène des cavernes comme agent d'accumulation des ossements à Lunel-Viel 1 (Hérault, France). Observations préliminaires*Outillage peu élaboré en os et en bois de Cervidés IV : taphonomie / bone modification Conference.* Location

FREE, S.et SAUER, P. R. 1966. Cementum layering in the canine tooth of a 28-year-old captive black bear. *New York Fish and Game Journal* **13:**233-234.

FRISON, G. C. 1974. *The Casper Site. A Hell Gap Bison Kill on the High Plains*. Academic Press Series, New-York, 266 p.

FRISON, G. C. 1978. *Prehistoric hunters of the high plains*. Academic Press Series, New-York 426 p.

FRISON, G. C.et REHER, C. A. 1970. Age determination of buffalo by tooth eruption and wear. *In The Glenrock Buffalo Jump, 48C0304: Late Prehistoric Period Buffalo Procurement and Butchering in the Northwest Plains*, FRISON, G. C. Plains Anthropologist Memoir 7, pp. 46-50.

GASAWAY, W. C., HARKNESS, D. B.et RAUSCH, R. A. 1978. Accuracy of moose age determination from incisor cementum layers. *Journal of Wildlife Management* **42:**558-563.

GAUDZINSKI, S. 1995. Wallertheim revisited: A reanalysis of the fauna from the Middle Paleolithic site of the Wallertheim (Rheinhessen, Germany). *Journal of Archaeological Science* **22:**51-66.

GAUDZINSKI, S. 1999. A contribution to the knowledge of the Early Weichselian open-air site of Wallertheim (Rheinhessen/Germany). *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 281-300.

GAUDZINSKI, S. 2000. On the variability of middle palaeolithic procurement tactics : the case of Salzgitter Lebenstedt, Northern Germany. *International Journal of Osteoarchaeology* **10:**396-406.

GAUDZINSKI, S.et ROEBROEKS, W. 2000. Adults only. Reindeer hunting at the middle palaeolithic site salzgitter lebenstedt, northern Germany. *Journal of Human Evolution* **38:**497-521.

GENESTE, J.-M. 1985. *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord : une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen.* Thèse de 3° Cycle, Université de Bordeaux 1, Talence, 572 p.

GENESTE, J.-M.et JAUBERT, J. 1999. Les sites paléolithiques à grands bovidés et les assemblages lithiques : chronologie, techno-économie et cultures. *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 185-214.

GEUSA, G., BONDIOLI, L., CAPUCCI, E., CIPRIANO, A., GRUPE, G., SAVORÉ, C.et MACCHIARELLI, R. 1999. *Osteodental Biology of the People of Portus Romae (Necropolis of Isola Sacra, 2nd-3rd Cent. AD). II. Dental Cementum Annulations and Age at Death Estimates*Series 2, CDROM p.

GEUSA, G., BONDIOLI, L., CAPUCCI, E., ROSSI, P. F.et MACCHIARELLI, R. 1996. Anulazioni del cemento e determinazione dell'età alla morte. *In L'Adattamento Umano all'Ambiente. Passato e Presente. Atti dell'XI Congresso degli Antropologi Italiani*, MILLIKEN, C. P. A. S. ABACO, Forlì, pp. 325-336.

GILBERT, F. F. 1966. Aging white-tailed deer by annuli in the cementum of the first incisor. *Journal of Wildlife Management* **30:**200-202.

GORDON, B. C. 1988. *Of Men and Reindeer Herds in French Magdalenian Prehistory*. BAR Series 390, Oxford, 233 p.

GOURICHON, L. 2004. *Faune et saisonnalité : L'organisation temporelle des activités de subsistance dans l'Epipaléolithique et le Néolithique récéramique du Levant nord (Syrie).* PhD, Université Lumière – Lyon 2, 457 p.

GRANT, A. 1982. The use of tooth wear as a guide to the age of domestic ongulates. *In Absolute ageing of cattle from tooth sections and its relevance to archaeology*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. BAR British Series, Oxford, pp. 91-108.

GRAYSON, D. K.et DELPECH, F. 1994. The evidence for Middle Palaeolithic scavenging from Couche VIII, Grotte Vaufrey (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science* **21:**359-375.

GREER, K. R.et YEAGER, H. W. 1967. Sex and age indications from upper canine teeth of Elk (Wapiti). *Journal of Wildlife Management* **31:**408-417.

GRIGGO, C.et PUBERT, E. 1998. Cémento-chronologie de quelques dents de bouquetin des Pyrénées (Capra hircus pyrenaica) provenant de la Grotte des Eglises (Ussat - Ariège). *Paléo* **11:**177-185.

GROßKOPF, B. 1990. Age determination by counting incremental lines in dental cementum of burial human teeth. *Zeitschrift für Rechtsmedizin* **103:**351-360.

GRUE, H. 1976. Non-seasonal Incremental Lines in Tooth Cementum of Domestic Dogs (*Canis familiaris* L.). *Danish Review of Game Biology* **10:**1-8.

GRUE, H.et JENSEN, B. 1973. Annular structures in the canine tooth cementum in red foxes (Vulpes vulpes) of known age. *Danish Review of Game Biology,* **8:**1-12.

GRUE, H.et JENSEN, B. 1976 Annual cementum structures in canine teeth in arctic foxes (*Alopex lagopus* L.) from Greenland and Denmark. *Danish Review of Game Biology***:**1-2.

GRUE, H.et JENSEN, B. 1979. Review of the Formation of Incremental Lines in Tooth Cementum of Terrestrial Mammals. *Danish Review of Game Biology* **11:**1-48.

GRÜN, R. 1994. Estimation de l'âge de Mauran par résonnace paramagnétique électronique. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 65-67.

GSTALTER, A.et LAZIER, P. 1996. *Le Bison d'Europe, mythe et renaissance d'une espèce sauvage*Series, 124 p.

GUADELLI, J.-L. 1987. *Contribution à l'étude des zoocénoses préhistoriques en Aquitaine (Würm ancien et interstade würmien).* Thèse de 3° cycle, Université de Bordeaux I, 3 vol., 163 fig., 424 tab., 568 p.

GUADELLI, J.-L.et OZOUF, J.-C. 1994. Etude experimentales de l'action du gel sur les restes fauniques: premiers résultats. *Artefacts* **9:**47-56.

HARSHYNE, W. A., DIEFENBACH, D. R., ALT, G. L.et MATSON, G. M. 1998. Analysis error from cementum-annuli age estimation of known age pennsylvania Black bears *Journal of Wildlife Management* **62:**1281-1291.

HEMMING, J. E. 1969. Cemental deposition, tooth succession and horn development as criteria of age in Dall sheep. *Journal of Wildlife Management* **33:**552-558.

HENRI-MARTIN, G. 1965. La Quina. *Bulletin de l'A.F.E.Q* **4-5:**198-204.

HENRI-MARTIN, L. 1906. Ossements utilisés par l'homme moustérien de la station de la Quina, Charente. *Bulletin de la Société Préhistorique de France* **3:**194-198.

HENRI-MARTIN, L. 1923. *Recherches sur l'évolution du Moustérien dans le gisement de la Quina. t. 2 : industrie lithique.* Mémoire de la Société archéologique et historique de Charente Series mémoire 14, Angoulême, 146 p.

HENSHILWOOD, C., D'ERRICO, F., VANHAEREN, M., NIEKERK, K.et JACOBS, Z. 2004. Middle Stone Age Shell Beads from South Africa. *SCIENCE* **304:**404.

HENSHILWOOD, C., D'ERRICO, F., YATES, R., JACOBS, Z.et TRIBOLO, C. 2002. Emergence of Modern Human Behaviour : Middle Stone Age Engravings from South Africa. *SCIENCE* **295:**1278-1280.

HENSHILWOOD, C.et MAREAN, C. 2003. The Origin of Modern Human Behavior. *Current Anthropology* **44:**627-637.

HEWER, H. R. 1960. Age determination of seals. *Nature* **187:**959.

HEWER, H. R. 1964. The determination of age, sexual maturity. longevity and a life-table in the grey seal (Halichoerus grypus). *Proceedings of the Zoological Society of London* **142** 593-624.

HOFFECKER, J. F., BARYSHNIKOV, G.et POTAPOVA, O. 1991. Vertebrate remains from the Mousterian site of Il'skaya I (northern Caucasus, U.S.S.R.): New analysis and interpretation. *Journal of Archaeological Science* **1:**113-147.

JAHREN, A. H., TODD, L. C.et AMUNDSON, R. G. 1998. Stable Isotope Dietary Analysis of Bison Bone Samples from the Hudson-Meng Bonebed: Effects of Paleotopography. *Journal of Archaeological Science* **25:**465-475.

JAUBERT, J. 1984. *Contribution à l'étude du Paléolithique ancien et moyen des Causses.* PhD, Université de Paris I - Panthéon Sorbonne, Paris, 615 p.

JAUBERT, J. 1993. Le gisement paléolithique moyen de Mauran (Haute-Garonne): techno-économie des industries lithiques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* **90:**328-335.

JAUBERT, J. 1994. Les Industries Lithiques. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 74-167.

JAUBERT, J. 1999. *Chasseurs et Artisans du Moustérien*. La Maison des Roches Series, Paris, 152 p.

JAUBERT, J.et BISMUTH, T. 1996. « Le Paléolithique moyen des Pyrénées centrales : esquisse d'un schéma chronologique et économique dans la perspective d'une étude comparative avec les documents ibériques ».DELPORTE, H. et CLOTTES, J., *118° Congrès National des Sociétés historiques et scientifiques Conference*. Location, 1993

JAUBERT, J.et FARIZY, C. 1994. Comparaisons régionales et synthèse. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 170-175.

JAUBERT, J., HUBLIN, J.-J., SORESSI, M., MCPHERRON, S., BAILEY, S., BORDES, J.-G., CLAUD, É., MALLYE, J.-B., MICHEL, A., NICLOT, M., RENDU, W., RICHARDS, M., RICHTER, D., ROUSSEL, M., STEELE, T., TAYLOR, G.et TEXIER, J.-P. 2006. La fin du Paléolithique moyen et le début du Paléolithique supérieur à Jonzac (Charente-Maritime) : premiers résultats des campagnes 2004-2006.JAUBERT, J.,BORDES, J.-G. et ORTEGA, I., *Journées décentralisées de la Société Préhistorique Française, « Les sociétés Paléolithiques d'un grand Sud-Ouest : nouveaux gisements, nouvelles méthodes, nouveaux résultats » Conference*. Location, 24 Novembre 2006

JAUBERT, J., KERVAZO, B., BAHAIN, J.-J., BRUGAL, J.-P., CHALARD, P., FALGEURES, C., JARRY, M., JEANNET, M., LEMORINI, C., LOUCHARD, A., MAKSUD, F., MOURRE, V., QUINIF, Y.et THIÉBAUT, C. 2005. Coudoulous I (Tour-de-Faure, Lot),site du Pleistocène moyen en Quercy : bilan pluidisciplinaire. *In Données récentes sur les premiers peuplements en Europe*, pp. 228-251.

JAUBERT, J., LORBLANCHET, M., LAVILLE, H., SLOTT-MOLLER, R., TURQ, A.et BRUGAL, J.-P. 1990. *Les Chasseurs d'Aurochs de La Borde. Un Site du Paléolithique Moyen (Livernon, Lot)*Series 27, 157 p.

JAUBERT, J., MOURRE, V.et DAVID, F. 1996. Mauran - Balaresque. *In Bilan scientifique 1995*. DRAC Midi-Pyrénées - Ministère de la Culture, Toulouse, pp. 83-84.

JELINEK, A. J., DEBÉNATH, A.et DIBBLE, H. L. 1989. A preliminary report on evidence related to the interpretation of economic and social activities of neandertals at the site of La Quina (Charente), France. *In La Subsistance*. ERAUL L'Homme de Néanderthal, Liège, pp. 99-106.

JENSEN, B.et NIELSEN, L. B. 1968. Age determination in the red fox (Vulpes vulpes) from canine tooth sections. *Danish Review of Game Biology***:**1-15.

JONES, S. J.et BOYDE, A. 1974. Coronal cementogenesis in the horse. *Archives of Oral Biology* **19:**605-614.

KAY, R. F.et CANT, J. G. H. 1985. Cementum annulus counts and chronological age in Macaca mulatta. *American Journal of Physical Anthropology* **66:**188
KAY, R. F., RASMUSSEN, D. T.et BEARD, K. C. 1984. Cementum annulus counts provide a means of age detemlination in *Macaca mulatta* (*Primates*, *Anthropoidea*). *Folia Primatologica* **42:**85-95.

KEISS, R. E. 1969. Comparison of eruption-wear patterns and cementum annuli as age criteria in elk. *Journal of Wildlife Management* **33:**175-180.

KENNEDY, M. 1961. *The Assiniboines : from the accounts of the Old Ones told to First Boy*. University of Oklahoma Press Series, Norman, p.

KENYON, K.et FISCUS, C. H. 1963. Age determination in the Hawaiian monk seal. *Journal of Mammology* **44:**280-281.

KLEIN, R. G. 1989. Why does Skeletal Part Representation Differ Between Smaller and Larger Bovids at Klasies River Mouth and Other Archaeological Sites? *Journal of Archaeological Science* **6:**363-381.

KLEIN, R. G. 2000. Archeology and the Evolution of Human Behavior. *Evolutionary Anthroplogy* **9:**17-36.

KLEIN, R. G.et CRUZ-URIBE, K. 1984a. *The Analysis of Animal Bones from Archeological Sites*. The University of Chicago Press Series, Chicago
London, 266 p.

KLEIN, R. G.et CRUZ-URIBE, K. 1984b. The Computation of Ungulate Age (mortality) Profiles from Dental Crown Heights. *Paleobiology* **9:**70-78.

KLEVEZAL', G. A. 1996. *Recording Structures of Mammals: Determination of Age and Reconstruction of Life History*. A. A. Balkema Series, RotterdaM, 448 p.

KLEVEZAL', G. A.et KLEINENBERG, S. E. 1967. *Age determination of mammals by layered structure in teeth and bone*. Opredelenie Vozrasta mlekopitayushchikh po sloistym strukturam zubov i kosti Series cat. N°5433, Moskva : Institut Morfologii Zhivotnykhim, 128 p.

KLEVEZAL', G. A.et KLEINENBERG, S. E. 1969. *Age determination of mammals from annual layers in teeth and bones*. Israel Program for Scientific Translations Series, Jerusalem, 128 p.

KLEVEZAL, G. A.et PUCEK, Z. 1987. Growth layers in tooth cement and dentine of european bison and its hybrids with domestic cattle. *Acta Theriologica* **32:**115-128.

KLEVEZAL', G. A.et SHISHLINA, N. I. 2001. Assessment of the season of death of ancient human from cementum annual layers. *Journal of Archaeological Science* **28:**481-486.

KNIGHT, J. A. 1985. *Differencial preservation of calcined bones at the Hirondo Site, Alton, Maine*. Master thesis, University of Maine, p.

KOLB, H. 1978. The formation of lines in the cementum of premolar teeth in foxes. *Journal of the Zoological Society of London* **185:**259-263.

KREUTZER, L. A. 1992. Bison and deer bone mineral densities: Comparisons and implications for the interpretation of archaeological faunas. *Journal of Archaeological Science* **19:**271-294.

KRIER, V. 1994. Contexte stratigraphique. *In Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, FARIZY, C.,DAVID, F. et JAUBERT, J. CNRS Gallia Préhistoire, pp. 27-33.

KUHN, S. L. 1995. *Mousterian Lithic Technology. An Ecological Perspective*. Princeton University Press Series, Princeton, 208 p.

KURZ, R. F. 1937. *Journal of Rudolph Friederich Kurz. An Account of His experiences Among Fur Traders and American Indians on the Mississipi and the Upper Missouri Rivers During the Years 1846 to 1852*. Bureau of American Ethnology - Smithsonian Institution Series Bulletin 115, Washington D. C., 382 p.

LANDON, D. B., WAITE, C. A., PETERSON, R. O.et MECH, D. L. 1998. Evaluation of age determination techniques for Gray Wolves. *Journal of Wildlife Management* **62:**674-682.

LANGLOIS, A. 2004. *Au sujet du Cheval de La Micoque (Dordogne) et des comportements humains de subsistance au Pléistocène moyen dans le Nord-Est de l'Aquitaine*. PhD, Université Bordeaux 1, 327 p.

LAPARRA 2000. *Etude paléontologique, taphonomique et archéozoologique de la couche 4 du Pech de l'Azé Ib (Dordogne)*. Mémoire de DEA, Université Bordeux 1, 71 p.

LAPLACE, G. 1966. *Recherches sur l'origine et l'évolution des complexes leptolithiques*. École Française de Rome Series 4, Paris, p.

LAWS, R. M. 1952. A New Method of Age Determination for Mammals. *Nature* **169:**972-973.

LAWS, R. M. 1957. On the growth rate of the leopard seal *Hydrurga leptonyx*. *Saugetierkundl. Mitt.* **5:** 49-55.

LAWS, R. M. 1958. Growth rate and age of carbeater seals *Lobodon carcinophagus*. *Proceedings of the Zoological Society of London* **130:**275-288.

LAWS, R. M. 1962. Age determination of Pinnipedia with special reference to growth layers in the teeth. *Zeitschrift für Saugetierk* **27:**129-146.

LE GALL, O. 1999. *Ichtiophagie et pêche préhistoriques : quelques données de l'Europe occidentale.* Thèse d'Etat de Doctorat es Sciences, Université Bordeaux 1, 473 p.

LE GALL, O., DEMARS, P.-Y., JARRY, M.et MARTIN, H. 2007. Saisons et proies : réflexions sur les notions de prédation(s) et de territoire(s). *In A.C.R. Cultures et environnements Paléolithiques : mobilités et gestions des territoires des chasseurs-cueilleurs en Quercy. Rapport final*, JARRY, M. Ministére de la Culture, Ministére de la Recherche, Centre National de le Recherche Scientifique, Institut National des Recherches Archéologiques Préventives avec la collaboration de l'Unité Toulousaine d'Archéologie et d'Histoire UMR 5608 CNRS, pp. 307-325.

LENOBLE, A. 2003. *Le rôle du ruissellement dans la formation des sites préhistoriques : approche expérimentale.* PhD, Université Bordeaux 1, Talence, 306 p.

LETOURNEUX, C. 2003. *DEVINE QUI EST VENU DINER A BRASSEMPOUY ? Approche taphonomique pour une interprétation archéozoologique des vestiges osseux de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes).* PhD, Université Paris I, Paris, 319 p.

LEUZINGER-PICCAND, C., LEUZINGER-PICCAND, U.et SCHINDLER, M. P. 1999. Die C14-Daten der Feuerstellen im Drachenloch, Pfäfers SG (C14 Dating of the Drachenloch Fire Place, Pfäfers SG). *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte (Jahrb. Schweiz. Ges. Ur- Frühgesch.)* **82:**227-229
LEVINE, M. A. 1982. The use of crown height measurements and eruption-wear sequences to age horse teeth. *In Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. BAR British series, Oxford, pp. 223-250.

LIEBERMAN, D. E. 1993a. *Mobility and Strain: The Biology of Cementogenesis and its Application to the Evolution of Hunter-Gatherer Seasonal Mobility during the Late Quaternary in the Southern Levan.* PhD, Harvard University, 444 p.

LIEBERMAN, D. E. 1993b. The rise and fall of seasonal mobility among hunter-gatherers : the case of the Southern Levant. *Current Anthropology* **34:**569-598.

LIEBERMAN, D. E. 1993c. Life history variables preserved in dental cementum microstructure. *Science* **261:**1162-1164.

LIEBERMAN, D. E. 1994. The Biological Basis for Seasonal Increments in Dental Cementum and their Application to Archaeological Research. *Journal of Archaeological Science* **21:**525-539.

LIEBERMAN, D. E. 1998. Natufian "sedentism" and the importance of biological data for estimating reduced mobility. *In Seasonality and Sedentism: Archaeological Perspectives from Old and New World Sites*, ROCEK, T. R. et BAR-YOSEF, O. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Cambridge, pp. 75-92.

LIEBERMAN, D. E., DEACON, T. W.et MEADOW, R. H. 1990. Computer image enhancement and analysis of cementum increments as applied to teeth of Gazella gazella. *Journal of Archaeological Science***:**519-533.

LIEBERMAN, D. E.et MEADOW, R. H. 1992. The biology of cementum increments (with an archaeological application). *Mammal Review* **22:**57-77.

LINDSKOG, S., BLOMLÖF, L.et HAMMARSTRÔM, L. 1987. Cellular colonisation of denuded root surfaces *in vivo* : cell morphology in dentin resorption and cementum repair. *Journal of Clinical Periodontology* **14:**390-395.

LINHART, S. B. 1973. Age determination and occurence of incremental growth lines in the dental cementum of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*). *Journal of Mammology* **54:**493-496.

LINHART, S. B.et KNOWLTON, F. F. 1967. Determining age of coyotes by tooth cementum layers. *Journal of Wildlife Management* **31:**362-365.

LOCKARD, G. R. 1972. Further studies of dental annuli for aging white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management***:**46-55.

LONGINELLI, A. 1984. Oxygen isotopes in mammals bones phosphates: a new tool for paleohydrological and paleoclimatoloicar research? *Geochimica et Cosmochimica* **48:**385-390.

LOW, W. A.et COWAN, I. T. 1963. Age determination of Deer by annular structure of dental cementum. *Journal of Wildlife Management* **27:**466-471.

LOWE, V. P. W. 1967. Teeth as indicators of age with reference to Red deer (Cervus elaphus) of know age from Rhum. *Journal of Zoology* **152:**137-153.

LUBINSKI, P. M.et O'BRIEN, C. J. 2001. Observations on Seasonality and Mortality from a Recent Catastrophic Death Assemblage. *Journal of Archaeological Science* **28:**833-842.

LUZ, B., KOLODNY, Y.et HOROWITZ, M. 1984. Fractionnation of oxygen isotopes between mammalian bone-phosphate and environmental drinking water. *Geochimica et Cosmochimica* **48:**1689-1693.

LYMAN, R. L. 1984. Bone Density and Differential Survivorship of Fossil Classes. *Journal of Anthropological Archaeology* **3:**259-299.

LYMAN, R. L. 1994. *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press Series, Cambridge, 524 p.

MAAT, G. J. R., GERRETSEN, R. R. R.et AARENTS, M. J. 2006. Improving the visibility of tooth cementum annulations by adjustment of the cutting angle of microscopic sections. *Journal of Archaeological Science* **159:**S95-S99.

MALLYE, J.-B. 2007. *Les restes de Blaireau en contexte archéologique : taphonomie, archéozoologie et élément de discussion des séquences préhistoriques*, Université Bordeaux 1, Talence, 545 p.

MANSFIELD, A. W.et FISHER, M. D. 1960. Age Determination in the Harbor seal, *Phoca vitulina* L. *Nature* **186:**92-93.

MAREAN, C. W. 1998. A critique of the evidence for scavenging by Neandertals and early modern humans : new data from Kobeh Cave (Zagros Mountains, Iran) and Die Kelders Cave 1 Layer 10 (South Africa). *Journal of Human Evolution* **35:**111-136.

MAREAN, C. W.et ASSEFA, Z. 1999. Zooarcheological Evidence for the Faunal Exploitation Behavior of Neandertals and early Modern Humans. *Evolutionary Anthropology***:**22-37.

MARKS, S. A.et ERICKSON, A. W. 1966. Age determination of the black bear. *Journal of Wildlife Management* **30:**389-410.

MARTIN, H. 1994. *Nouveaux milieux, nouveaux chasseurs. Une approche des comportements au post-glaciaire à travers l'étude des saisons de capture du gibier*, Thèse de 3° cycle, Université Toulouse-Le Mirail, 384 p.

MARTIN, H. 1998. Analysis of Dental Cementum Rings as an Approach to Azilian Hunting Strategies. *Environmental Archaeology* **3:**13-22.

MAUREILLE, B.et SORESSI, M. 2000. A propos de la position chrono-stratigraphique de l'enfant du Pech-de-l'Azé (commune de Carsac, Dordogne) : la résurrection du fantôme. *Paléo* **12:**339-352.

MAUREILLE, B.et TILLIER, A.-M. 2004. Analyse de la nouvelle dent humaine. *In Pech-de-l'Azé I Rapport 2004 et demande de fouille programmée 2005*, SORESSI, M. SRA Aquitaine, Bordeaux, pp. 84.

MAUSS, M. 1906. Essai sur les variations saisonnières des sociétés eskimos. Etude de morphologie sociale. *In L'année sociologique*, DURKHEIM, E. Félix Alcan, Paris, pp. 48-132.

MAYS, S. 1995. The Relationship between Harris Lines and other Aspects of Skeletal Development in Adults and Juveniles. *Journal of Archaeological Science* **22:**511-520.

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

MCEWAN, E. H. 1963. Seasonal annuli in the cementum of the teeth of barren ground caribou. *Canadian Journal of Zoology* **41:**111-113.

MEIGNEN, L., BEYRIES, S., SPETH, J.et BAR-YOSEF, O. 1998. Acquisition, traitement des matières animales et fonction du site au Paléolithique moyen dans la grotte de Kebara (Israël): une approche interdisciplinaire *In Economie Préhistorique: Les Comportements de Subsistance au Paléolithique*, BRUGAL, J.-P.,MEIGNEN, L. et PATOU-MATHIS, M. APCDA-CNRS, Sophia Antipolis, pp. 227–241.

MEIGNEN, L.et BRUGAL, J.-P. 1993. L'occupation moustérienne dans l'abri des Canalettes. *In L'abri des Canalettes*, MEIGNEN, L. CNRS, Monographie du CRA, Paris, pp. 331-345.

MELLARS, P. A. 1973. The character of the Middle-Upper Palaeolithic transition in south-west France. *In The Explanation of Culture Change*, RENFREW, C. Duckworth, London, pp. 255-276.

MELLARS, P. A. 1989. Major issues in the emergence of modern humans. *Current Anthropology* **30:**349-385.

MELLARS, P. A. 1996. *The Neanderthal Legacy: An Archaeological Perspective From Western Europe*. Princeton University Press Series, Princeton, 471 p.

MELLARS, P. A. 2004. Neanderthals and the modern human colonization of Europe. *Nature* **432:**461- 465.

METCALFE, D.et JONES, K. T. 1988. A reconsideration of animal body-part utility indices. *American Antiquity* **53:**486-504.

MILLER, F. L. 1974. *Biology of the Kaminuriak Population of Barren-Ground Caribou Part 2*. Canadian Wildlife Service Report Series Series 31, Ottawa, 88 p.

MIRACLE, P. T.et O'BRIEN, C. J. 1998. Seasonality of ressource Use and site Occupation at Badanj, Bosnia-Herzigova: Subsistance Stress in an Increasingly Seasonal Environment. *In Seasonality and Sedentism. Archarological Perspectives from Old and New Worrld Sites*, ROCEK, T. R. et BAR-YOSEF, O. Harvard Univeristy Peabody Museum Bulletin, Cambridge, Massachusetts, pp. 41-74.

MITCHELL, B. 1963. Growth layers in dental cement for determining the age of Red deer (*Cervus elaphus* L.). *Journal of Animal Ecology* **36:**279-293.

MOFFITT, S. A. 1996. *Incremental growth patterns in Bison tooth cementum and their archaeological significance*, Unniversity of California, 106 p.

MOFFITT, S. A. 1998. Aging bison by the incremental cementum growth layers in teeth. *Journal of Wildlife Management* **62:**1276-1280.

MOIGNE, A.-M. 1983. *Taphonomie des faunes quaternaires dans la Caune de l'Arago, Tautavel*. Thèse de 3° cycle, Université Paris VI, Paris, 342 p.

MONKS, G. G. 1981. Seasonality Studies. *Advances in Archaeological Method and Theory* **4:**177-240.

MONSON, R. A., STONE, W. B.et PARKS, E. 1973. Aging red foxes (*Vulpes falva*) by counting the annular cementum rings of their teeth. *New York Fish and Game Journal* **20:**54-61.

MORGAN, R. G. 1980. Bison Movement Patterns on the Canadian Plain: an Ecological Analysis. *Plains Anthropologist* **25:**143 - 160.

MORIN, E. 2004. *Late PLeitocene population interaction in Western Europe and modern Human Origins : new insigths based on the faunal remains from Saint-Cézaire, Southwestern France*, University of Michigan, 450 p.

MORRIS, P. 1972. A review of mammalian age determination methods. *Mammal Review* **2:**69-104.

MOURER-CHAUVIRÉ, C. 1975. *Les oiseaux du Pléistocène moyen et supérieur de France*. Thèse d'État, Université Claude Bernard, Lyon, 624 p.

MUNDY, K. R. D.et FULLER, W. A. 1964. Age determination in the grizzly bear. *Journal of Wildlife Management* **28:**863-866.

MURPHY, G. M.et PLASTO, A. W. 1973. Live weight response following sodium chloride supplementation of beef cows and their calves grazing native pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* **13:**369 - 374

NISHIWAKI, M., HIBIYA, T.et OHSUMI, S. 1958. Age study of sperm whale based on reading of tooth laminations. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* **13:**135-154.

NOBLE, W.et DAVIDSON, I. 1991. The Evolutionary Emergence of Moderne Human Behaviour: Language and its Archeology. *Man* **26:**223-253.

NORMAND, C. 2002. Les ressources en matières premières siliceuses dans la basse vallée de l'Adour et de ses affluents. Quelques données sur leur utilisation au Paléolithique supérieur. *In Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen (Rapport de PCR)*, CAZALS, N. SRA Midi-Pyrénées, Toulouse, pp. 127.

NORMAND, C. 2005. *Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final.* SRA Aquitaine Series, 135 p.

NORMAND, C.et (AVEC LA COLLABORATION DE S. COSTAMAGNO, N. G., W. RENDU ET J. RIOS GARAIZAR) 2004. *Isturitz (Salle de Saint-Martin). Rapport de fouilles programmées 2004*. SRA Aquitaine Series, Bordeaux, 56 p.

NORMAND, C., DE BEAUNE, S. A., COSTAMAGNO, S., DIOT, M.-F., HENRY-GAMBIER, D., GOUTAS, N., LAROULANDIE, V., LENOBLE, A., O'FARRELL, M., RENDU, W., RIOS GARAIZAR, J., SCHWAB, C., TARRIÑO VINAGRE, A., TEXIER, J.-P.et 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 CONGRÈS DU CENTENAIRE : Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire. « … Aux conceptions d'aujourd'hui »*, ÉVIN, J. SPF, Paris, pp. 277-293.

NORMAND, C.et TURQ, A. 2005. L'Aurignacien de le grotte d'Isturitz (France) : La production lamellaire dans la séquence de la salle Saint-Martin.BORDES, J.-G.,BON, F. et LEBRUN-RICALENS, F., *Productions lamellaires attribuées à l'Aurignacien : Chaînes opératoires et perspectives technoculturelles XIVe congrès de l'UISPP, Conference.* Location, 2-8 Septembre 2001

NORTON, P. M.et FAIRALL, N. 1991. Mountain reedbuck Redunca fulvorufula growth and age determination using dentition. *Journal of Zoology* **225:**292-307.

NOVAKOVSKI, N. S. 1965. Cemental deposition as an age criterion in bison, and the relation of incisor wear, eye-lens weight, and dressed bison carcass weight to age. *Canadian Journal of Zoology* **43:**173-178.

O'BRIEN, C. J. 1994. *Determining Seasonality and Age in East African Archaeological Faunas: An Ethnoarchaeological Application of Cementum Increment Analysis.* PhD, University of Wisconsin-Madison, 402 p.

O'BRIEN, C. J. 2001. A re-evaluation of dental increment formation in East African mammals : implication for wildlife biology and zooarchaeology. *In Innovation in assessing season of capture, age and sec of archaeofaunas*, PIKE-TAY, A. La pensée sauvage ArchaeoZoologia, Grenoble, pp. 43-64.

O'CONNELL, J. F., HAWKES, K.et BLURTON JONES, N. 1990. Reanalysis of large mammal body part transport among the Hadza. *Journal of Archaeological Science* **17:**301-316.

O'CONNELL, J. F.et MARSHALL, B. 1989. Analysis of kangaroo body part transport among the Alyawara of Central Australia. *Journal of Archaeological Science* **16:**393-405.

OHSUMI, S., KASUYA, T.et NISHIWAKI, M. 1963. Accumulation rate of dentinal crowth layers in the maxillary tooth of the sperm whale. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* **17:**15-36.

PASSEMARD 1924. Les découvertes de la Caverne d'Isturitz (Basses-Pyrénées). *La Nature* **2625:**62-64.

PATOU-MATHIS M. et CHABAI V. 2003. Kabazi II (Crimée, Ukraine) : un site d'abattage et de boucherie du Paléolithique moyen. *l'Anthropologie* **107:**223-253.

PATTE, E. 1957. *L'enfant néanderthalien du Pech-de-l'Azé.* Masson Series, Paris, 230 p.

PEABODY, F. E. 1961. Annual growth zones in living and fossil vertebrates. *Journal of Morphology* **108:**11-62.

PEARCE, J.et LUFF, R. 1994. The taphonomy of cooked bones. *In Whither environnemental archaeology?*, LUFF, R. et ROWLEY-CONWY, P. Oxbow Monograph, Oxford, pp. 51-56.

PECK, T. E. 2004. *Bison Ehology and Native Settlement Patterns during the Old Women's Phase on the Northwestern Plains*. BAR Series 1278, 147 p.

PIKE-TAY, A. 1991. *Red Deer Hunting in the Upper Paleolithic of South-West France: A Study in Seasonality*. BAR international series Series 569, Oxford, 183 p.

PIKE-TAY, A. 1995. Variability and synchrony of seasonal indicators in dental cementum microstructure of the Kaminuriak *Rangifer* population. *Archaeofauna* **4:**273-284.

PIKE-TAY, A., CABRERA VALDÈS, V.et BERNALDO DE QUIROS, F. 1999. Seasonal variations of the Middle-Upper Paleolithic transition at El Castillo, Cueva Morin and El Pendo. *Journal of Human Evolution* **36:**283-317.

PIKE-TAY, A., MORCOMB, C. A.et O'FARRELL, M. 2001. Reconsidering the quadratic crown height method of age estimation for Rangifer from archaeological sites. *Archaeozoologia* **11:**145-174.

PLATEL, J.-P. 1982. Notice explicative de la feuille Monmoreau à 1/50 000. *In 1733*, edited by CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE À 1/50 000. BRGM, pp.

POURE, K. 2005. *Reconstituer les saisons avec les isotopes de l'oxygène des dents de bisons*. master thesis, Univeristé Claude Bernanrd Lyon 1 et Ecole Normale Supérieur de Lyon, p.

POWELL, D. M., DANZE, D. E.et GWINN, M. A. 2006. Predictors of biting fly harassment and its impact on habitat use by feral horses (*Equus caballus*) on a barrier island. *Journal of ethology* **24:**147-153.

RANSOM, A. B. 1966. Determining age of white-tailed deer from layers in cementum of molars. *Journal of Wildlife Management* **30:**197-199.

RAOULT, J.-F.et FOUCAULT, A. 1995. *Dictionnaire de géologie*. Dunod Series, 392 p.

RASMUSSEN, S. R. 1957. Exploitation and protection of the East Greenland seal herd. *Norsk Hvalfangsttid* **2:**45-59.

RAUSCH, R. L. 1961. Notes on the black bear, *Ursus americanus* Pallas, in Alaska, with particular reference to dentition and growth. *Zeitschrift für Saugetierk* **26:**77-107.

REHER, C. A.et FRISON, G. C. 1980. *The Vore Site, 48CK302, A Stratified Buffalo Jump in the Wyoming Black Hills*. Plains Anthropologist Memoir 16 Series, p.

REIMERS, E.et NORDBY, O. 1968 Relationship between age and tooth cementum layers in Norwegian reindeer. *Journal of Wildlife Management* **30:**197-199.

RENDU, W. 2002. *Paléontologie, Taphonomie et Archéozoologie du Pech de l'Azé Ib Niveau 6*. Unpublished DEA thesis, Université de Bordeaux I, Bordeaux, 78 p.

RENDU, W. 2003. Etude cémento-chronologique des couches aurignaciennes 4b, 4b1 et 4b2 de la salle Saint-Martin, Grotte d'Isturitz. *In Isturitz (Salle de Saint-Martin). Rapport de fouilles programmées 2003 et projet de recherches 2004*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 11.

RENDU, W. 2004. Comportements de subsistance des Moustériens du Pech de l'Azé I. *In Pech-de-l'Azé I Rapport 2004 et demande de fouille programmée 2005*, SORESSI, M. SRA Aquitaine, Bordeaux, pp. 60-58.

RENDU, W. 2005a. Taphonomie en cémentochronologie.COSTAMAGNO, S.,FOSSE, P. et LAUDET, F., *Table Ronde de Taphonomie : des référentiels actuels aux assemblages osseux Conference*. Location, 23-25 novembre 2005

RENDU, W. 2005b. Saisonnalité et Prédation. *In Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 16.

RENDU, W. 2006a. Saisonnalité et prédation au Pech de l'Azé I. Apport de la cémento-chronologie *In Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen. Actes de sessions présentées au Xe congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004)*, BRESSY, C.,BURKE, A.,CHALARD, P. et MARTIN, H. ERAUL Liège, pp. 23 - 28.

RENDU, W. 2006b. Les Renne des Rois. Approche squeletto-chronologique des comportements de prédation des Aurignaciens des rois. Résultats préliminaires. *In Rapport de fouille Les Rois Mouthiers-sur-Boëme, Charente.*, D'ERRICO, F. et VANHAEREN, M. SRA Poitou-Charente, Poitier, pp. 46-60.

RENDU, W. 2006c. Analyse des restes fauniques : approche archéozoologique et squeletto-chronologique des comportements de prédation. *In Les Cottés (Vienne), Rapport de fouille programmée 2006. Demande de fouille programmée 2007-2009*, SORESSI, M. SRA Poitou-Charentes, Poitier, pp. 98-115.

RENDU, W. soumis. Activité saisonnière de prédations des Aurignaciens d'Isturitz : contribution de la Cémentochronologie. *In Table-ronde « Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats »*, NORMAND, C. Paléo, Hasparren, pp.

RICHARDS, M. P. 2002. A brief review of the archaeological evidence for Palaeolithic and Neolithic subsistence. *European Journal of Clinical Nutrition* **56:**1270-1278.

RICHARDS, M. P., FULLER, B. T.et MOLLESON, T. I. 2006. Stable isotope palaeodietary study of humans and fauna from the multi-period (Iron Age, Viking and Late Medieval) site of Newark Bay, Orkney. *Journal of Archaeological Science* **33:**122-131.

RICHARDS, M. P., PETTITT, P. B., TRINKAUS, E., SMITH, F. H., PAUNOVIC, M.et KARAVANIC, I. 2000. Neanderthal diet at Vindija and Neanderthal predation : The evidence from stable isotopes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **97:**7663-7666.

SAUER, P. R., FREE, S.et BROWNE, S. 1966. Age determination in black bears from canine tooth sections. *New York Fish and Game Journal* **13:**125-139.

SAXON, A.et HIGHAM, C. 1968. Identification and interpretation of growth rings in thesecondary dental cementum of Ovis aries. *Nature* **219**.

SAXON, A.et HIGHAM, C. 1969. A new research method for economic prehistorians. *American Antiquity* **34:**303-311.

SCHEFFER, V. B. 1950. Growth layers on the teeth of Pinipedia as an indication of age. *Science* **112:**309-311.

SCHMIDT, W. J.et KEIL, A. 1971. *Polarizing microscopy of the dental tissues : theory, methods and results from the structural analysis of Normal and diseas hard, dental tissues and tissues associated with them in man and other vertebrates*. Pergamon Press Series, New York, 584 p.

SCHMITT, D., CHURCHILL, S. E.et HYLANDER, W. L. 2003. Experimental Evidence Concerning Spear Use in Neandertals and Early Modern Humans. *Journal of Archaeological Science* **30:**103-114.

SCHWARCZ, H. P. 1991. Some theoretical aspects of isotope paleodiet studies. *Journal of Archaeological Science* **18:**261-275.

SEALY, J. C., VAN DER MERWE, N. J., SILLEN, A., KRUGER, F. J.et KRUEGER, H. W. 1991. 87Sr/86Sr as a dietary indicator in modern and archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* **18:**399-416.

SERGEANT, D. E.et PIMLOTT, D. H. 1959. Age determination in moose from sectioned incisor teeth. *Journal of Wildlife Management* **23:**315-321.

SORESSI, M. 1999. *Pech-de-l'Aze I. Rapport d'operation. Demande de credits d'analyse*. Rapport disponible au Service regional de l'archeologie d'Aquitaine Series, 38 p.

SORESSI, M. 2000. *Pech-de-l'Aze I. Rapport d'operation. Demande de credits d'analyse*. Rapport disponible au Service regional de l'archeologie d'Aquitaine Series, 37 p.

SORESSI, M. 2001. Pech-de-l'Aze I. Bilan Scientifique de la region Aquitane. direction regionale des affaires culturelles, SRA, pp. 21-22.

SORESSI, M. 2002. *Le Moustérien de tradition acheuléenne du sud-ouest de la France. Discussion sur la signification du faciès à partir de l'étude comparée de quatre sites : Pech-de-l'Azé I, Le Moustier, La Rochette et la Grotte XVI*, Université Bordeaux 1, Talence, 339 p.

SORESSI, M. 2004. From Mousterian of acheulian tradition type A to type B: technical tradition, raw material, task, or settlement dynamic changes? *In Settlement dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*, CONARD, N. J. Tübingen Publications in Prehistory, Tübingen, pp. 343-366.

SORESSI, M. (AVEC LA COLLABORATION DE S. SCHWORTZ, W. R., E. CLAUD, J.-P. TEXIER, F. D'ERRICO, N. MERCIER, H. VALLADAS) en préparation. *Pech-de-l'Azé I. document final de synthèse 2004-2005*. SRA Aquitaine Series, Bordeaux, 160 p.

SORESSI, M., D'ERRICO, F., RENDU, W., TEXIER, J.-P., MAUREILLE, B.et TILLIER, A. M. 2006. Pech-de-l'Azé I (Dordogne, France) : nouveau regard inter-disciplinaire suite aux campagnes de fouilles 2004-2005.JAUBERT, J.,BORDES, J.-G. et ORTEGA, I., *Journées décentralisées de la Société Préhistorique Française, « Les sociétés Paléolithiques d'un grand Sud-Ouest : nouveaux gisements, nouvelles méthodes, nouveaux résultats » Conference*. Location, 24 et 25 Novembre 2006

SORESSI, M., JONES, H., RINK, J., MAUREILLE, B.et TILLIER, A.-M. 2007. The Pech-de-l'Azé I Neandertal child : ESR, Uranium Series and AMS C14 dating of MTA type B context. *Journal of Human Evolution* **52:**455-466.

SPETH, J. D. 1983. *Bison Kills and Bone Counts*. Chicago University Press Series, Chicago, 272 p.

SPETH, J. D. 2004. New flash: negative evidence convicts Neanderthals of gross mental incompetence. *World Archaeology* **36:**519-526.

SPETH, J. D.et SPIELMANN, K. A. 1983. Energy source, protein metabolism, and hunter-gatherer subsistence strategies. *Journal of Anthropological Archaeology* **2:**1-31.

SPETH, J. D.et TCHERNOV, E. 1998. The role of hunting and scavenging in neandertal procurement strategies. New evidence from Kebara Cave (Israel). *In Neandertals and Modern Humans in Western Asia*, AKAZAWA, T. *E. A.* Plenum Press, New York, pp. 223-238.

SPETH, J. D.et TCHERNOV, E. 2001. Neandertal hunting and meat-processing in the Near East: Evidence from Kebara cave (Israel). *In Meat-Eating and Human Evolution*, STANFORD, C. B. et BUNN, H. T. Oxford University Press, Oxford, pp. 52-72.

SPIESS, A. E. 1979. *Reindeer and Caribou Hunters: An Archaeological Study*. Academic Press Series, New York, 326 p.

SPINAGE, C. A. 1976. Incremental cementum lines in the teeth of tropical African mammals. *Journal of the Zoological Society of London* **178:**117-131.

STALLIBRASS, S. 1982. The use of cement layers for absolute ageing of mammalian teeth: a selective review of the literature, with suggestions for further studies and alternative applications. *In Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites*, WILSON, B.,GRIGSON, C. et PAYNE, S. B.A.R. , Oxford, pp. 109-126.

STANFORD, D. 1999. Analisis and interpretation of HellGa hunting strategies at the Jones-Miller site. *In Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines.*, BRUGAL, J.-P.,DAVID, F.,ENLOE, J. G. et JAUBERT, J. ADPCA, Antibes, pp. 437-454.

STEELE, T. E. 2002. *Red deer : their ecology and how they were hunted by late Pleistocene Hominids in Western Europe*. PhD, Stanford University, 273 p.

STEELE, T. E. 2003. Using mortality profiles to infer behavior in the fossil record. *Journal of Mammalogy* **84:**418-430.

STEELE, T. E. 2004. Variation in mortality profiles of red deer (*Cervus elaphus*) in Middle Palaeolithic assemblages from Western Europe. *International Journal of Osteoarchaeology* **14:**307-320.

STEELE, T. E., NIVEN, L., MALLYE, J.-B.et RENDU, W. 2006. Les restes fauniques des campagnes 2004-2006 de Chez-Pinaud à Jonzac (Charente-Maritime). *In Chez Pinaut, Jonzac, rapport de fouille programmée 2006*, JAUBERT, J. et HUBLIN, J.-J. SRA aquitaine, pp.

STEPHAN, E. 2000. Oxygen Isotope Analysis of Animal Bone Phosphate: Method Refinement, Influence of Consolidants, and Reconstruction of Palaeotemperatures for Holocene Sites. *Journal of Archaeological Science* **27:**709-713.

STINER, M. C. (editor) 1991. *Human predators and prey mortality*. Westview Press Series Human predators and prey mortality, Boulder - San Francisco - Oxford.277 p. p.

STINER, M. C. 1994. *Honor Among Thieves*. Princeton University Press Series, Princeton, 447 p.

STONEBERG, D. P.et JONKEL, C. J. 1966. Age determination of black bears by cementum layers. *Journal of Wildlife Management* **30:**411-414.

STOTT, G. G., SIS, R. F.et LEVY, B. M. 1980. Cemental annulation as an age criterion in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Journal of Medical Primatology* **9:**274-285.

STOTT, G. G., SIS, R. F.et LEVY, B. M. 1982. Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *Journal of Dental Research,* **61:**814-817.

STRAIGHT, W. H., BARRICK, R. E.et EBERTH, D. A. 2004. Reflection of surface water seasonality and climaye in stable oxygen isotope from tyranausorid tooth enamel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **206:**239-246.

STRAUS, L. G. 1983. From Mousterian to Magdalenian: cultural evolution viewed from Vasco-Cantabrian Spain and Pyrenean France. *In The Mousterian Legacy*, TRINKAUS, E. BAR International Series New-York, pp. 73-111.

STRAUS, L. G. 1992. *Iberia before the Iberians-The Stone Age Prehistory of Cantabrian Spain*. University of New Mexico Press Series, Albuquerque, 336 p.

STRAUS, L. G. 1997. Late glacial reindeer hunters along the french Pyrenees. *In Caribou and Reindeer Hunters of the Northern Hemisphere*, JACKSON, L. J. et THACKER, P. T. Avebury Press, Aldershot, pp. 165-184.

STRINGER, C. B.et GAMBLE, C. 1993. *In Search of the Neanderthals*. Thames and Hudson Series, London, 248 p.

STUTZ, A. J. 1993. *Settlement pattern in late glacial Northwestern Europe : the exemple of the Lesse Valley Magdalenian*. B. A., Harvard University, p.

STUTZ, A. J. 2002a. *Pursuing past seasons : a re-evaluation of cementum increment analysis in paleolithic archaeology*. Ph D., Michigan, 280 p.

STUTZ, A. J. 2002b. Polarizing microscopy identification of chemical diagenesis in archaeological cementum. *Journal of Archaeological Science* **29:**1327-1347.

STUTZ, A. J., LIEBERMAN, D. E.et SPIESS, A. E. 1995. Toward a reconstruction of subsistance economy in the upper Pleistocene Mosan Basin : Cementum increment evidence. *In Le Trou Magrite, fouille 1991-1992*, OTTE, M. et STRAUS, L. G. ERAUL, Liège, pp. 167-187.

SZMIDT, C. 2005. Nouvelles datations radiocarbone par spectrométrie de masse par accélérateur (SMA) au site d'Isturitz. *In Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 8.

TABOR, J. E.et WRIGHT, H. M. 1977. Population status of river otter in Western Oregon. *Journal of Wildlife Management* **41:**692-699.

TAKANO, Y., SAKAI, H., BABA, O.et TERASHIMA, T. 2000. Differential Involvement of Matrix Vesicles During the Initial and Appositional Mineralization Processes in Bone, Dentin, and Cementum. *Bone* **26:**333-339.

TARTAR, E., TEYSSANDIER, N., BON, F.et LIOLIOS, D. 2006. Equipement de chasse, équipement domestique : une distinction efficace? Réflexion sur la notion d'investissement technique dans les industries aurignaciennes. *In*

Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques. XXVI° rencontre internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, ASTRUC, L.,BON, F.,LÉA, V.,MILCENT, P.-Y. et PHILIBERT, S. APDCA, Antibes, pp. 107-117.

TAYLOR, R. D. 1988. Age determination of the African buffalo, *Syncerus caffe*r (Sparrman) in Zimbabwe. *African Journal of Ecology* **26:**207-220.

TEXIER, J.-P. 1996. Rapport sur l'étude géologique du site d'Isturitz. *In Complexe archéologique de la colline de Gaztelu (Isturitz - Oxocelhaya - Erberua) - Rapport de sondage-diagnostic*, C., T. A. E. N. SRA Aquitaine, pp. 14.

TEXIER, J.-P. 1997a. Rapport géologique. *In Bilan provisoire des travaux effectués sur le complexe archéologique de la colline de Gaztelu (Isturitz - Oxocelhaya - Erberua).* , C., T. A. E. N. SRA Aquitaine, pp. 12
TEXIER, J.-P. 1997b. Rapport sur l'étude géologique du site d'Isturitz. *In Complexe archéologique de la colline de Gaztelu (Isturitz - Oxocelhaya - Erberua) - Rapport de sondage-diagnostic*, C., T. A. E. N. SRA Aquitaine, pp. 15.

TEXIER, J.-P. 2004. Analyses géoarchéologiques. *In Pech-de-l'Azé I Rapport 2004 et demande de fouille programmée 2005*, SORESSI, M. SRA Aquitaine, Bordeaux, pp. 60-58.

TEXIER, J.-P.et LENOBLE, A. 2005. RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉOLOGIQUES. *In Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 23.

THÉRY-PARISOT, I. 2001. *Economie des combustibles au Paléolithique. Expérimentation, taphonomie, anthracologie*Series, 200 p.

THÉRY-PARISOT, I. 2002. Fuel Management (Bone and Wood) During the Lower Aurignacian in the Pataud Rock Shelter (Lower Paleolithic, Les Eyzies de Tayac, Dordogne, France). Contribution of Experimentation. *Journal of Archaeological Science* **29:**1415-1421.

THÉRY-PARISOT, I.et COSTAMAGNO, S. 2005. Propriétés combustibles des ossements. *Gallia Préhistoire* **47:**235-254.

THÉRY-PARISOT, I., COSTAMAGNO, S., BRUGAL, J.-P., FOSSE, P.et GUILBERT, R. 2005. The use of bone as fuel during the palaeolithic, experimental study of bone combustible properties. *In The Zooarchaeology of Fats, Oils, Milk and Dairying*, MULVILLE, J. et OUTRAM, A. K. Oxbow Books, Oxford, pp. 50-59.

THIÉBAUT, C. 2005. *Le Moustérien à denticulés : Variabilité ou diversité techno-économique ?* Ph D., Université d'Aix-Marseille I- Université de Provence, Aix en Provence, 874 p.

TIETJE, W. D., PELCHAT, B. O.et RUFF, R. L. 1986. Cannibalism of denned black bears. *Journal of Mammalogy* **67:**762-766.

TILLIER, A.-M. 1996. The Pech-de-l'Azé and Roc de Marsal children (Middle Paleolithic, France) : skeletal evidence for variation in Neanderthal ontogeny. *Hum. Evol.* **11:**113-119.

TODD, L. C. 1991. Seasonality Studies and Paleoindian Subsistance Strategies. *In Human predators and prey mortality*, STINER, M. C. Westview press, Boulder, pp.

TROUSSET, P.et MORIN, J.-F. 1996. *Mathématiques pour les sciences de la vie, tome 2 : probabilités et statistiques.* Delmas Series, 350 p.

VAN KLINKEN, G. J. 1999. Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *Journal of Anthropological Science* **26:**687-695.

VAN NOSTRAND, F. C.et STEPHENSON, A. V. 1964 Age determination for beavers by teeth development. *Journal of Wildlife Management* **28:**430-434.

VANHAEREN, M. 2002. *Les fonctions de la parure au Paléolithique supérieur : de l'individu à l'unité culturelle.* PhD, Université Bordeaux 1, Talence, 355 p.

VANHAEREN, M.et D'ERRICO, F. 2006. Aurignacian ethno-linguistic geography of Europe revealed by personal ornaments. *journal of Archaeological Science* **33:**1105-1128.

VANHAEREN, M., D'ERRICO, F., STRINGER, C., JAMES, S. L., TODD, J. A.et MIENIS, H. K. 2006. Middle Paleolithic Shell Beads in Israel and Algeria. *SCIENCE* **312:**1785-1788.

VARIN, E. 1980. *Chevreuil, Cerf et Sanglier*. Edition de l'Orée Series, Bordeaux, 270 p.

VAUFREY, R. 1933. Le Moustérien de tradition acheuléenne au Pech de l'Aze (Dordogne). *L'Anthropologie* **43:**425-427.

VERNA, C. 2006. *Les restes humains moustériens de la station Amont de La Quina (Charente, France). Contexte archéologique et constitution de l'assemblage. Étude morphologique et métrique des restes crânio-faciaux. Apport à l'étude de la variation néandertalienne*. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, Talence, 628 p.

WADA, K., OHTAISHI, N.et HACHYA, N. 1978. Determination of age in the japanese monkey from growth layers in the dental cementum. *Primates* **19:**775-784.

WALDE, D. 2006. Bison Breeding Characteristics and Interpretation of Archaeological Seasonality Revisited. *International Journal of Osteoarchaeology* **16:**481-492.

WALL, C. M. 2005. The seasonality of site deposition of Gibraltar Neanderthals: Evidence from Gorham's and Vanguard Caves. *Journal of Iberian Archaeology* **7:**9-22.

WALL, C. M.et WALL, Z. R. 2006. Research design in digital luminance analysis. *Journal of Archaeological Science* **33:**1152-1156.

WALL-SCHEFFLER, C. M.et FOLEY, R. A. 2007. Digital Cementum Luminance Analysis (DCLA): A tool for the analysis of climatic and seasonal signals in dental cementum. *International Journal of Osteoarchaeology***:**consultable en ligne.

WARING, G. H. 1983. *Horse Behavior: The Behavioral Traits and Adaptations of Domestic and Wild Horses, Including Ponies*. Noyes Series, Park Ridge, 375 p.

WEINAND, D. C. 2001. Seasonality examination of White-tailed deer increment structures from coastal Georgia, USA. *In Innovation in assessing season of capture, age and sec of archaeofaunas*, PIKE-TAY, A. La pensée sauvage, Grenoble, pp.

WEST, D. 1997. *Hunting Strategies in Central Europe During the Last Glacial Maximum*Series, Oxford, 153 p.

WHITE, C. D., SPENCE, M. W., STUART-WILLIAMS, H. L. Q.et SCHWARCZ, H. P. 1998. Oxygen Isotopes and the Identification of Geographical Origins: The Valley of Oaxaca versus the Valley of Mexico. *Journal of Archaeological Science* **25:**643-655.

WHITE, R. 1993. Technological and social dimensions of Aurignacian-Age body ornaments accross Europe. *In Before Lacaux. The complex record of the Early Upper Palaeolithic*, KNECHT, H.,PIKE-TAY, A. et WHITE, R., New York, pp. 277-299.

WHITE, R. 2005. Les objets de parure provenant de la grotte d'Isturitz : fouilles 2003-2005. *In Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignaciendans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2003 - 2005 Rapport final*, NORMAND, C. SRA Aquitaine, pp. 16.

WHITTAKER, W. E.et ENLOE, J. G. 2001. Bison dentition studies revisited : resolving ambiguity between archaeological and modern control samples. *Archaeozoologia* **11:**113-120.

WILSON, M. 1980. Population dynamics of the Garnsey site Bison. *In Late prehistorics bison procurement in Southeastern New Mexico : the 1978 season at the Garnsey Site (LA-18399)*, SPETH, J. D. et PARRY, W. J. University of Michigan, Museum of Anthropology, Ann Arbor, pp. 88-129.

WOLFE, M. L. 1960. Age determination in moose from cemental layers of molar teeth. *Journal of Wildlife Management* **33:**428-431.

WRIGHT, L. E. 1990. An archaeological application of cemental annulation at Tipu, Belize. *American Journal of Physical Anthropology* **81:**320.

YONEDA, M. 1982. Growth layers in dental cementum of sanguinus monkeys in South America. *Primates* **23:**460-464.

ZANDER, A. A.et HURZELER, B. 1958. Continuous cementum apposition. *Journal of Dental Research,* **37:**1035-1044.

ZILHAO, J.et D'ERRICO, F. 2003a. An Aurignacian "Garden of Eden" in southern Germany? An alternative interpretation Geissenklösterle and a Critique of the Kulturpumpe Model. *Paleo* **15**.

ZILHAO, J.et D'ERRICO, F. 2003b. The Chronology pf the Aurignacian and Transitional Technocomplexes. Where do we stand? *In The Chronology pf the Aurignacian and Transitional Technocomplexes. Dating, Stratigraphies, Cultural Implication*, ZILHAO, J. et D'ERRICO, F. Instituo Portuges de Arqueologia, Lisbonne, pp. 313-349.

ZILHAO, J.et D'ERRICO, F. 1999. The chronology and taphonomy of the earliest Aurignacian and its implications for the understanding of Neandertal extinction. *Journal of World Prehistory* **13:**1-68.

ZIV, V., WAGNER, H. D.et WEINER, S. 1996. Microstructure-microhardness relations in parallel-fibered and lamellar bone. *Bone* **18:**417-428.

Tables

Table des Illustrations

Figure 1 : Introduction - Localisation géographique des sites étudiés dans le cadre de ce travail. 1 : La Quina ; 2 : Pech-de-l'Azé I ; 3 : Mauran ; 4 : Isturitz..... 11
Figure 2 : Méthode - Coupe schématique d'une molaire inférieure d'artiodactyle. Photographies des différents tissus minéralisés a : sous lumière naturelle, b : sous lumière polarisée, c : sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde..... 20
Figure 3 : Méthode - Schéma représentant les relations entre la dentine, le cément et le ligament parodontal (modifié d'après Lieberman et Meadow, 1992 p. 67)..... 22
Figure 4 : Méthode - Cément cellulaire inter radiculaire, observation en lumière naturelle à faible grossissement (x40). Les points noirs correspondent aux vides laissés par les cémentocytes..... 23
Figure 5 : Méthode – Photographie des dépôts de cément au sein du cément cellulaire. Coupe transversale dans la racine d'une incisive de *Bison bison* actuel de 6 ans, effectuée par G. Matson du *Matson Labratory* (USA), après décalcification puis coloration à l'hématoxyline de la dent. L'observation s'est faite en lumière réfléchie sous microscope. Les flèches situent les *annuli*, échelle inconnue..... 25
Figure 6 : Méthode - Implications des différents facteurs dans la cémentogenèse et leurs relations..... 29
Figure 7 : Méthode - Observation sous lumière polarisée analysée de cément acellulaire..... 30
Figure 8 : Méthode - Représentation graphique de l'application de la loi binomiale. Probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données (NIbs) à partir d'un NMI analysé de 6 à 18 individus provenant d'un site d'abattage sans préférence saisonnière. Le seuil de significativité fixé arbitrairement à 5% est matérialisé par le segment horizontal. Les points se situant en dessous de celui-ci correspondent au cas où H0 est rejetée..... 41
Figure 9 : Méthode - Effet du manganèse sur l'aspect général d'une dent. Photographie de deux lames minces réalisées à partir de dents fossiles. Celle de gauche a été réalisée à partir d'une dent du gisement paléolithique moyen de Mauran (31). Ce site est caractérisé par un fort impact du Manganèse sur le matériel faunique (Cf. Chapitre suivant)..... 43
Figure 10 : Méthode - Observation sous lumière polarisée d'une zone de décollement du cément. Les doubles flèches noires indique la région en cours de décollement entre la dentine et le cément..... 44
Figure 11 : Méthode - Observation au microscope de la région racinaire d'une dent humaine archéologique (modifiée d'après: Geusa *et al.*, 1999)..... 45
Figure 12 : Méthode - Représentations schématiques des deux types de recristallisation au sein du cément et leur conséquence sur la préservation des structures saisonnières. Dans le cas de la recristallisation de type sphéroïde, cette dernière détruit localement l'enregistrement saisonnier en recouvrant notamment deux *annuli* (représentés par les bandes noires). Cependant ce phénomène est locale et il est encore possible de lire l'enregistrement saisonnier sur une partie préservée du cément. En revanche, dans le deuxième cas, la recristalisation s'initie à partir d'une fracture au sein du cément. Ici un *annulus* a complètement disparu, l'analyste peut ici ne pas identifier cette disparition et considéré que seul trois zones sont présentes : il sera alors mistifié par ce phénomène..... 47
Figure 13 : Méthode - Représentation des teintes de biréfringence obtenues après insertion de la lame 1/4 d'onde et suivant la nature du tissu observé (modifié d'après Stutz, 2002a , p. 157). Les traits symbolisent une bande de cément. Comme le montre la figure, c'est dans la position d'illumination qu'il sera possible de distinguer les différentes zones..... 49
Figure 14 : Méthode - Observation en lumière polarisée analysée de D13-196. Le carré blanc sur la photographie de gauche délimite la zone agrandie sur la photographie de droite..... 52
Figure 15 : Méthode - Observation sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde. Le carré blanc sur la photographie de gauche délimite la zone agrandie sur la photographie de droite..... 52
Figure 16 : Méthode - photographie des différentes étapes du moulage. Ici exemple d'une molaire inférieure de Renne provenant du gisement Aurignacien des Rois (Charente)..... 58
Figure 17 : Méthode- Schématisation du plan de découpe retenue pour cette étude..... 60
Figure 18 : Méthode - Localisation de la zone d'observation..... 62

Figure 19 : Méthode - Observation en lumière polarisée - présence d'inclusion de minéraux suivant un plan de fracture des tissus dentaires préexistant (matériel archéologique : LQ O6-2500)..... 62
Figure 20 : Méthode - Photo sous microscope polarisant. La réglette dans le coin supérieur gauche permet de visualiser la valeur de luminescence attribuée à chaque pixel. L'échelle est donnée par la barre blanche dans le coin supérieur droit. Le rectangle représente la sélection de pixels sur laquelle a été réalisée l'étude de surface. Le segment blanc est la ligne sur laquelle a été réalisé le profil. 68
Figure 21 : Méthode - Représentation de type 3D des variations d'intensité de lumière au sien du cément. Les bandes à croissances rapides apparaissent en relief positif..... 69
Figure 22 : Méthode - Succession de profil de luminescence. Les *zones* sont indiquées par un Z suivi de leur ordre d'apparition..... 69
Figure 23 : Méthode - Profil. Sur le profil, la dentine apparaît en gris, en noir : les dépôts extérieurs au cément et le cément en blanc. Les valeurs sont données en niveaux de gris (Grey values) et la distance est exprimée en millimètres. Les *zones* sont indiquées par un Z suivi de leur ordre d'apparition..... 70
Figure 24 : Pech-de-l'Azé I – Photographie du porche actuel (cliché : M. Soressi)..... 75
Figure 25 : Pech-de-l'Azé I - Localisation du gisement de Pech-de-l'Azé..... 76
Figure 26 : Pech-de-l'Azé I - Implantation du Pech-de-l'Azé dans son environnement géographique (modifié d'après Géoportail, 2007)..... 77
Figure 27 : Pech-de-l'Azé I - Positionnement relatif des gisements de Pech-de-l'Azé I, Pech-de-l'Azé II et Pech-de-l'Azé IV..... 78
Figure 28 : Pech-de-l'Azé I – Localisation des différentes zones de fouilles (*in* Soressi, 2004, p. 6). La partie « grotte » est la zone fouillée par l'abbé Audierne..... 78
Figure 29 : Pech-de-l'Azé I – Relevé du témoin principal de Pech-de-l'Azé I. Positionnement des niveaux archeologiques et premiers résultats radiométriques (Soressi *et al.*, 2007 ; Soressi *et al.*, en preparation)..... 80
Figure 30 : Pech-de-l'Azé I - Principales étapes évolutives du Pech-de-l'Azé I d'après J.-P. Texier (Texier *in* Soressi *et al.*, en préparation)..... 81
Figure 31 : Pech-de-l'Azé I - Conséquences du ramassage sélectif (*in* Rendu, 2002) des ossements lors des fouilles Bordes..... 85
Figure 32 : Pech-de-l'Azé I – Saison d'abattage du Cerf et du Bison dans le niveau 4 (modifié d'après Armand *et al.*, 2001). En noir le Cerf, en gris le Bison. DMS : début de mauvaise saison ; MMS : milieu de mauvaise saison ; FMS : fin de mauvaise saison ; DBS : début de bonne saison ; MBS : milieu de bonne saison ; FBS : fin de bonne saison..... 87
Figure 33 : Pech-de-l'Azé I – Impact anthropique sur le matériel des niveaux 4 et 6 de la collection Bordes 70-71. Données du niveau 4 d'après Armand *et al.*, 2001 modifié de C. Laparra 2000 et Niveau 6 d'après Rendu 2002, 2004, 2006a. La fréquence des traces de fracturations dans l'assemblage n'a pas été renseignée pour le niveau 4. Le pourcentage de trace anthropique correspond à la proportion de vestiges qui porte des témoignages de l'action humaine..... 88
Figure 34 : Pech-de-l'Azé I – Rapport du nombre de restes d'Ongulés de classe de taille 2 et de ceux de classe de taille 3 à 4 au sein des niveaux 4 et 7. Le premier groupe est probablement constitué principalement d'esquille de Cerf complétées par des vestiges de Renne. Le second est constitué probablement de fragments osseux de Boviné et complétés par des restes d'Équidé..... 97
Figure 35 : Pech-de-l'Azé I – État de préservation de la surface corticale des os. Intact : 100% préservé, 1 : plus de 75% préservé, 2 :plus de 50% 3 : plus de 25 % 4 : moins de 25 % de préservé. Niv 7 NRa =341 ; Niv 6 NRa= 2632 ;Analyse ne portant que sur les vestiges osseux. 99
Figure 36 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Représentation différentielle des éléments squelettiques de Cerf en %MAU. 105
Figure 37 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation différentielle des éléments squelettiques de Bison en %MAU. 105
Figure 38 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Représentation différentielle des éléments squelettiques de Cerf en %MAU. 105
Figure 39 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation différentielle des éléments anatomiques du Cerf en fonction de leur densité. 107
Figure 40 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation différentielle des éléments anatomiques du Bison en fonction de leur densité. 107
Figure 41 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Représentation différentielle des éléments anatomiques du Cerf en fonction de leur densité 107
Figure 42 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation relative des éléments anatomique du Cerf (%MAU) en fonction de leur intérêt nutritif (FUI)..... 108
Figure 43 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Représentation relative des éléments anatomique des bovinés (%MAU) en fonction de leur intérêt nutritif (FUI)..... 109
Figure 44 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Représentation relative des éléments anatomique du Cerf (%MAU) en fonction de leur intérêt nutritif (FUI)..... 109

Figure 45 :Pech-de-l'Azé I – Proportions des différents tissus osseux brûlés présents dans les tamis (représenté par des croix), et comparaison aux données de Costamagno *et al.*, 2005. 115
Figure 46 : Pech-de-l'Azé I – Représentation de la population de Cerf chassée. 117
Figure 47 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Exemple d'os de fœtus identifiés dans les refus de tamis et attribués au Cerf. La barre noire représente 1cm. A :I14-19-T8 : côte ; B : G8-239-T1 : scapula droite ; C : H8-62-T1 : processus coronoïde de la mandibule 118
Figure 48 : Pech-de-l'Azé I – mobilité de type résidentiel (Binford, 1980) d'après Andrefsky, 1998 *in* Soressi, 2002, p. 268. 123
Figure 49 : Pech-de-l'Azé I – mobilité de type logistique (Binford, 1980) d'après Andrefsky, 1998 *in* Soressi, 2002, p. 268. 123
Figure 50: Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Nouveau résultats saisonniers à partir du matériel étudié par Armand *et al* (2001). 125
Figure 51 : Pech-de-l'Azé I – 215. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 127
Figure 52 : Pech-de-l'Azé I- Sn4. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 128
Figure 53 : Pech-de-l'Azé I – 272. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 129
Figure 54 : Pech-de-l'Azé I -19. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 130
Figure 55 : Pech-de-l'Azé I – F11-635. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 131
Figure 56 : Pech-de-l'Azé I - D13-479. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 132
Figure 57 : Pech-de-l'Azé I – D13-196. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 133
Figure 58 : Pech-de-l'Azé I – F10-12. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 134
Figure 59 : Pech-de-l'Azé I – G7-20. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 135
Figure 60 : Pech-de-l'Azé I - F8-90. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 136
Figure 61 : Pech-de-l'Azé I – G10-153. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 139
Figure 62 : Pech-de-l'Azé I - F8-72. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 137

Figure 63 : Pech-de-l'Azé I – 7W1. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un trait marque la localisation du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 138
Figure 64 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Représentation graphique des résultats de l'étude saisonnière. 141
Figure 65 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Représentation graphique des résultats de l'étude saisonnière. 142
Figure 66 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 7. Résultats de l'étude saisonnière. 143
Figure 67 : Pech-de-l'Azé I - Application de la loi binomiale à l'échantillon cémentochronologie du gisement du Pech-de-l'Azé I : probabilité d'obtenir un nombre de Bonnes saisons données à partir des différents échantillons issus d'un site à abattage réparti sur l'ensemble de l'année. La ligne noire représente le seuil de rejet de l'hypothèse, les cercles indiquent les résultats obtenus pour chacun des échantillons considérés. 9 dents analysées (niveau 7), 10 dents analysées (niveau 6), 13 dents analysées (Le Cerf du niveau 4) et 16 dents (L'ensemble du niveau 4). 144
Figure 68 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Résultats saisonniers obtenus par l'observation des marqueurs saisonniers. En gris le Cerf en noir le Bison. 147
Figure 69 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Résultats saisonniers obtenus par l'observation des marqueurs saisonniers. En gris le Cerf, en noir le Bison - Rendu, 2006. 148
Figure 70 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 7. Résultats obtenus par l'observation des marqueurs saisonniers. En gris le Cerf, en noir le Bison. 148
Figure 71 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Rreprésentation schématique du cycle saisonnier du Cerf. En noir : période de l'abattage du Cerf mise en évidence dans le niveau 6 150
Figure 72 : Pech e l'Azé I – Niveau 6. Apports croisés des différentes données archéologiques à la compréhension de la prédation du Cerf pour le niveau 6 (d'après Rendu, 2006). 151
Figure 73 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 7.Rreprésentation schématique du cycle saisonnier du Cerf. En noir : période de l'abattage du Cerf mise en évidence dans le niveau 7 152
Figure 74: Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Représentation schématique du cycle saisonnier du Cerf, en niveau de gris : période de l'abattage du Cerf mise en évidence dans le niveau, l'intensité du gris correspond à la contribution relative de la période considérée au spectre faunique. 154
Figure 75 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6 et 7. Représentation schématique du cycle saisonnier du Bison. En gris : période de l'abattage du Bison mise en évidence dans le niveau 7 ; en noir : période de l'abattage du Bison mise en évidence dans le niveau 6. 157
Figure 76 : Pech-de-l'Azé I – Synthèse de l'ensemble des données archéologiques disponibles. 162
Figure 77 : La Quina - Photographie aérienne du site de La Quina (marqué par l'étoile blanche). D'après géoportail, IGN 165
Figure 78 : La Quina - Situation Géographie du site de La Quina marqué par l'étoile blanche. 166
Figure 79 : La Quina - Position du gisement de La Quina (étoile blanche) , d'après Géoportail, IGN. 167
Figure 80 : La Quina - Schéma structural de la Charente (d'après Platel, 1982), le site est positionné par l'étoile 168
Figure 81 : La Quina – (En haut) Schéma du site de La Quina (à droite) d'après Henri-Martin, 1923. Implantation du site dans la vallée (à gauche), équidistance des courbes de niveaux : 5 m, d'après O'Brien *in* Bierwirth, 1996 et profil de la falaise à l'aplomb de la zone fouillée (Chase, 1999) 169
Figure 82 : La Quina- Synthèse de la stratigraphie de la tranchée C (*in* Thiébaut, 2005, p. 290, figure 223) :A, coupe stratigraphique de la tranchée ; d'après G. Henri-Martin 1969 ; B, coupes stratigraphiques de la tranchée C par A. Debénath et ses collaborateurs, n°1, coupe schématique ; n° 2,coupe des niveaux supérieurs et n° 3, coupe des niveaux inférieurs (*in* Bierwirth 1996). 172
Figure 83 : La Quina – À gauche : relevé de la structure interprétée comme une fosse (in Debénath et Jelinek, 1998). À droite : représentation schématique de la fosse (d'après Jelinek, 1990 in Bierwirth, 1996, p. 19). 173
Figure 84 : La Quina - Fréquence relative des groupes d'herbivore de Delpech et collaborateurs (1983) en fonction des niveaux considérés, d'après les données de D. Armand (*in* Debenath et Jelinek, 1998). L'unité 6b, dont le nombre de restes déterminés est de 20, a été retirée du graphique. 176
Figure 85 : La Quina - Quantification des traces anthropiques (strie de découpe et raclage) et de carnivore sur les pièces "lisibles" attribuées au Boviné des ensembles 6a et 6c. Modifié d'après Ph. G. Chase, 1999. 177
Figure 86 : La Quina – Représentation des résultats obtenus par D. Armand (2005) sur les saisons d'abattages du Bison, d'après les degrés d'éruption et d'usure des M1 et M2 inférieurs des couches 2 à 6 en nombre de restes en fonction des classes d'âge définies par Reher et Frison, 1980. En dessous du graphe l'interprétation saisonnière de D. Armand, 2005. 178
Figure 87 : La Quina - O4-418. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 182
Figure 88 : La Quina - QI6-1575. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 183

Figure 89 : La Quina – QN5-1543. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 184
Figure 90 : La Quina – QM5-2500. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 185
Figure 91 : La Quina – QL6-1469. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le point d'interrogation indique la région du cément pour laquelle les structures saisonnières sont illisibles. 186
Figure 92 : La Quina - QL1005-894. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 187
Figure 93 : La Quina - Application de la loi binomiale à l'échantillon cémentochronologique : probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données à partir d'un échantillon de 8 dents provenant d'un site à abattage réparti sur l'ensemble de l'année. La ligne noire représente le seuil de rejet de l'hypothèse. 188
Figure 94 : La Quina - Contribution du Bison dans la part carnée de la subsistance des Néandertaliens de La Quina. En pourcentage du NR d'herbivores par unité stratigraphique. 190
Figure 95 : La Quina - Comparaison des résultats de l'analyse cémentochronologiques à ceux obtenus par Armand, 2005. 191
Figure 96 : La Quina - Représentation de la saison de prédation (schématisée par la bande noire) des bisons mise en évidence par l'étude cémentochronologie. 193
Figure 97 : La Quina – Représentation du Vore Site, *un Buffalo jump site.* http://www.wyomingtalesandtrails.com/bison.html 196
Figure 98 : Mauran – Photographie de la position actuelle du gisement vue du sud, d'après Farizy *et al.,* 1994 199
Figure 99: Mauran - Position géographique du site matérialisée par l'étoile blanche. 200
Figure 100 : Mauran – Carte géologique simplifiée des Petites Pyrénées et de leurs environs. 1 : bâti hercynien ; 2 : Calcaire du domaine pyrénéen ; 3 : calcaire du piémont pyrénéen ; 4 : plaine molassique ; 5 : cône détritique de Lannemezan ; 6 : dépôts alluviaux ; 7 : limite d'englacement maximum (Würm) ; 8 : diapir de sel. Modifié d'après Jaubert *in* Farizy *et al*, 1994, p. 17. 201
Figure 101 : Mauran - Carte topographique des environs du gisement (geoportail, 2007) 202
Figure 102 : Mauran – Photographie aérienne du site et de ces environs à partir du nord-ouest. La flèche positionne le site, en arrière se dessinent les reliefs des Petites Pyrénées. Sur la droite de la photographie, il est possible de discerner la confluence de la vallée du Loubrague avec celle de la Garonne *in* Farizy *et al.,* 1994 204
Figure 103 : Mauran – Localisation des secteurs de fouilles, topographie du site et détail du secteur principal de fouille. Équidistance des courbes de niveaux : 1 m ; altitude en NGF. D'après Farizy et al., 1994, p. 25 206
Figure 104 : Mauran - Photographie d'une partie de la zone fouillée à la fin du décapage, 1974 - 1975. Cette photographie permet d'illustrer le magma osseux qui constitue l'ensemble archéologique, in Farizy et al., 1994, p. 23. 207
Figure 105 : Mauran - Relevé stratigraphique de la coupe B d'après Jaubert *et al.*, 1996 *in* Thiébaut, 2005 208
Figure 106 : Mauran – Cadre naturel et occupation du territoire. Le gisement est identifié par l'étoile. A : sources de matières premières présentes à moins de 15 km du Gisement ; B : principaux escarpements rocheux ; C : principales voies de communication ; D : zone parcourue autour du site en mois d'une heure de marche ; d'après Geneste et Jaubert, 1999, p. 189 modifié de Farizy *et al.,* 1994. 210
Figure 107 : Mauran – Courbe d'abattage des bisons. D'après la méthode quadratique de Klein et Cruz-Uribe (1984b) basée sur la hauteur des couronnes (d'après David et Farizy, 1994). Les classes d'âge représentent 10% de l'espérance de vie (ici les auteurs ont retenu 16 ans). 211
Figure 108 : Mauran –Distribution des D4 (en nombre d'individus) en fonction de la hauteur du métaconide, et inférence de l'âge au décès modifié d'après David et Farizy, 1994. 212
Figure 109 : Mauran – M75 D12-120. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance. 217
Figure 110 : Mauran – M74 G10-41. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance. 218
Figure 111 : Mauran – M75 C10-32 : Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en

pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 219
Figure 112 : Mauran – M75 D12-15. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 220
Figure 113 : Mauran – M75 C13-114. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 221
Figure 114 : Mauran – M77 E14-152. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 222
Figure 115 : Mauran – M77 D10-205 : P Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 223
Figure 116 : Mauran – D11-92. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 224
Figure 117 : Mauran – D14-114c. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 225
Figure 118 : Mauran – F13 – 32. Photographie de la lame mince en lumière naturelle à gauche et lumière polarisée à droite. Aucune interprétation d'ordre saisonnier n'est proposée ici..... 226
Figure 119 : Mauran – M74 C10-124. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement en lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Le dernier incrément est une zone qui a fini sa croissance..... 227
Figure 120 : Mauran - Application de la loi binomiale à l'échantillon cémentochronologique du gisement de Mauran : probabilité d'obtenir un nombre de bonnes saisons données à partir d'un échantillon de 20 dents provenant d'un site à abattage réparti sur l'ensemble de l'année. La ligne noire représente le seuil de rejet de l'hypothèse. 228
Figure 121 : Mauran – Comparaison des résultats de cette étude à ceux précédemment obtenus (extrapolés à partir de David et Farizy, 1994), en faisant abstraction de l'ensemble des biais qui interviennent dans ce genre de comparaison. 229
Figure 122 : Mauran - Représentation de la saison de prédation (schématisée par l'aire grise) des bisons mise en évidence par l'étude cémentochronologique..... 231
Figure 123 : Mauran - Variation relative de la masse carnée des mâles et des femelles d'une part et de la taille des rassemblements d'autre part (modifié d'après Brugal, 1999)..... 233
Figure 124 : Mauran –*Buffalo suround* d'après Denig *in* Stanford 1999..... 235
Figure 125 : Mauran : Positionnement des différents éléments topographiques sités dans le texte, Modifié d'après géoportail. 239
Figure 126 : Mauran – Positionnement des différents éléments topographiques et schématisation du scénario proposé pour le piégeage. Fond de carte modifié d'après Géoportail. La flèche indique le Nord..... 240
Figure 127: Isturitz - Photographie de la vallée de l'Arberoue et du versant sud de la colline de Gaztelu (marquée par l'astérisque), depuis le sommet de l'Eltzarruze (photo : C. Normand)..... 245
Figure 128 : Isturitz - Localisation du site d'Isturitz (marquée par l'étoile)..... 246
Figure 129: Localisation du site (carte IGN 1/25000; Iholdy, 1345 est) équidistance : 10 m..... 247
Figure 130 : Isturitz - Schéma structural de la région de l'Arberoue : d'après la carte géologique d'Iholdy (BRGM) 249
Figure 131 : Isturitz – Coupe nord-sud schématique de la colline de Gaztelu, modifiée d'après Normand, 2005 p. 28 250
Figure 132 : Isturitz - plan de la grotte d'Isturitz modifié d'après relevé de F. Rouzaud et A. Du Fayet de la Tour *in* Normand, 2005, p.29. 250
Figure 133 : Isturitz - W131-812. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Trois bandes de bonne saison sont visibles, la dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation. (MBS)..... 261

Figure 134: Isturitz - W132-118. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Quatre bandes de bonne saison sont visibles, la dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation (MBS). 262
Figure 135 : Isturitz - Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Quatre bandes de bonne saison sont visibles, la dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation (MBS). 263
Figure 136 : Isturitz - W132-754. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. Sept bandes pleines de bonne saison sont lisibles. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS). 264
Figure 137 : Isturitz - W132-603. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS). 265
Figure 138 : Isturitz - W133-715. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cour de formation (BS). 266
Figure 139 : Isturitz - Y137-530. Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. La dernière bande est une bande de bonne saison en cours de formation 267
Figure 140: Observation sous microscope polarisant à fort grossissement lumière polarisée transmise, et analyse d'image. Sur la photographie un carré marque la localisation de l'analyse en pseudo-3D, et un trait celle du profil. Sur le profil, le noir positionne la limite extérieure du cément, le gris positionne la dentine. 268
Figure 141 : Isturitz - Application de la loi binomiale à l'échantillon de l'ensemble 4b et de l'ensemble des niveaux étudiés d'Isturitz. 269
Figure 142 : Isturitz - Cycle saisonnier du Cheval. La période de prédation identifiée, la bonne saison est surlignée en gris. 272
Figure 143 : Isturitz - cycle saisonnier du Renne (modifié d'après West, 1997). La période de prédation identifiée, le milieu de la bonne saison, est surligné en gris foncé. 273
Figure 144: Isturitz - Carte du territoire cantabro-pyrénéen proposé ici. Le trait noir délimite ce territoire. En noir sont placées les sources de matières premières principales utilisées par les Aurignaciens d'Isturitz (Normand, 2005). Les étoiles correspondent aux sites partageant des traits technologiques avec Isturitz (n° 1) : n° 2 Gatzarria ; n° 3 : Labeko Koba n° 4 : Cueva Morin ; n° 5 : El Pendo ; n° 6 : El Castillo ; n° 7 : Brassempouy, représenté par un hexagone. 275
Figure 145 : Synthèse – Illustration des différentes activités que devait mener un paysan au XVesiècle en fonction du mois de l'année et donc des saisons. Cette enluminure provient d'un ouvrage de 1491 et témoigne de l'influence des saisons sur les activités humaines y compris au sein des économies de production des sociétés sédentaires (*in* de Glanville, 1491, p. 188). 282
Figure 146 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Proportion de dents de Cerf présentant un cément lisible (en noir). 291
Figure 147 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. saisons de prédation du Cerf. 291
Figure 148 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. Proportion de dents de Bison présentant un cément lisible (en noir) 291
Figure 149 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 4. saison de prédation du Bison. 291
Figure 150 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. Proportion de dents de Cerf présentant un cément lisible (en noir). 291
Figure 151 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. saisons de prédation du Cerf. 291
Figure 152 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. Proportion de dents de Bison présentant un cément lisible (en noir). 292
Figure 153 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 6. saisons de prédation du Bison. 292
Figure 154 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Proportion de dents de Cerf présentant un cément lisible (en noir). 292
Figure 155 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. saison de prédation du Cerf. 292
Figure 156 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Proportion de dents de Bison présentant un cément lisible (en noir) 292

Figure 157 : Synthèse – Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. saison de prédation du Bison. 292
Figure 158 : Synthèse – La Quina. Proportion de dents présentant un cément lisible (en noir) 293
Figure 159 : Synthèse – La Quina. Saison de prédation du Bison 293
Figure 160 : Synthèse – Mauran. Proportion de dents présentant un cément lisible (en noir). 293
Figure 161 : Synthèse – Mauran. Saison de prédation du Bison. 293
Figure 162 : Synthèse – Isturitz. Proportion de dents de Cheval présentant un cément lisible (en noir). 294
Figure 163 : Synthèse – Isturitz. Saison de prédation du Cheval. 294
Figure 164 : Synthèse – Isturitz. Proportion de dents de Renne présentant un cément lisible (en noir). 294
Figure 165 : Synthèse – Isturitz. Saison de prédation du Renne. 294
Figure 166 : Synthèse – Harde de Bison pendant la migration. Modifié d'après : http://academic.emporia.edu/aberjame/ice/lec18/f18e.jpg 312
Figure 167 : Synthèse – Localisation des gisements envisagés dans le cadre de l'étude des changements de comportement saisonnier de prédation autour de la transition du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France. En Noir gisements étudiés dans le cadre de cette thèse. En Blanc : gisements en cours d'étude ou envisagés pour compléter le corpus de données présenté ici. 1 : Pech-de-l'Azé I ; 2 : Mauran ; 3 : La Quina ; 4 : La Chapelle-aux-Saints ; 5 : Chez Pinaud ; 6 : Les Pradelles ; 7 : Les Cottés ; 8 : Isturitz ; 9 : Le Piage ; 10 : Les Rois. 315

Table des Tableaux

Tableau 1 : Introduction – Présentation du matériel analysé dans le cadre de ce travail en nombre d'individus (NI).11
Tableau 2 : Méthode – Liste non exhaustive des référentiels cémentochronologiques classés par taxon qui ont validé les processus de la cémentogenèse. Modifiée de Geusa *et al.* 1999 et enrichie. 33
Tableau 3 : Méthode - Différences dans la détermination de l'âge par cémentochronologie avec l'âge réel de plusieurs taxons. NI = Nombre d'individus. Test réalisé par le laboratoire Matson'Lab. Modifié d'après les données publiées sur le web : http://www.matsonslab.com/Miscellaneous/ExperiencAccuracyPrecision/ExperienceAccuracyPrecision.htm 34
Tableau 4 : Méthode - Grille de caractérisation de l'apparence des dépôts cristallisés ou biogéniques, sous les conditions d'observations traditionnelles et avec insertion de la lame 1/4 d'onde (traduite et modifiée d'après Stutz, 2002a p. 146). 51
Tableau 5 : Méthode – Correspondance retenue pour ce travail entre la nature et le stade de développement du dernier dépôt, d'une part et la saison inférée, d'autre part. 64
Tableau 6 : Méthode - Dimension d'un pixel en fonction du grossissement utilisé pour la photographie. 66
Tableau 7 : Pech-de-l'Azé I - Nombre de vestiges et de lots de vestiges coordonnés lors des fouilles Bordes 1970-1971, par niveaux, d'après Soressi, 2000. 85
Tableau 8 : Pech-de-l'Azé I - Spectre faunique des niveaux 4 et 6 issus des fouilles Bordes 1970-1971, en Nombre de restes déterminés taxinomiquement (NRDt) et NMI de combinaison. Données du niveau 4 d'après Armand *et al.*, 2001 modifié de C. Laparra 2000 et Niveau 6 d'après Rendu 2002, 2004, 2006. 86
Tableau 9: Pech-de-l'Azé I - Liste taxinomique de l'avifaune par niveaux, exprimée en NR et en NMI entre ( ). 90
Tableau 10 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 7. Spectre faunique établi à partir des vestiges de mammifères de la collection Bordes 1970-71 94
Tableau 11 : Pech-de-l'Azé I – Nombre de restes (NR) étudiés d'un point de vue anatomique, taphonomique et archéozoologique par unité stratigraphique. 95
Tableau 12 : Pech-de-l'Azé I – Spectre faunique obtenu à partir de l'étude des collections Soressi, pièces coordonnées et issues du refus de tamis. NR = Nombre de Restes, NRDt : Nombre de Restes Déterminés taxinomiquement. 96
Tableau 13 : Pech-de-l'Azé I - Contribution des différentes classes d'Ongulés (Fosse, 1994) à la taphocénose des niveaux 4 et 7. NRong = Nombre de Restes d'ongulés. 97
Tableau 14 : Pech-de-l'Azé I – Impact des agents météoritiques sur l'assemblage. En nombre de reste et pourcentage du nombre total de restes observés. 98

Tableau 15 : Pech-de-l'Azé I - Impact des agents physico-chimiques et du concrétionnement sur l'assemblage. En nombre de reste et pourcentage du nombre total de restes observés..... 98
Tableau 16 : Pech-de-l'Azé I - Impacts des agents biologiques non humains sur l'assemblage. 99
Tableau 17 : Pech-de-l'Azé I – Impact des carnivores sur l'assemblage (en NR). Un os peut porter plusieurs stigmates..... 100
Tableau 18 : Pech-de-l'Azé I – Impact anthropique sur l'assemblage. (Un os peut porter plusieurs stigmates)..... 101
Tableau 19 : Pech-de-l'Azé I - Fréquence des modifications anthropiques sur l'assemblage par niveau et par taxons d'ongulés. NRant = nombre de restes avec traces anthropiques ; NRa : Nombre de restes analysés. 101
Tableau 20 : Pech-de-l'Azé I - Décompte du nombre minimum d'éléments, EN NME, MAU (Minimum Animal Unit, Binford, 1981) et en % MAU (%MAU=MAU de l'élément/MAUmax Binford, 1984). Région 1 : crâne ; Région 2 : Vertèbre ; Région 3 : Côtes ; Région 4 : Ceinture ; Région 5 : Os longs ; Région 6 : Métapodes ; Région 7 : Os courts..... 102
Tableau 21 : Pech-de-l'Azé I – Représentation anatomique par région anatomique de Fosse (1994). EN NME, MAU (Minimum Animal Unit, Binford, 1981) et en % MAU (%MAU=MAU de l'élément/MAUmax Binford, 1984). Région 1 : crâne ; Région 2 : Vertèbre ; Région 3 : Côtes ; Région 4 : Ceinture ; Région 5 : Os longs ; Région 6 : Métapodes ; Région 7 : Os courts. 103
Tableau 22 : Pech-de-l'Azé I – Décompte du nombre minimum d'éléments par portion anatomique pour les éléments des régions 5 et 6 de Fosse (1994). 104
Tableau 23 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 4. Distribution des os brûlés coordonnés en fonction des stades de combustion de Stiner (1994). 1 : noir minoritaire ; 2 : noir majoritaire, 3 : pièce entièrement noire ; 4 : Noir et gris ou blanc minoritaire ; gris ou blanc majoritaire ; pièce entièrement grise ou blanche. 113
Tableau 24 : Pech-de-l'Azé I - niveau 4 : Distribution des restes brûlés déterminés par taxons. 113
Tableau 25 : Pech-de-l'Azé I - niveau 4 : Tableau de décompte, en nombre de restes (NR), des vestiges brûlés et non brûlés issus du tri des refus de tamis de maille de 5 mm du carré G8, fouille Soressi. 114
Tableau 26 : Pech-de-l'Azé I - NMI du Cerf et du Bison pour les niveaux 4, 6 et 7 établi à partir du matériel provenant des collections Bordes 1970-71 et Soressi. 116
Tableau 27 : Pech-de-l'Azé I – Synthèse de l'impact anthropique sur l'assemblage à partir des collections Soressi pour les niveaux 4 et 7. Les données sur le niveau 6 proviennent des collections Bordes 70 – 71 (Rendu, 2002) et ne sont données ici qu'a but informatif. Les traces de percussion regroupent les encoches de percussion et les eclats osseux. 121
Tableau 28 : Pech-de-l'Azé I - Échantillons retenus pour l'analyse cémentochronologique, en nombre d'individus par rapport au NMI du niveau considéré pour le Cerf et le Bison. Dans le cas du niveau 4, les chiffres entre parenthèses correspondent aux échantillons déjà retenus par Armant et collaborateurs (2001). 124
Tableau 29 : Pech-de-l'Azé I – Niveau 4 : Résultats de l'étude cémentochronologique. Les différences entre les analystes sont en gras. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule. 140
Tableau 30 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Résultats de l'étude cémentochronologique. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule..... 141
Tableau 31 : Pech-de-l'Azé I - Niveau 6. Représentation graphique des résultats de l'étude saisonnière. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule. 142
Tableau 32: La Quina - Spectre faunique établi par D. Armand et basé sur un échantillon du stock faunique recueilli pendant les campagnes dirigées par A. Debénath et A. J. Jelinek. Le taxon dominant pour chacun des niveaux a été surligné (d'après Armand in Debenath et Jelinek, 1998)..... 175
Tableau 33 : La Quina – Résultats de l'étude cémentochronologique. Les Différences entre les deux analystes sont en gras..... 181
Tableau 34 : Mauran – Résultats de l'étude cémentochronologique par dent..... 216
Tableau 35 : Isturitz - Lithostratigraphie et Archéostratigraphie du secteur fouille de la Salle Saint Martin du gisement d'Isturitz. (D'après Lenoble, 2003 et Normand, 2005). Les niveaux étudiés sont surlignés. 252
Tableau 36: Isturitz - Spectre faunique des niveaux 4b, à partir du matériel recolté pendant la triennale 2000-2002 (modifiée d'après Costamagno, 2002). Ongulés 1/3, Ongulés 3/4 … font référence aux classes de taille d'Ongulés, définies par Brain, 1969 ; et modifiées par Fosse, 1994 puis par Costamagno, 1999. 255
Tableau 37: Isturitz - Spectre faunique du niveau 4c4. en NRDt in Costamagno, 2005. 256
Tableau 38: Isturitz - Spectre faunique du niveau 4Ia. en NRDt *in* Costamagno, 2005, p. 8. 257
Tableau 39 : Isturitz - Décompte du nombre de dents analysées en fonction du NMI par unités stratigraphiques... 259
Tableau 40: Isturitz - résultats de l'analyse cémento-chronologique. Dans la colonne Rang de la dent, l'astérisque indique les dents encore incluses dans leur mandibule..... 260
Tableau 41 : Isturitz – Tableau récapitulatif des résultats de l'étude cémentochronologique des niveaux aurignaciens des gisement de Cueva Morin, El Pendo, El Castillo (d'après Pike-Tay *et al.,* 1999). Les individus ont été classés en fonction de la nature du dernier dépôt et, si c'était une *Zone*, de son état de développement. L'interprétation suivant notre découpage est proposée au dessus des découpages de la croissance du dernier dépôt. Notons que le stade de développement « complet » pour une zone définie par Pike-Tay et collaborateurs (1999) correspond

plus à une mauvaise saison pour nous qu'à une bonne. L'interprétation des auteurs de l'étude est retranscrite dans le texte. 277
Tableau 42 : Synthèse – Tableau synthétique des sites analysés, des populations animales étudiées et des résultats cémentochronologiques. Le % du NRDt du Pech-de-l'Azé I provient de la collection sur laquelle nous avons pratiqué l'échantillonnages : la collection Bordes 295

Table des Matières

Sommaire 3

Introduction 5

La cémentochronologie 13

Chapitre I : Méthode 15

Partie I : Méthodologie 15

I Chronobiologie, Sclérochronologie, Squelettochronologie et Cémentochronologie 15

I-1 Définitions des termes 15

I-2 Historique de la cémentochronologie 16

I-3 La cémentochronologie : une discipline actuelle 19

II Le cément 20

II-1 Les tissus dentaires, leur localisation, leurs caractéristiques 20

II-2 Nature et fonctions du cément 21

II-3 Cémentogenèse 22

III L'enregistrement saisonnier 23

III-1 Caractérisation de l'enregistrement saisonnier 24

III-2 Les causes de l'alternance 26

III-3 Les techniques d'observation 29

III-4 Détermination de l'âge au décès et de la saison de mort 30

IV Les données actuelles 31

IV-1 Apport des référentiels. 31

IV-2 Les avantages de la cémentochronologie dans l'estimation de la saison de mort 34

IV-3 Limites et conditions d'application de la cémentochronologie 36

IV-4 Conclusion 38

V Application de la Cémentochronologie à l'Archéologie. 38

V-1 Actualisme 39

V-2 L'échantillonnage : le matériel étudié 39

V-3 Conservation du matériel : préservation de l'information saisonnière. 42

PARTIE II : Mode opératoire 53

I Echantillonnage 53

I-1 Choix du taxon 53

I-2 La sélection des dents 54

I-3 Quantité de matériel analysé 56

II Moulage de la dent 56

II-1 Observations personnelles 57

II-2 Le Moulage 58

II-3 Le dégraissage 59

III Inclusion des dents et réalisation des lames 59

III-1 Inclusion des dents 59

III-2 La découpe 60

IV Observation directe 61

IV-1 Aire de lecture 61

IV-2 L'Observation 62

IV-3 Détermination de la saison de mort 64

V Analyse d'image 64

V-1 Méthode : 65

V-2 Exemple d'analyse d'images 68

VI Condition d'acceptation d'une détermination 70

Les études ***73***

Chapitre II : Pech-de-l'Azé I **75**
I Présentation du Site du Pech-de-l'Azé 76
I-1 Cadre géographique 76
I-2 Implantation du site dans la vallée 76
II Le gisement du Pech-de-l'Azé I 77
II-1 Historique des fouilles 78
II-2 Stratigraphie : 79
II-4 Archéostratigraphie 81
II-5 Chronostratigraphie 82
II-6 Anthropologie 82
II-7 Les données sur les comportements de prédations 83
II-8 L'avifaune du Pech-de-l'Azé I 88
II-9 Résumé des travaux menés sur les vestiges fauniques 92
III Taphonomie et Archéozoologie 93
Remarque sur les vestiges provenant du niveau 7, issus des fouilles Bordes 1970-71 94
La Collection Soressi 95
III-1- Méthodes de fouille 95
III-2 Matériel étudié 95
III-3 Spectre faunique 96
III-4 Impact des agents non anthropiques sur l'assemblage 97
III-5 Impact de l'Homme sur l'assemblage 100
III-6 Représentation différentielle des éléments anatomiques 101
III-7 Exploitation des carcasses 110
III-9 Synthèse sur l'étude des vestiges osseux 120
III-10 Conclusion 121
IV Cémentochronologie 122
IV-1 Problématique 122
IV-2 Matériel d'étude 123
IV-3 Test Inter-observateurs 124
V Résultats 125
V-1 Reprise de l'ancienne série du niveau 4 125
V-2 Résultats pour l'ensemble des niveaux 126
V-3 Approche probabiliste 144
VI Discussion 146
VI-1 Comparaisons avec les données précédentes. 146
VI-2 La prédation du Cerf 149
VI-3 La prédation du Bison 155
VI-4 Occupation de la cavité 158
VI-5 Utilisation du site et place de celui-ci dans le territoire moustérien : une approche interdisciplinaire 160
VII Conclusion 163

Chapitre III : Le niveau 6c de La Quina, Station Amont **165**
I Présentation du site 166
I-1 Cadre géographique 166
I-2 Implantation du site dans son environnement 167
I-3 Géologie 167
II Le gisement 169
II-1 Historique 170
II-2 La fouille Debénath-Jelinek 170
II-3 Stratigraphie (d'après Debénath et Jelinek, 1998) 170
II-4 Archéostratigraphie et étude du matériel lithique de la coupe Nord 173
II-5 Anthropologie 174

II-6 Chronostratigraphie 174
II-7 Étude de la faune 175
III Cémentochronologie 179
III-1 L'approche saisonnière appliquée au niveau 6c du gisement de La Quina 179
III-2 Matériel étudié 179
III-3 Test inter-observateurs 181
IV Résultats 181
IV-1 Description des lames minces 182
IV-2 Synthèse des résultats 187
IV-3 Approche probabiliste 187
V Discussion 189
V-1 Comparaison des résultats avec les données saisonnières précédemment obtenues 189
V-2 Comportement du Bison durant la fin de la bonne saison 191
V-3 Type de Chasse 194
V-4 Un camp de Chasse ? 196
V-5 Place du site dans le territoire 197
VII Des questions en suspens... 197

Chapitre IV : Mauran 199
I Présentation du site 199
I-1 Cadre géographique 199
I-2 Implantation du site dans les Petites Pyrénées 202
II Le gisement 205
II-1 Historique 207
II-2 Méthode de fouille 207
II-3 Stratigraphie 208
II-4 Chronostratigraphie 209
II-5 Données de la technologie lithique 209
II-6 L'étude archéozoologique 210
II-7 Résumé des travaux 213
III Cémentochronologie 214
III-1 Problématique de l'étude 214
III-2 Matériel d'étude 214
IV Résultats 215
IV.1 Description des lames minces 216
IV-2 Synthèse des résultats 227
IV-3 Approche probabiliste 227
IV-4 Comparaison avec les données précédentes : confirmation des résultats et nouveaux apports 228
V Discussion 230
V-1 Terrain de chasse 230
V-2 Nombre et caractéristiques des individus chassés 232
V-3 Type de chasse 234
V-4 Le piégeage : utilisation des possibilités topographiques comme arme 234
V-5 Utilisation du site et place de celui-ci dans le territoire moustérien 240
VI Synthèse 242
VI-1 L'utilisation raisonnée de l'environnement 242
VI-2 Anticipation et gestion annuelle des ressources et du territoire 242

Chapitre V : Isturitz 245
I Présentation du site 246
I-1 Cadre géographique 246
I-2 Implantation du site dans son environnement proche 247
I-3 Géologie 248
II Le Gisement 249
II-1 Historique des recherches sur le site. 250

II-2 Méthodes de Fouille 251
II-3 Stratigraphie 251
II-4 La faune 255
III Cémentochronologie 258
III-1 Questions propres au gisement 258
III-2 Matériel étudié 258
III-3 Test inter-observateurs 260
IV Résultats 260
IV-1 Description des lames minces 260
IV-2 Synthèse des résultats 268
IV-3 Analyse probabiliste des résultats 269
V Discussion 270
V-1 Stratégie de prédation 270
V-2 Comparaison avec les données saisonnières obtenues dans les études précédentes 274
V-3 Comparaison des données saisonnières des niveaux 4b aux résultats archéozoologiques 274
V-4 Intégration des données dans le contexte archéologique régional 275
VI Synthèse 279

Synthèse générale et conclusion ***281***
I L'approche cémentochronologique dans l'étude des saisons de mort des Ongulés 283
I-1 Discussion générale sur l'apport de la cémentochronologie 283
I-2 Discussion sur le protocole utilisé dans ce travail 285
I-3 Conclusion sur la méthode 288
II Apport des études saisonnières à l'Archéologie 290
II-1 Synthèse des données 290
II-2 Saisonnalité et archéozoologie 296
II-3 La saisonnalité et mode de vie 297
III Apport de nos résultats à la connaissance des derniers Néandertaliens 300
III-1 Des chasses spécialisées 300
III-2 Des sites spécialisés au Moustérien ? 305
III-3 Adaptation des stratégies de subsistance à l'environnement et adaptabilité des Néandertaliens 306
IV Considération sur les stratégies de chasses à la transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur, ou la modernité du chasseur moustérien 308
IV-1 La prédation 308
IV-2 Notion de Sélection 308
V Une modernité ancienne... 310
Perspectives de travail concernant les études de saisonnalités : une nouvelle approche 311
Perspectives : changements des comportements saisonniers de prédation autour de la transition du Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France 314

Bibliographie ***317***

Tables ***339***
Table des Illustrations 339
Table des Tableaux 346