



**HAL**  
open science

**Environnement et subsistance au Pléistocène supérieur  
dans l'est de la France et au Luxembourg : étude  
ostéologique des gisements de la Baume de Gigny (Jura),  
Vergisson II (Saône-et-Loire) et Oetrange (Luxembourg)**

Magali Fabre

► **To cite this version:**

Magali Fabre. Environnement et subsistance au Pléistocène supérieur dans l'est de la France et au Luxembourg : étude ostéologique des gisements de la Baume de Gigny (Jura), Vergisson II (Saône-et-Loire) et Oetrange (Luxembourg). Histoire. Université de Provence - Aix-Marseille I, 2010. Français. NNT: . tel-00617613

**HAL Id: tel-00617613**

**<https://theses.hal.science/tel-00617613v1>**

Submitted on 29 Aug 2011

**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.

UNIVERSITE AIX-MARSEILLE I-Université de Provence  
U.F.R. Civilisation et Humanité

N° attribué par la bibliothèque

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

**THESE**

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE AIX-MARSEILLE I

*Formation doctorale :Espace, Cultures, Sociétés*

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Magali FABRE**

le 13 décembre 2010

Volume Texte

**ENVIRONNEMENT ET SUBSISTANCE AU  
PLEISTOCENE SUPERIEUR DANS L'EST DE LA FRANCE  
ET AU LUXEMBOURG. ETUDE OSTEOLOGIQUE DES  
GISEMENTS DE LA BAUME DE GIGNY (JURA),  
VERGISSON II (SAONE-ET-LOIRE) et OETRANGE  
(LUXEMBOURG)**

Directeur de thèse :  
Jean-Philip BRUGAL

JURY

GAUDZINSKI-WINDHEUSER S., Professeur à l'université, Allemagne

LECUYER Ch., Professeur à l'université, Lyon

BRUGAL J.-Ph., Directeur de recherche au CNRS

CHENORKIAN R., Professeur à l'université de Provence, Aix-Marseille I

FERNANDEZ Ph., Chargé de recherche au CNRS

GUADELLI J.-L., Chargé de recherche au CNRS

LE BRUN-RICALENS F., Conservateur sect. préhistoire MNHA, Luxembourg

Rapporteur

Rapporteur

Directeur

Examineur

Examineur

Examineur

Invité



# Remerciements

Mes premiers remerciements vont à Jean-Philip Brugal qui est à l'origine de ce sujet à la croisée des disciplines. Ses conseils et son regard critique sur ce travail ont été les catalyseurs de cette thèse. Je tiens ici à souligner sa disponibilité constante jusque dans les derniers moments de ce travail.

Je souhaite remercier les membres du Jury : Sabine Gaudzinski et Christophe Lécuyer d'avoir accepté de rapporter ce mémoire ainsi que Jean-Luc Guadelli, Philippe Fernandez, Robert Chenorkian, Foni Le Brun-Ricalens et Jean-Philip Brugal pour l'examen de ce travail et pour leur déplacement dans le cadre de la présentation orale de ces recherches.

Cette étude n'aurait pu voir le jour sans la mise à disposition du matériel archéologique. Ainsi je remercie les différentes personnes responsables des collections :

- Marie-Jeanne Lambert (Conservateur du Musée de Lons le Saunier de 1985 à 2004) et Jean-Luc Mordefroid (Conservateur depuis 2004) ainsi que Madame Lourdeaux-Jurietti (en charge de la collection) pour le prêt de la faune de la Baume de Gigny.
- Jean Combié pour les restes osseux de Vergisson II.
- Foni Le Brun-Ricalens et Jean-Michel Guinet pour m'avoir facilité, de nombreuses fois, l'accès au matériel ostéologique provenant des diaclases d'Oetrange.

J'adresse mes sincères remerciements au Fonds National de la Recherche du Luxembourg (FNR) pour avoir financé les trois premières années de ce travail et à la fondation des Treilles pour m'avoir alloué une bourse de recherche ayant grandement facilité la poursuite de mes recherches. Je remercie également les diverses aides des programmes « paléo » et « P6 » dont j'ai pu bénéficier ponctuellement.

Merci à toutes les personnes m'ayant ouvert les portes de leur laboratoire et accueillie de manière exemplaire. Un grand merci à Robert Chenorkian directeur du LAMPEA (UMR6636) pour m'avoir accueillie dans son laboratoire où j'ai pu profiter de toutes les installations (pôle tracéologique, pôle photographique, collection de comparaison...).

Toute ma gratitude va également à Christophe Lécuyer ainsi qu'à l'équipe du 5<sup>e</sup> étage (Véronique Gardien, Romain Amiot, les deux François : Martineau et Fourrel, Gildas Merceron) pour m'avoir toujours reçu dans les meilleures conditions. Merci Christophe pour tes conseils et tes encouragements qui ont toujours fait avancer ce travail. Bien sûr, je n'oublie pas, Marie-Anne Héran et Romain Amiot qui m'ont appris les recettes de cuisine géochimiques et les heures passées qu'ils ont passés avec moi en salle blanche. Merci à tous pour la bonne ambiance que vous avez su faire régner lors de mes différents passages : les Auréliens, Kelly, Romain, Marie-Anne, Loïc et Célia, Olivier, Sébastien.

Je suis ravie de pouvoir exprimer ici tous mes remerciements à Foni Le Brun-Ricalens, François Valotteau et Laurent Brou pour leur chaleureux accueil à chaque visite vers le Nord. Merci à Jeannot Metzler et Catherine Gaeng pour leur accueil et la mise à disposition des locaux de l'ancienne gare de Fond de Gras. C'est avec grand plaisir que j'adresse ici un clin d'œil à Lydie Homann et Nicolas Gaspar pour leur bonne humeur le matin et le petit croissant aux amandes du Vendredi ;) . Je remercie Michel Polfer (Directeur du Musée d'Histoire et d'Art) de m'avoir accueillie dans ses locaux. Quelques mots pour mes trois collègues et amis préhistoriens. Merci Laurent pour ta disponibilité, tes re-lectures, tes conseils ; nos discussions ont été pour moi une source d'inspiration pour aller toujours plus loin et explorer d'autres pistes scientifiques. Merci François pour ta bonne humeur et ton humour tes corrections de coquilles. Je garde également un excellent souvenir de nos virées à Bruxelles et Amsterdam. Quelle est la prochaine capitale au programme ? Un merci spécial à



pour ton amitié, ton encouragement, nos discussions autour d'une table ou d'une raquette de squash ! Ces remerciements sont également pour moi, l'occasion d'avoir une pensée pour Suze (Rick), Freddy Nobert (le petit belge, Anne Hauzer et Henri-Georges Natton ont su agrémenter mes plus ou moins long séjours à Luxembourg.

Ce travail est le fruit de maintes discussions engagées autour d'un verre, au détour d'un couloir, sur un décapage une truie à la main, devant la machine à café. Que tous ceux qui se reconnaissent en soit remercié : Delphine K., Jessica L., Marianne D., Nadia C., Marie-Cécile S., Myriam B.-M., Jean-Baptiste F. Anabelle G., Mapie C., Stéphanie C., Emilie B., Clara P., Aude C., Ludovic S., Laure M., Sabine N. Christophe R. Damien P., Alexis B. Pierre L. et pardon si j'en oublie.

Toute ma reconnaissance à Stéphane Renaud pour les « au secours ! mon ordi a un problème », à Jacques-Elie Brochier, Philippe Fernandez et Robert Chenorkian pour les : « j'ai une question stat ! », à Laure Fontana pour le « je peux emprunter le squelette de renne ». Merci à tous les membres du laboratoire avec qui j'ai pu partager : Guy, Raymond Panatoni, André d'Anna, Jean-Louis Guendon. Une mention particulière à Yvette Barnier qui gère parfaitement nos déplacements et missions. Je remercie également Maxence Bailly pour son soutien et son puits de connaissance toujours prompt à répondre à mes interrogations.

Evidemment je ne peux oublier de remercier Dominique Commelin pour les « il me manque une réf, je cherche cet article... ». Merci pour ta gentillesse et ta disponibilité.

Je souhaite adresser un grand merci à Jean-Christophe Castel pour ses re-lectures et ses conseils. Une pensée pour tous les fouilleurs du GRAL où les discussions autour de l'os étaient riches et nombreuses !

Je saute sur l'occasion pour dire à Céline P., Céline M x2, Lionel, Tony, Hélène, Pascale P. Pascale B., Sophie, Ghislaine, Jean, Danielle et Catherine un énorme MERCI pour leur soutien. Je m'excuse auprès d'eux pour mon manque de disponibilité ponctuel mais qu'ils sachent que je ne les oublie pas.

C'est avec un réel plaisir que je salue et remercie mes deux collègues archéozoologues et amies : Magali et Maryline. Merci à vous les filles, cette thèse je vous la dois en partie car nos discussions ont permis à mes idées de naître et se développer. L'amitié et la collaboration ont su prendre le pas sur une concurrence possible. Merci également pour tous les bons moments passés ensembles, à nos soirées carcassonnaises ! Non Aliette, je ne t'ai pas oubliée ! Merci pour ton amitié !

Mes dernières pensées sont bien entendu pour ma famille qui m'a supportée, encouragée sans jamais faillir. Cette thèse aura vu la disparition de mes grands-pères, qu'ils sachent que je pense bien à eux. Merci à mes parents qui ont répondu présents à chaque instant. MERCI

Il arrive toutefois que l'essentiel reste invisible (M).

# Note et Abréviations

Les pourcentages en *italiques* sont uniquement donnés à titre indicatif du fait d'un faible effectif.

Graphique % de survie vs densité ou SFUI	Acét	Acétabulum
	Cox	Coxal
	Fém	Fémur
	Hum	Humérus
	Isc	Ischion
	Mand	Mandibule
	Mcc	Métacarpe
	Mtt	Métatarse
	Ph	Phalange
	Pub	Pubis
	Rad	Radius
	Scap	Scapula
	Tal	Talus
	Tib	Tibia
	BH	Branche horizontale
	BM	Branche montante
P	Proximal	
D	Distal	
Diap	Diaphyse	
Biométrie	DMD	Diamètre Mésio-Distal
	DVL	Diamètre Vestibulo-Lingual
	DMDo	Diamètre Mésio-Distal occlusal
	DVLo	Diamètre Vestibulo-Lingual occlusal
	DT	Diamètre transverse
	DAP	Diamètre antéro-postérieur
	Prox	Proximal
	Dist	Distal
	Moy	Moyenne
	min	Minimum
Max	Maximum	
tableau de synthèse	F	Fœtus
	J	Jeune
	A	Adulte
	V	Vieux
	ma	Membre antérieur (humérus & radius)
	mp	Membre postérieur (fémur & tibia)
ms	Membre supérieur (humérus & fémur)	
mi	Membre inférieur (radius & tibia)	

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>CADRE DE L'ETUDE</b>	3
<b>METHODES</b>	11
1. Géochimie des isotopes stables de l'oxygène	13
2. Méthodes basées sur les associations fauniques	23
3. Champs d'observations	29
4. Analyse taphonomique et archéozoologique des assemblages	39
<b>LA BAUME DE GIGNY</b>	65
1. Présentation du site de la Baume de Gigny	67
2. Etudes géochimiques de la grande faune de la Baume de Gigny	91
3. Caractérisation du climat et de l'environnement de la Baume de Gigny	109
4. Etude taphonomique et archéozoologique de la Baume de Gigny	117
5. Conclusions et Synthèse sur la Baume de Gigny	241
<b>VERGISSON II</b>	253
1. Présentation du site de Vergisson II	255
2. Etude biométrique des taxons	261
3. Etude taphonomique et archéozoologique de la couche 2 de la grotte de Vergisson II	267
4. Conclusion et Synthèse sur la grotte de Vergisson II	307
<b>OETRANGE</b>	317
1. Présentation du site d'Oetrange	319
2. Etude taphonomique d'Oetrange	325
3. Conclusion sur le site d'Oetrange	355
<b>CONCLUSION</b>	357
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	363
<b>TABLE DES FIGURES</b>	385
<b>TABLE DES TABLEAUX</b>	391





# INTRODUCTION

Au cours du Pléistocène supérieur, l'Europe connaît de nombreux et profonds changements climatiques entraînant des modifications considérables des paysages, des territoires habitables et des biomasses exploitables. Grâce aux carottes glaciaires et marines, les oscillations du climat entre 140 ka BP et 30 ka BP (MIS 6 à MIS 3) sont désormais bien documentées à l'échelle globale. Les stades pairs correspondent aux périodes rigoureuses et les interstades impairs à des conditions plus clémentes du climat. Durant les périodes glaciaires, les changements eustatiques modifièrent considérablement l'espace habitable découvrant des zones de bord de mer tandis qu'à certains endroits l'environnement n'était plus propice au développement de la vie animale et végétale. Par conséquent, les Néandertaliens ont dû s'adapter à des environnements très variés alternant entre le développement du couvert forestier lors de phases tempérées et des paysages très ouverts de type steppique lors des périodes froides.

Si dans les années 80, Néandertal était considéré comme un très mauvais chasseur dont la capacité d'acquisition de ressources carnées consistait essentiellement en charognage de carcasse (Binford, 1984, 1988), il est maintenant largement admis qu'il était tout à fait capable de chasser des proies de grande taille (Jaubert & Brugal, 1990 ; Brugal & David, 1993 ; Gaudzinski, 1995, 1999, 2000 ; Gaudzinski & Roebroeks, 2000). Ces dernières années, les études sur les modes de subsistances des Néandertaliens ont montré une forte hétérogénéité dans l'acquisition des ressources animales (Rendu, 2007 ; Daujeard, 2008) que ce soit par charognage, chasse opportuniste ou chasse spécialisée. Parallèlement, l'industrie lithique montre, elle aussi une extrême variabilité dont l'origine « tiendrait d'une subtile alchimie » (Jaubert, 2010, p.51) entre des changements climatiques et environnementaux ayant entraîné une modification de l'outillage, des traditions culturelles ou des savoirs-faires.

Par conséquent, la compréhension des modes de vie des Hommes préhistoriques ne peut se faire sans tenir compte de l'environnement dans lequel ils évoluaient (d'Errico & Sanchez-Goni, 2003 ; Gamble *et al.*, 2004 ; Finlayson, 2004).

Les méthodes de reconstitutions du paléoenvironnement local et du climat, dans les sites archéologiques reposent essentiellement sur l'analyse des sédiments, des pollens (De Beaulieu & Reille, 1984; Guiot *et al.*, 1989) et de la faune (Chaline, 1972a; Andrews *et al.*, 1979 ; Delpech *et al.*, 1983; Legendre, 1986). Depuis quelques décennies les isotopes stables de l'oxygène sont utilisés en milieu continental en tant qu'estimateur paléoclimatique (Longinelli, 1984 ; Koch *et al.*, 1998 ; Gadbury *et al.*, 2000 ; MacFadden, 2000 ; Bernard, 2009). Les dents d'ongulés et en particulier le phosphate de l'émail se sont révélés être d'excellents enregistreurs bioclimatiques.

Ainsi ce travail s'inscrit dans une démarche pluridisciplinaire dont le premier axe associe des méthodes quantitatives et qualitatives afin de restituer les paléoenvironnements et les paléoclimats dans l'Est de la France pendant le Paléolithique Moyen. Le second axe concerne la compréhension des

modes de subsistances des Néandertaliens dans cette région à partir de l'étude taphonomique et archéozoologique des sites de la Baume de Gigny (Jura) et de Vergisson II (Saône et Loire).

La Baume de Gigny est un des sites majeurs du Jura présentant un remplissage de 12m où 31 couches ont été identifiées (Campy *et al.*, 1989). L'ensemble moyen du remplissage (soit 13 couches) s'étend sur une période comprise entre 145 ka et 32 ka (MIS 6 à MIS 3) offrant la possibilité d'une étude diachronique aussi bien des environnements que des modes de vie des Moustériens.

Le site de Vergisson II se situe de l'autre côté du fossé Bressan dans la région Mâconnaise offre une base de travail pour la comparaison des régions bourguignonne et franc-comtoise.

Enfin, le site d'Oétrange est une diaclase ayant fonctionné comme un piège naturelle. Son étude permettra d'établir des comparaisons entre des sites d'origine naturelle et des sites où l'impact anthropique est prépondérant.

# Cadre de l'étude

## CLIMAT

« Ensemble des phénomènes météorologiques (température, pression atmosphérique, vent, précipitation) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné » telle est la définition du climat (Le Larousse 2010).

L'atmosphère, les glaces et les océans, sont les principaux composants du système climatique. Ils interagissent en permanence, la variation de l'un entraîne des modifications des deux autres. Les facteurs climatiques en association avec les paramètres physico-chimiques du sol orchestrent la répartition de la végétation et par conséquent la distribution des espèces animales (fig.I-1).

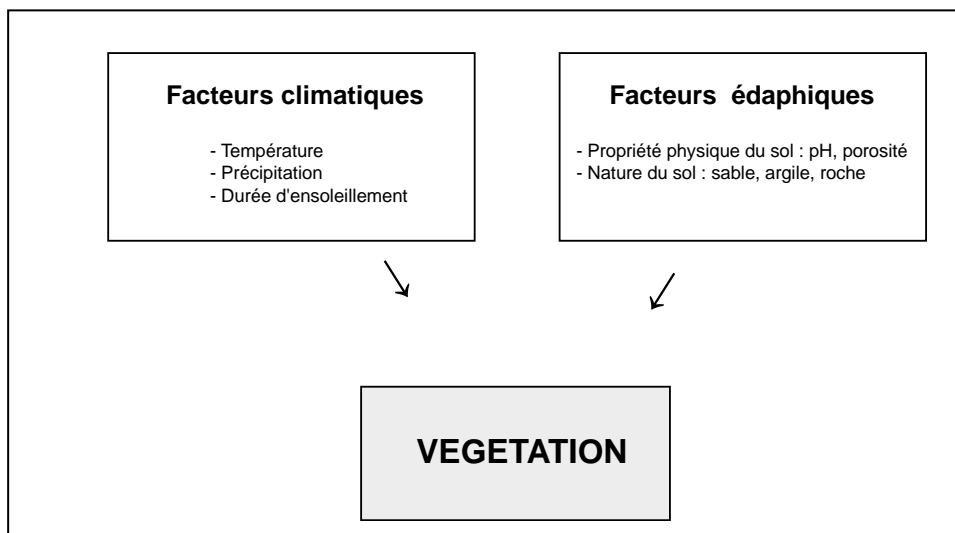


Fig. I-1: Les différents paramètres influençant la répartition de la végétation

De nombreuses études ont montré l'importance de l'environnement dans le comportement et les modes de subsistance des Hommes préhistoriques (d'Errico & Sanchez-Goni, 2003 ; Gamble *et al.*, 2004 ; Finlayson, 2004). De plus, les variations du niveau marin déterminent l'espace habitable et jouent un rôle de barrière pour isoler ou réunir certaines zones géographiques.

## I. Les variations climatiques

Si les changements climatiques à courte échelle de temps, telle que l'alternance des saisons, sont connus depuis très longtemps, du fait qu'ils soient facilement observables à l'échelle humaine, il en va tout autrement pour les variations à plus grande échelle temporelle (de l'ordre de dizaines voir de centaines de milliers d'années). Au milieu du XIX<sup>e</sup>S, L. Agassiz (1807-1873) étudia les glaciers alpins et en particulier les traces qu'ils produisent. La présence de dépôts morainiques (débris minéraux transportés par un glacier) dans une zone où les glaciers sont actuellement absents attira son

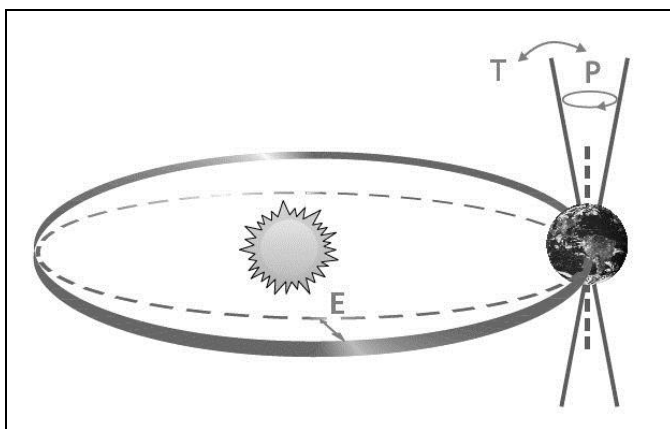
attention. Mais c'est lors d'un séjour en Ecosse où il retrouva toutes les marques caractéristiques de la présence d'un glacier qu'il proposa l'existence de période glaciaire dans le passé. Quelques années plus tard, le géologue britannique, Archibald Geikie (1835-1924) trouve en Ecosse des fragments de plantes entre deux dépôts glaciaires confirmant l'alternance de période glaciaire et interglaciaire. Des géologues allemands, A. Penk et E. Brückner montrèrent que les Alpes ont connus 4 stades glaciaires: Günz-Mindel-Riss-Würm (Penk & Brückner, 1909 *in* Magny, 1995). Néanmoins les mécanismes à l'origine de ces variations restaient flous.

Dans les années 40, Milutin Milankovitch (1879-1958) mathématicien serbe, rédige « *la théorie astronomique du climat* ». Manuel dans lequel il propose une explication des changements climatiques à travers la variation de l'intensité du rayonnement solaire au sol en fonction de 3 paramètres :

- l'**excentricité** : elle correspond au coefficient d'aplatissement de l'orbite terrestre autour du Soleil. Son amplitude va de 0 à 0,06 actuellement il est de 0,02 (fig.I-2). Plus l'orbite est ovale, plus le contraste saisonnier est important. Sa périodicité est estimée à 100000 et 400000 ans.

- l'**obliquité** : c'est l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre sur le plan de son orbite, il varie de  $22,1^\circ$  à  $24,5^\circ$ , actuellement il est de  $23,5^\circ$  (fig.I-2). Il entraîne une distinction de chaleur reçue entre l'équateur et les pôles. Sa périodicité est de 40000 ans.

- la **précession des équinoxes** : c'est le mouvement de l'axe de la Terre (fig.I-2). Sa périodicité est de 19000 et 23000 ans.



**Fig. I-2:** paramètres orbitaux définis par Milutin Milankovitch : **E**=Excentricité ; **T**=Obliquité et **P**=Précession des équinoxes. (Rahmstorf & Schellnhuber, 2006)

Cette théorie astronomique des variations du climat est tombée dans l'oubli pendant plus de quarante ans. Il fallut attendre les grands projets de carottage des calottes glaciaires des années 80 pour s'apercevoir que des variations similaires y étaient reconnaissables.

Plusieurs collaborations ont alors vu le jour :

- **Vostok** (Antarctique) : collaboration entre la Russie, l'Europe et l'Amérique du Nord durant les années 1980 à 1997. Le forage a été réalisé à l'emplacement le plus froid ( $-89^\circ\text{C}$ ) et le plus sec (moins de 5cm de précipitations par an) de la planète. Le carottage consistait en des prélèvements de glace de 3m en 3m sur un diamètre de 10cm. Mis bout à bout, 3623m d'enregistrement ont été obtenus couvrant une période de 400000 ans. La première étude de ce forage a été publiée en 1985, la longueur totale de la carotte était alors de 2082m pour 140000ans d'histoire (Lorius *et al.*, 1985).

- **Greenland Ice core Project** (Groenland) : projet européen (1989-1992). Le carottage effectué correspond à 250000 ans d'archive climatique sur 3027m de glace (member of project, 1993 ; Dansgaard *et al.*, 1993).

- **Greenland Ice Sheet Project 2** (Groenland) : projet nord-américain (1989-1993). L'enregistrement de données sur 3053,44m de carottage couvre la même durée (Grootes *et al.*, 1993). Néanmoins la corrélation des deux carottes groenlandaises s'est révélée impossible après 110000ans du fait de perturbations d'ordre tectoniques qui affectent la disposition des couches (Alley *et al.*, 1997 in Kukla *et al.*, 2002).

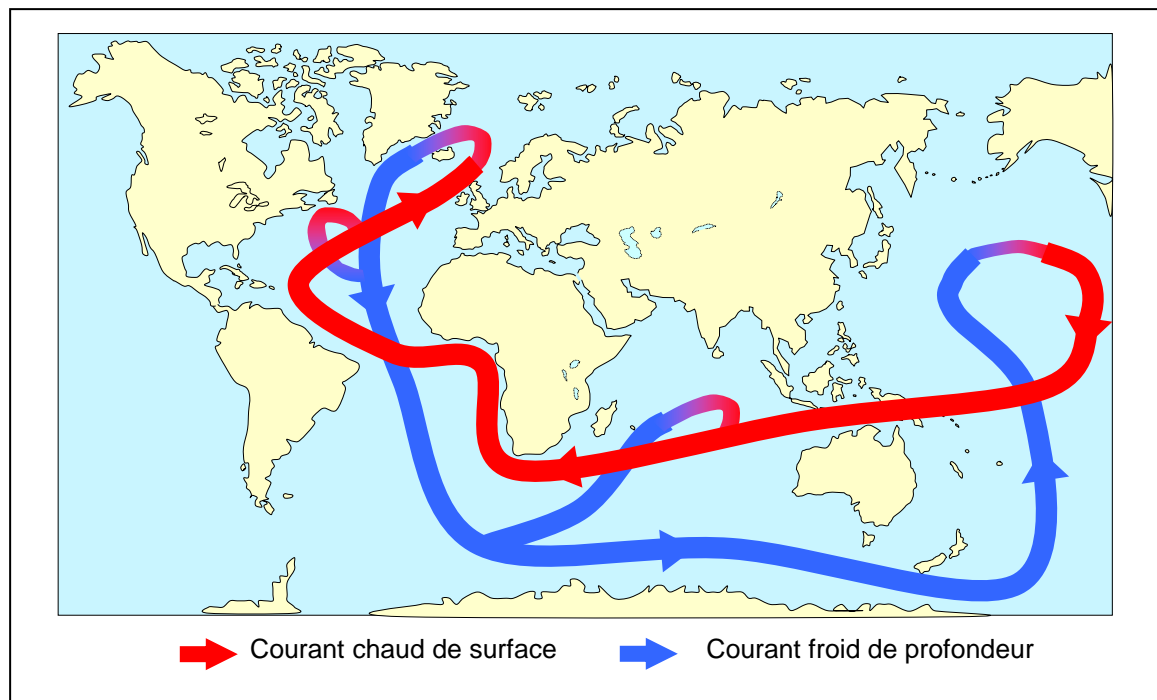
- **North Greenland Ice core Project** (Groenland) : projet européen de 1996-2003, carottage de 3085m d'épaisseur couvre 123000 ans (members, 2004 ; Jouzel *et al.*, 2006)

- **Dôme Concordia** (Antarctique), il s'agit du projet franco-italien (**European Project Ice Coring Antarctica**). Ce forage de 3260m représente les derniers 740000 ans (Jouzel *et al.*, 2006).

Ces forages présentent l'avantage d'être continus et fournissent de nombreux renseignements, tant sur la température et la salinité via l'étude des variations isotopiques de l'oxygène et du deutérium que sur la chimie de l'atmosphère grâce aux impuretés. Les bulles d'air piégées dans la carotte de glace livrent des informations sur la teneur en gaz à effet de serre (méthane et dioxyde de carbone).

En parallèle des carottages sédimentaires sont réalisés au fond des mers et des océans. Les études des variations isotopiques de l'oxygène des tests carbonatés de foraminifères benthiques et planctoniques complètent et corroborent les résultats des carottes de glace (Broecker *et al.*, 1992 ; MacManus *et al.*, 1994 ; Sanchez Goni, 2006). Globalement toutes ces carottes montrent une bonne corrélation (Pujol & Turon, 1986 ; Tzedakis *et al.*, 1997).

Malgré une adéquation des cycles de Milankovitch avec les carottes sédimentaires et glaciaires, l'étude des variations isotopiques de l'oxygène ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) indiquent une plus grande fréquence des alternances glaciaire/interglaciaire durant le Quaternaire que pour les autres ères (Labeyrie, 2006). Le forçage externe (c'est-à-dire les paramètres orbitaux définis par Milankovitch) bien qu'il ne soit absolument pas remis en question, ne suffit pas à expliquer ce changement de rythme et d'amplitude (Bond *et al.*, 1992 ; Kukla *et al.*, 2002 ; Duplessy, 2005). Les variations de la circulation thermohaline semblent être un moteur complémentaire (forçage interne) des oscillations climatiques répétées (fig.I-3). La circulation thermohaline correspond à la circulation de l'eau des océans engendrée par la différence de densité des masses d'eau, la densité étant liée à la température et à la salinité.



**Fig. I-3:** La circulation thermohaline  
 (image : [http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id\\_article=982](http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=982))

Les variations de la circulation thermohaline sont dues à la fonte d'icebergs libérés par les calottes glaciaires nord-américaines ou fennoscandinaviennes, ces derniers en fondant apportent une quantité non négligeable d'eau douce, changeant ainsi la salinité et donc la densité de l'eau de l'océan Atlantique Nord (fig.I-4)(Bond *et al.*, 1993). Il en résulte un plongement plus rapide de l'eau de surface (c'est-à-dire plus au Sud), la circulation thermohaline peut s'interrompre entraînant un climat glaciaire (Maier-Reimer & Mikolajewicz, 1989 in Vidal *et al.*, 1997 ; Rahmstorf, 1994). Ce phénomène affecte autant les eaux de surfaces (Maslin *et al.*, 1995 in Hemming , 2004) que la circulation d'eau profonde (Vidal *et al.*, 1997). Ces débâcles d'icebergs (nommées « **événement de Heinrich** » d'après les travaux d'Heinrich, 1988) sont enregistrés dans les dépôts sédimentaires marins sous la forme d'apport massif de matériaux détritiques (contenu dans les blocs de glace et libéré lors de la fonte) (Heinrich, 1988 ; Bond *et al.*, 1992 ; Labeyrie *et al.*, 2004), ils sont également reconnus par des pic important de la susceptibilité magnétique, les valeurs plus fortes sont dues à l'abondance des grains magnétiques apportés (Kissel *et al.*, 1999). On dénombre 6 événements d'Heinrich pendant la dernière période glaciaire (tab.I-1), soit un tous les 7000 ans environ (Bond *et al.*, 1992 ; Broecker *et al.*, 1992). Les icebergs proviennent de la calotte Laurentide (américaine) et se détachent dans la baie d'Hudson pour H1, H2, H4 et H5 (Broecker *et al.*, 1992), pour H3 et H6 il semble qu'il y ait également une contribution des sources européennes (Grousset *et al.*, 1993). Les assemblages de foraminifères ainsi que l'étude isotopique de leur test montrent une forte réduction de la température et de la salinité durant ces évènements.

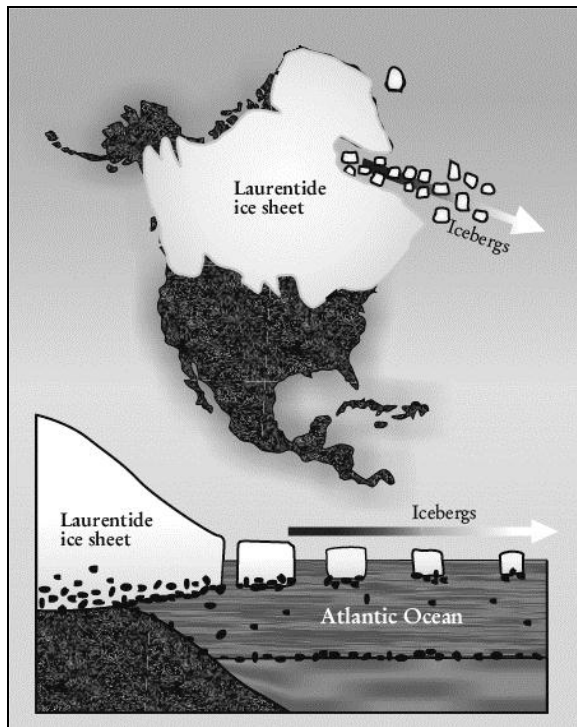


Fig. I-4 : Schématisation d'un évènement de Heinrich (Bard, 2002)

	Datation
H1	15,1-13,4 ka BP / 18-15,2 ka cal. BP
H2	22-20 ka BP / 26,8-23,7 ka cal. BP
H3	28-26 ka BP / 32,8-31,3 ka cal. BP
H4	35-33 ka BP / 40-38 ka cal. BP
H5	49-47 BP
H6	63-59 BP

Tab.I-1 : Datation des évènements d'Heinrich d'après Elliot *et al.*, 1998, 2002

Les oscillations climatiques sont caractérisées par un réchauffement abrupt ( $10^{\circ}\text{C}$  en quelques décennies) suivi d'un refroidissement graduel (de l'ordre de quelques milliers d'années), elles sont appelées «**évènement de Dansgaard-Oeschger**» d'après les travaux de Dansgaard *et al.* (1971). Depuis les derniers 120000 ans, 25 évènements de « Dansgaard-Oeschger » ont été reconnus (Dansgaard *et al.*, 1993).

Les carottes sédimentaires et glaciaires sont de précieuses archives des variations du climat global (grande extension géographique). Parallèlement, des carottages dans des maars, des tourbières ou des sédiments lacustres ont apporté des informations sur la végétation et le climat en milieu continental à différents endroits (de Beaulieu & Reille, 1989 ; Guiot *et al.*, 1989, 1993 ; Ponel, 1995 ; Jost-Stauffer *et al.*, 2001, 2005 ; Sanchez-Goni *et al.*, 2005).

## II. Réponses de l'écosystème aux changements climatiques.

La variation des paramètres climatiques, en particulier la température et les précipitations, entraîne un changement de la végétation (Woodward, 1987 *in* Guiot *et al.*, 1993 ; Prentice *et al.*, 1992). Les mammifères, du fait de leur homéothermie, s'adaptent plus ou moins bien à des fluctuations de la température (Griggo, 1996). Néanmoins lors d'un important changement climatique, c'est tout un écosystème qui se modifie. En effet, les ongulés sont fortement dépendants de la végétation environnante (Delpech *et al.*, 1983). Les Herbivores réagissent en déplaçant leur aire de

distribution suivant la restructuration des biomes végétaux (Palombo *et al.*, 2008). Concernant les Carnivores, il s'agit d'une réaction en chaîne puisque leur présence à un endroit donné est liée à la disponibilité des proies (Carbone & Gittleman, 2002).

Lister & Stuart (2008) exposent les différentes réponses de certains mammifères aux changements climatiques survenus entre la fin du dernier glaciaire et l'Holocène.

- Elargissement de l'aire de distribution (adaptation) : Cerf
- Déplacement de l'aire de distribution (migration) : Renne
- Contraction de l'aire de distribution : Cheval. Les études morphologiques et d'ADN ancien montrent que la contraction des territoires entraîne une baisse de la diversité génétique (Lister & Stuart, 2008).
- Extinction : Rhinocéros laineux. Certains comme le Mégacéros et le Mammouth trouvent d'abord refuge dans une région avant de s'éteindre totalement.

### III. Reconstitution des paléoenvironnements

Dans un site archéologique ou paléontologique, la reconstitution de l'environnement local est possible au travers de l'étude des sédiments, de la flore et de la faune. Contrairement aux carottes glaciaires, l'enregistrement sédimentaire est discontinu suite à des phénomènes de non dépôt ou d'érosion.

#### III.1. Les sédiments

La sédimentation est dépendante du climat. Lors de période froide, la sédimentation est plus intense qu'en période tempérée avec notamment le dépôt de cryoclastes et de particules d'origine éolienne (loess). Dans les réseaux karstiques, la création de plancher stalagmitique signale une période tempérée (de Lumley, 1965). Ces spéléothèmes offrent la possibilité d'étude isotopique de l'oxygène ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) et du carbone ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) (Rousseau, 1994 ; Jaouen, 2007).

**Limites :** problème de remaniements et risque d'altération physico-chimique ultérieur.

#### III.2. La flore

La distribution des végétaux est en grande partie contrôlée par le climat. La rapidité de réponse aux changements climatiques est variable de l'ordre du siècle voir de la décennie quand le changement est brutal (Sanchez-Goni, 2006). La végétation réagit plus rapidement lors de refroidissement que lors de réchauffement. Les restes de végétaux peuvent être relativement nombreux au sein des sites. La palynologie et l'anthracologie sont les deux principales disciplines. Elles s'appuient respectivement sur les pollens et les charbons.

**Limites des pollens :** quantité de pollen émis différent selon l'espèce, moyen de dispersion (vent, eau, insectes etc.) induisant une distance de transport variable, percolation possible ou encore problèmes liés à la conservation différentielle.



**Limites des charbons** : choix préférentiel d'une essence par les préhistoriques et conservation différentielle.

### III.3. La faune (insecte, poisson, micro & macromammifère)

Les études liant faune et climat sont bien développées. Elles ont pour objet d'études les insectes, les poissons, les oiseaux, les mammifères : macro et microfaune). Les méthodes reposent sur des principes d'association faunique, d'écomorphologie ou d'enregistrements des variations isotopiques de l'oxygène et du carbone par les dents et les os.

Les grands mammifères montrant un intervalle de tolérance climatique relativement large, les oscillations brèves ne sont pas observables au travers des spectres fauniques (Delpech, 1973).

**Limites grands mammifères** : conservation différentielle, choix anthropique des espèces, cumul d'évènements.

## IV. Climat et Environnement de 140.000 ans (fin MIS<sup>1</sup> 6) à 24.000 ans (fin MIS3) dans l'Est de la France.

La synthèse chrono-climatique proposée ci-dessous et dans l'annexe 1 s'appuie sur de nombreux articles : Woillard, 1978 ; de Beaulieu & Reille, 1984, 1989, 1992 ; Cordy, 1988 ; Raynal & Guadelli, 1990 ; Guiot *et al.*, 1989, 1993 ; Reille & deBeaulieu, 1990 ; Ponel, 1995 ; van Andel & Tzedackis, 1996 ; Cheddadi *et al.*, 1998 ; Huijzer & Vandenberghe, 1998 ; Fauquette *et al.*, 1999 ; Jost-Stauffer *et al.*, 2001, 2005, Coope, 2002 ; Kukla *et al.*, 2002 ; Guiter *et al.*, 2003 ; Finlayson, 2004 ; Klotz *et al.*, 2003 ; Sanchez-Goni *et al.*, 2005). Les informations d'ordre climatique et environnemental proviennent en particulier de carottages issus de tourbières, de maars ou des sédiments lacustres comme La Grande Pile (Vosges), Les Echets (Haute-Savoie), Lac du Bouchet (Massif central) ou encore Gossau (Suisse). L'annexe 2 présente les variations des paramètres climatiques à l'échelle globale (carotte glaciaire) et régionale (La Grande Pile).

### **MIS 6 : 150 à 130 ka BP**

Le climat est modérément froid. L'assemblage de coléoptères de La Grande Pile montre majoritairement des espèces de climat froid associées à quelques espèces de milieux tempérés. La végétation est ouverte avec quelques pins et bouleaux.

Les températures moyennes annuelles à La Grande Pile et aux Echets sont de 1-2°C (actuellement : 9,5°C). La moyenne estivale est estimée entre 10 et 12°C. Les précipitations sont plus faibles qu'actuellement : 300mm dans les Vosges et 200mm en Savoie.

### **MIS 5e : 130 à 117 ka BP**

Episode plus chaud que l'Holocène. La déglaciation a été rapide et l'optimum se situe au début de l'interstade. Un bref épisode froid est observé au cours de cet interstade. La fin d'OIS5e présente une certaine instabilité, les étés deviennent plus froids et plus humides et les hivers plus doux.

---

<sup>1</sup> MIS : Marine Isotopic Stage

Au niveau de la végétation, l'évolution de la forêt est bien documentée (présence d'arbres décidus) : pin-bouleau → bouleau-chêne-noisetier → épicéa-charme. Lors de l'optimum, le charme compose jusqu'à 45% du spectre pollinique. La fin de l'Éemien est caractérisée par le retour des forêts de conifères.

Dans les Vosges, la température moyenne annuelle est de 10-12°C et l'été elle se situe autour de 16-18°C. Depuis le climat n'est jamais revenu aussi chaud.

### **MIS 5d à 5a : 117 à 74 ka BP**

Les stades (OIS 5d et 5b) sont froids et secs tandis que les interstades (OIS 5c et 5a) sont tempérés et humides. Le couvert végétal des stades est une steppe à graminées et *Artemisia*. Tandis que la végétation des interstades est de type forestier avec des arbres méso-thermophile tels que le chêne, le noisetier, le sapin, l'épicéa et le charme.

- OIS 5d (Mélisey I) : détérioration climatique lente, toutefois les glaciers n'atteignent pas la Norvège mais le Nord de la Finlande est sous la glace (Baumann *et al.*, 1995). La végétation est ouverte, de type steppique avec de rares arbustes froids. La température chute de 14°C. Une baisse des précipitations est également observée. Lors des stades froids la baisse du niveau des océans entraîne un climat de type plus continental et donc des saisons plus contrastées.

- OIS 5c (St Germain I) : amélioration du climat. L'expansion de la forêt est interrompue par un bref épisode froid, d'une durée de 500 à 1000 ans, pendant lequel une végétation steppique à graminées se développe. Cet épisode est dénommé Montaigu. Puis la forêt se rétablit. Cependant le cycle forestier est plus court et le charme est moins important que pendant l'Éemien (il atteint au maximum 30% du spectre pollinique).

- OIS 5b (Mélisey II) : péjoration climatique. Le froid est plus marqué que lors de Mélisey I. La végétation steppique réapparaît de manière bien développée.

- OIS 5a (St Germain II) : les interstades sont de moins en moins chauds. Lors de l'optimum le charme compose uniquement entre 10 et 15% des pollens.

### **MIS 4 : 74 à 59 ka BP**

L'OIS4 est un stade froid et sec relativement stable. Cette période est également appelé le pléni-glaciaire inférieur. Les glaciers se développent fortement (Shackleton, 1987) et sont présents en Scandinavie, au Danemark, en Pologne ainsi que dans le Nord-Ouest de l'Allemagne. Le climat est de type continental froid et le couvert végétal très réduit. Le développement des conifères signale une période légèrement plus tempérée connue sous le nom d'Ognon I : expansion du bouleau et du pin, les espèces héliophiles sont fréquentes caractérisant un milieu ouvert. Cela pourrait être simplement lié à une augmentation de l'humidité alors que le climat reste froid.

La température moyenne annuelle est estimée à -2/ -3°C

### **MIS 3 : 59 à 24 ka BP**

Le stade isotopique 3 correspond à un long interglaciaire très instable fluctuant sur quelques milliers d'années. Les oscillations sont brèves et très marquées. Le passage d'un climat froid à un climat plus chaud est extrêmement rapide. Toutefois le climat reste frais et la végétation ouverte, les rares arbres sont des pins et des bouleaux. La température annuelle est estimée à 3-4°C en dessous de celle actuelle et 200-400mm en moins de précipitations. Le climat est continental.

# Méthodes



# 1. Géochimie des isotopes stables de l'oxygène

Depuis plusieurs décennies les isotopes stables de l'oxygène sont utilisés, aussi bien en milieu continental que marin, en tant qu'estimateurs paléoclimatiques et paléoenvironnementaux. L'étude des variations du rapport de l'isotope lourd par rapport à son isotope léger renseigne sur les changements climatiques. Ce rapport se modifie sous l'effet de fractionnement isotopique notamment lors de changement de phase.

## I. Définition

Un atome est constitué de protons et de neutrons. Deux atomes sont dits isotopes s'ils ont le même nombre de protons (numéro atomique  $Z$ , ex. pour l'oxygène  $Z=8$ ). La distinction des isotopes se fait sur le nombre de neutrons, ils ont par conséquent une masse atomique différente (notée  $A$ , pour l'oxygène  $A=16, 17$  ou  $18$ ). Leurs propriétés chimiques sont identiques, en revanche la différence de poids leur confère des propriétés physiques différentes. La spectrométrie de masse s'appuie sur cette variation pour séparer et quantifier les isotopes d'un élément (*cf. infra*). Un isotope stable s'oppose à un isotope radioactif, par le fait qu'il ne se désintègre pas au cours du temps. L'isotope le plus léger est généralement le plus abondant. Les isotopes de l'oxygène sont au nombre de trois avec pour fréquence :  $^{16}\text{O}$  (99,76 %),  $^{17}\text{O}$  (0,04 %) et  $^{18}\text{O}$  (0,20 %).

La variation du rapport isotopique (notée  $\delta^{18}\text{O}$ ) est très faible, par conséquent les résultats sont exprimés en ‰ afin de mieux apprécier les différences.

$$\delta^{18}\text{O} = [(R_{\text{échantillon}} - R_{\text{standard}}) / R_{\text{standard}}] * 1000$$

Avec  $R_{\text{échantillon}}$  = rapport isotope lourd / isotope léger de l'échantillon

Et  $R_{\text{standard}}$  = rapport isotope lourd / isotope léger du standard

Le standard utilisé pour l'étude de l'oxygène est en règle générale le SMOW (Standard Mean Ocean Water). Le SMOW étant une eau virtuelle où le rapport isotopique de l'oxygène correspond à la moyenne des rapports isotopiques de l'eau des océans, évaluée par Craig (1961) à partir des mesures qu'il a obtenu ainsi que de celles d'Epstein & Mayeda (1953). Les océans avec 1370 millions de  $\text{km}^3$  sont les plus grands réservoirs d'eau.

## II. Les isotopes de l'oxygène et les reconstitutions paléoenvironnementales

### II.1. Isotope de l'oxygène et climat

Depuis 1961, l'International Atomic Energy Agency (IAEA) et la World Meteorological Organisation (WMO) disposent à travers le monde de stations météorologiques permettant l'acquisition de données telles que la température ou le montant des précipitations entre autres (IAEA/WMO, 2001). Les mesures concernent également l'oxygène météorique résultant de l'évaporation des eaux de surfaces (essentiellement des océans) ainsi que de l'évapotranspiration locale ayant lieu au dessus des continents. Cette vapeur se condense ensuite pour retomber sous forme de pluie, de neige ou de grêle. La corrélation entre le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau et la température est observée pour la première fois par Dansgaard (1964).

$\delta^{18}\text{O}_m = 0,695 T (\text{°C}) - 13,6$	(Dansgaard, 1964)
$\delta^{18}\text{O}_m = 0,531 T (\text{°C}) - 14,96$	(Yurtsever, 1975)
$\delta^{18}\text{O}_m = 0,49 T (\text{°C}) - 14,18$	(Amiot <i>et al.</i> , 2004)

avec  $\delta^{18}\text{O}_m = \delta^{18}\text{O}$  de l'eau météorique (‰) et T= température annuelle (°C)

Dansgaard (1964) puis d'autres chercheurs par la suite (Yurtsever, 1975 ; Gat, 1980 ; Rozanski *et al.*, 1993 ; Bowen & Wilkinson, 2002) ont montré que d'autres facteurs pouvaient influencer la répartition des valeurs.

Ces paramètres sont :

- l'**altitude** (fig.II-1) : décroissance de la composition isotopique avec l'altitude, entre 0,15 et 0,5 ‰ par 100m (Poage & Chamberlain, 2001)

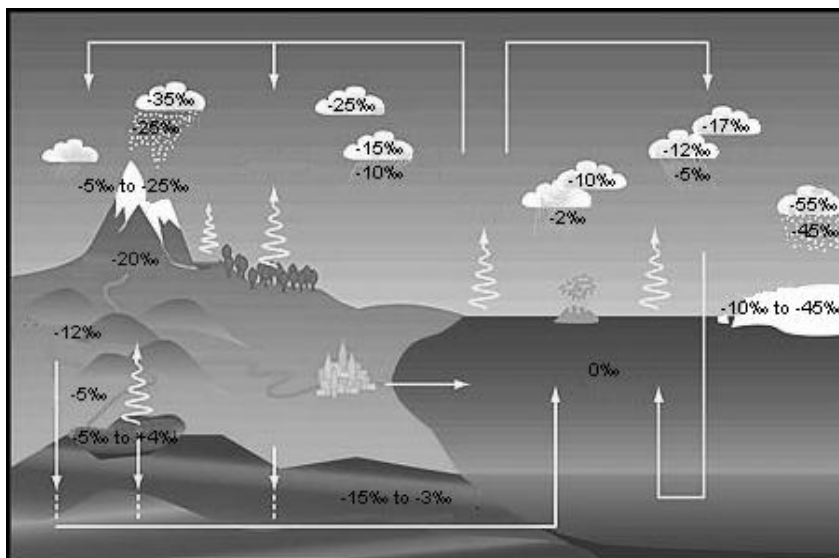
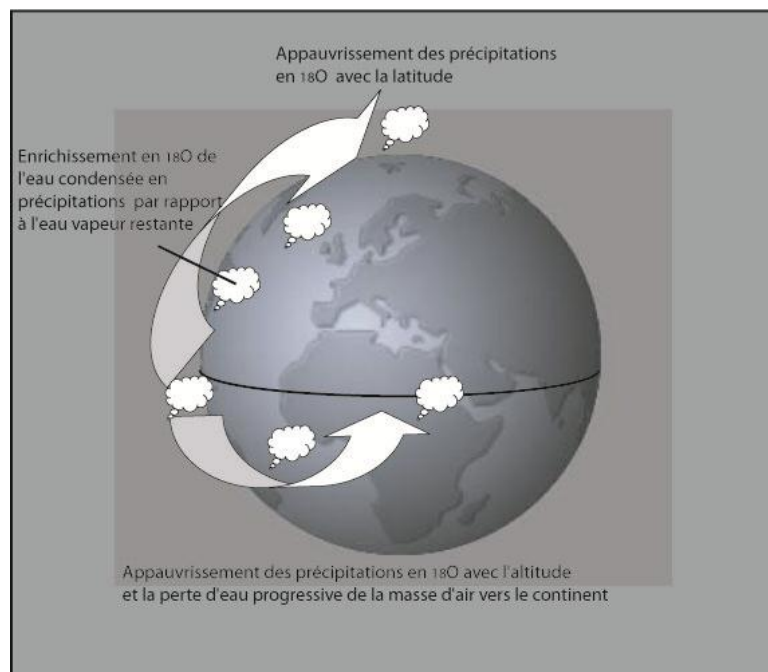


Fig. II-1 : Cycle de l'eau et variation du  $\delta^{18}\text{O}$ . (Martin Werner basé sur la brochure GNIP, IAEA, 1996 : <http://www.bgc-jena.mpg.de/bgc-synthesis/projects/SWING/overview/isotope.cycle.png>)

- la **latitude** (fig. II-2) : baisse de la composition isotopique des vapeurs dans les masses d'air due à l'incorporation préférentielle de l'oxygène lourd durant la condensation. Les précipitations sont donc de plus en plus appauvries en  $^{18}\text{O}$  depuis les tropiques vers les pôles (Dansgaard, 1964 ; Friedman *et al.*, 1964).



**Fig.II-2** : Fractionnement isotopique de l'oxygène au cours de l'évaporation et de la condensation (modifié d'après Langlois *in* Delaygues *et al.*, 2001)

On utilise alors la formule de Bowen *et al.* (2002) qui relie des valeurs du  $\delta^{18}\text{O}_m$  aux latitudes et altitudes.

$$\delta^{18}\text{O}_m = -0,0051(\text{latitude})^2 + 0,1805(\text{latitude}) - 0,002(\text{altitude}) - 5,247$$

- la quantité de pluie (amount effect). L'« amount effect » a lieu dans les zones intertropicales (Dansgaard, 1964 ; Rozanski *et al.*, 1993) du fait du refroidissement de l'air lors des fortes précipitations.

- la répartition des masses continentales.
- l'éloignement à la côte : même phénomène que pour la latitude (fig.II-1).

En 1984, Longinelli propose une reconstitution quantitative du climat, en milieu continental, en utilisant les restes osseux et dentaires des grands mammifères. En effet, les parties minéralisées telles que les os et les dents enregistrent la composition isotopique car elles précipitent en équilibre avec l'eau du corps. Cela vient du fait que les mammifères sont endothermes et homéothermes, c'est-à-dire que leur température est contrôlée métaboliquement et qu'elle est relativement constante. L'eau du corps est elle-même reliée au flux total (entrant et sortant) du corps (Lifson & McClintock, 1966 ; Luz *et al.*, 1984).

La synthèse des tissus minéralisés est donc réalisée à partir des fluides présents à cet instant là dans le corps de l'animal, ces fluides correspondant au bilan des gains et des pertes d'oxygène dans un environnement donné. Ce passage se fait en deux étapes.

## II.2. De l'environnement au fluide des mammifères

### II.2.1. Flux entrant (fig.II-3)

#### II.2.1.1 Oxygène provenant de l'eau de boisson

Il s'agit approximativement de l'eau météorique. L'animal s'abreuve à divers endroits comme un lac, une rivière ou une flaque ce qui peut engendrer quelques différences des compositions isotopiques dues à des mélanges (Rozanski *et al.*, 2003). En effet, le temps de résidence dans ces réservoirs n'est pas le même pour tous, certaines sources comme les lacs tendent à tamponner les variations tandis que dans une rivière l'eau est sans cesse renouvelée. De plus, les sources d'approvisionnement diffèrent selon si l'animal ingère de l'eau issue d'une flaque, dans ce cas c'est directement de l'eau de pluie ou si elle provient d'une rivière auquel cas il s'agit de la somme des eaux du bassin versant.

#### II.2.1.2. Oxygène provenant de la nourriture

Les espèces animales utilisées lors de cette étude sont toutes des herbivores. Par conséquent l'eau issue de la nourriture provient donc des plantes et de l'herbe. L'eau y est présente sous forme libre ou liée. Elle provient des eaux de surface et des eaux du sol. Aucun fractionnement n'est observé lors du prélèvement par la plante via les racines (Gonfiantini *et al.*, 1965 ; White *et al.*, 1985 ; Dawson & Ehleringer, 1991). Les carnivores n'ont pas été pris en compte car étant à un niveau trophique supérieur, on aurait eu un fractionnement supplémentaire qui lui n'est pas connu. Le rapport isotopique de l'eau contenue dans les plantes est donc identique à celui des eaux météoriques (DeNiro & Epstein, 1979), sauf pour les feuilles qui sont soumises à un processus d'évapotranspiration, induisant un fort enrichissement en isotope lourd (variant entre +10 et +25 ‰)(Gonfiantini, 1965 ; Dongmann *et al.*, 1974 ; Yakir, 1992). Sous un climat humide et frais, cette différence entre les feuilles et les tiges sera quasi inexistante (Epstein *et al.*, 1977 ; Roden & Ehleringer, 1999 ; 2000). Il existe également une différence de composition selon le type de photosynthèse, en effet les plantes en C4<sup>1</sup> sont enrichies de 3 à 14 ‰ par rapport à des plantes en C3, sous des conditions identiques (Helliker & Ehleringer, 2002). L'influence de l'eau des feuilles et donc de l'humidité relative sur le  $\delta^{18}\text{O}$  a été démontré sur plusieurs espèces d'herbivores (Ayliffe & Chivas, 1990 ; Luz *et al.*, 1990). Kohn, Schoeninger & Valley (1996) montrent que les *browsing* (espèces mangeant des feuilles) et les espèces ayant une nourriture mixte tendent à avoir des valeurs enrichies en oxygène lourd par rapport aux *grazing* (brouleur d'herbe).

---

<sup>1</sup> Le terme C3, C4 ou CAM précise le mode de fixation du CO<sub>2</sub> lors de la photosynthèse. Les plantes en C3 sont les plus nombreuses : mousses, fougères, arbres et beaucoup d'herbacées ; plantes en C4 : les graminées en particulier, CAM : plantes grasses et les cactus.



### II.2.1.3. Oxygène provenant de l'atmosphère

L'oxygène atmosphérique, lors de la respiration est présent sous plusieurs formes : dioxygène ( $O_2$ ), dioxygène de carbone ( $CO_2$ ) et de vapeur d'eau ( $H_2O_{vap}$ ). Les quantités des deux dernières sont négligeables (Bryant *et al.*, 1994). Les flux atmosphériques ont une composition isotopique de l'oxygène constante soit  $\delta^{18}O=23,5 \text{ ‰}$  (Kroopnick & Craig, 1972).

## II.2.2 Flux sortant (fig.II-3)

### II.2.2.1 Oxygène provenant de l'eau liquide

L'eau liquide est contenue dans les excréments, la transpiration, la salive. Cette eau ne subit aucun fractionnement et est en équilibre avec l'eau corporelle (Schoeller *et al.*, 1986 ; Wong *et al.*, 1988 ; Kohn & Cerling, 2002). La perte d'oxygène dans l'urine représente environ 0,3% de l'oxygène total perdu (Lifson & McClintock, 1966 ; Bryant & Froehlich, 1995)

### II.2.2.2 Oxygène provenant de la vapeur d'eau

La vapeur d'eau est perdue par respiration et par évaporation transcutanée. Cette dernière est très appauvrie en  $^{18}O$ . La valeur varie selon les auteurs entre -8 et -24‰

### II.2.2.3 Oxygène provenant du dioxyde de carbone

Le  $CO_2$  est rejeté lors de la respiration. Pour un animal endotherme, l'oxygène du  $CO_2$  est enrichi de 38,8 ‰ par rapport à l'eau du corps (Brenninkmeijer *et al.*, 1983 ; Bryant & Froehlich, 1995 ; Kohn & Cerling, 2002).

On peut négliger la perte d'oxygène autre que sous la forme d'eau et de  $CO_2$

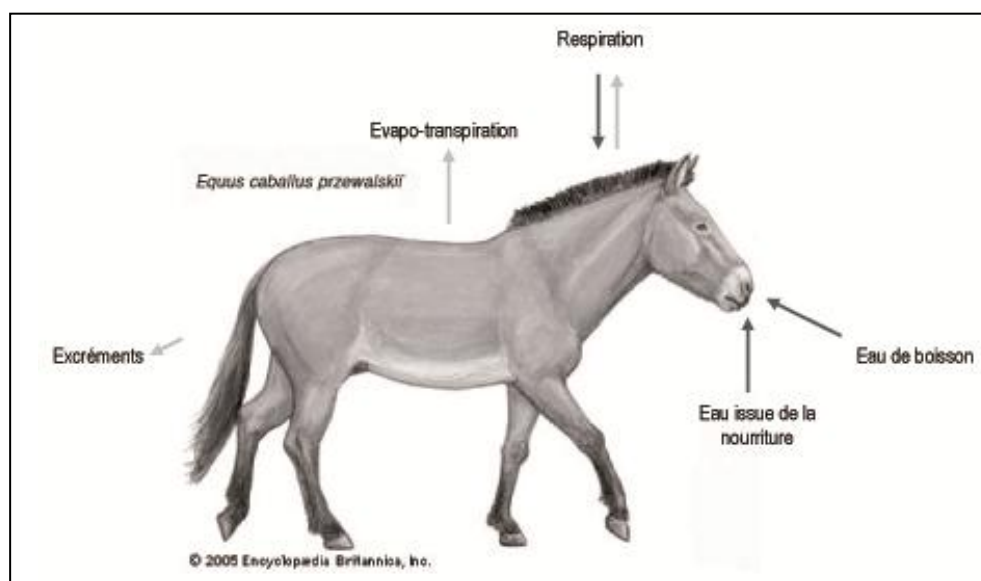


Fig.II-3 : Bilan des flux d'oxygène entrants — et sortants , —

## II.2.3 Le fractionnement isotopique lors du passage environnement / mammifère

Lors de l'échange d'oxygène entre l'animal et son environnement, on constate un fractionnement. Ce dernier a été calculé, il est maintenant connu pour un grand nombre d'espèces (tab.II-1). En effet, chaque taxon suivant son écologie (notamment son alimentation) ou sa physiologie montre un fractionnement qui lui est propre (Ayliffe & Chivas, 1990 ; Bryant & Froelich, 1995 ; Kohn, 1996 ; Langlois *et al.*, 2003).

En 2004, R. Amiot *et al.* proposent une équation commune à tous les mammifères placentaires.

$$\delta^{18}\text{O}_m = 1,11 \delta^{18}\text{O}_p - 26,44 \quad \text{avec } R^2=0,99$$

Espèce	Equation droite de fractionnement	R2	Référence
<b>ARTIODACTYLE</b>			
<i>Cervus elaphus</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 1,13(+/- 0,14) \delta^{18}\text{O}_m + 25,55$	0,98	D'Angela & Longinelli, 1990
<i>Rangifer tarandus</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,39 \delta^{18}\text{O}_m + 15,96$	0,79	Iacumin & Longinelli, 2002
<i>Rangifer tarandus</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,44 \delta^{18}\text{O}_m + 16,82$	0,77	Longinelli <i>et al.</i> , 2003
<i>Odocoileus</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,53 \delta^{18}\text{O}_m + 21,50$	0,66	Luz <i>et al.</i> , 1990
<i>Sus scrofa</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,86 \delta^{18}\text{O}_m + 22,71$	0,96	Longinelli, 1984
<i>Bos taurus</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 1,01(+/- 0,04) \delta^{18}\text{O}_m + 24,90$	0,99	D'Angela & Longinelli, 1990
<i>Ovis aries</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 1,48(+/- 0,29) \delta^{18}\text{O}_m + 27,21$	0,96	D'Angela & Longinelli, 1990
<i>Capra + Ovis</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,91 \delta^{18}\text{O}_m + 24,39$	0,98	Delgado Huertas <i>et al.</i> , 1995
<b>PERISSODACTYLE</b>			
<i>Equus sp.</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,74(+/- 0,08) \delta^{18}\text{O}_m + 22,04(+/-0,6)$	0,95	Sanchez Chillón <i>et al.</i> , 1994
<i>Equus sp.</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,69(+/- 0,16) \delta^{18}\text{O}_m + 22,9(+/-1,13)$	0,69	Bryant <i>et al.</i> , 1994
<i>Equus sp.</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,71 \delta^{18}\text{O}_m + 22,6$	0,59	Delgado Huertas <i>et al.</i> , 1995
<b>PROBOSCIDIEN</b>			
<i>Elephantidae</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,94(+/- 0,10) \delta^{18}\text{O}_m + 23,3(+/-0,07)$	0,85	Ayliffe <i>et al.</i> , 1992
<b>RONGEUR</b>			
<i>Rattus sp</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,49 \delta^{18}\text{O}_m + 17,88$	0,98	Luz & Kolodny, 1985
<i>Apodemus sp</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 1,48(+/- 0,21) \delta^{18}\text{O}_m + 21,61$	0,96	D'Angela & Longinelli, 1990
<i>Apodemus sp</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 1,14 \delta^{18}\text{O}_m + 22,99$	0,99	Longinelli <i>et al.</i> , 2003
<i>Arvicolinae</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,57(+/- 0,07) \delta^{18}\text{O}_m + 20,98(+/-0,59)$	0,86	Navarro <i>et al.</i> , 2004
<b>HOMININAE</b>			
<i>Homo sapiens</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,64(+/- 0,03) \delta^{18}\text{O}_m + 22,37$	0,96	Longinelli, 1984
<i>Homo sapiens</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,78 \delta^{18}\text{O}_m + 22,7$		Luz <i>et al.</i> , 1984
<i>Homo sapiens</i>	$\delta^{18}\text{O}_p = 0,46 \delta^{18}\text{O}_m + 19,4$	0,86	Levinson <i>et al.</i> , 1987

Tab.II-1 : Equation des droites de fractionnement de différents mammifères.

## II.3. Du fluide des mammifères à l'émail dentaire

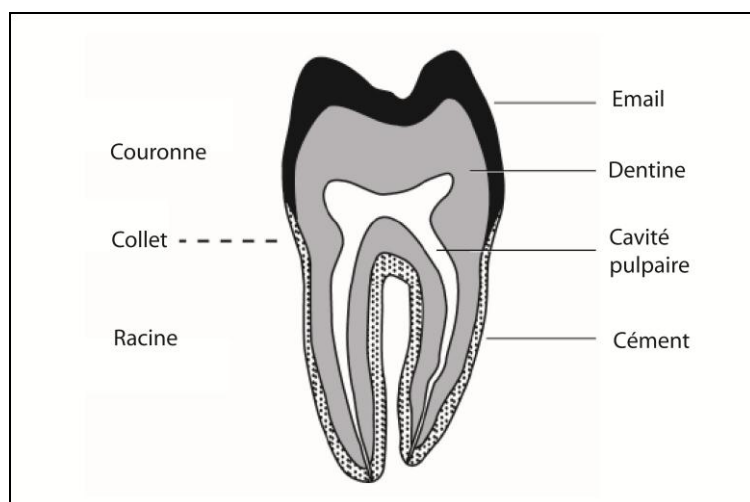
### II.3.1 La dent comme enregistreur climatique

L'oxygène contenu dans le groupement phosphate ou carbonate des dents ou dans le collagène des os sert de marqueur dans les reconstitutions paléoclimatiques. La dent est l'élément le mieux conservé en contexte fossile car avéré comme étant le plus résistant. Elle se compose de cristaux d'hydroxyapatite ( $\text{Ca}_{10} [\text{PO}_4, \text{CO}_3]_6 [\text{OH}, \text{CO}_3]_2$ ). L'émail dentaire et en particulier le groupement phosphate, est celui le moins soumis aux effets diagénétiques (Tudge, 1960, Kolodny *et al.*, 1983 ;

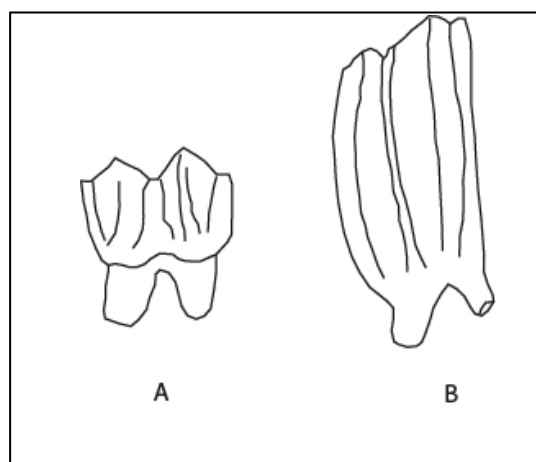
Lee-Thorp & Van der Merwe, 1987 ; Ayliffe *et al.*, 1992 ; Bryant *et al.*, 1994) par rapport à la dentine ou à l'os. En effet, l'émail contient une faible teneur de matière organique (1% en poids par rapport à 20% dans la dentine (Hillson, 1986) ainsi qu'une plus grande densité et taille des cristaux. De plus, au sein de l'émail les liaisons P-O du groupement phosphate sont plus fortes que les liaisons C-O du groupement carbonate (Blake *et al.*, 1997 ; Lécuyer & Allemand, 1999). Pour cette étude, le choix s'est donc porté sur l'analyse du groupement phosphate de l'émail dentaire de grands herbivores (Cheval, Cerf et Renne).

### II.3.2 Minéralisation de la dent

Les dents sont constituées de trois tissus (émail, dentine et cément) entourant une cavité pulpaire (fig.II-4). Il existe deux types de dents : les dents dites brachyodontes (couronne basse comme celles du Cerf et du Renne) et celles dites hypsodontes (couronne haute comme celle du Cheval) (fig.II-5).



**Fig. II-4** : Coupe schématique verticale d'une dent



**Fig.II-5** : **A** : Dent de type brachyodonte (Cervidé) ; **B** : Dent de type hypsodonte (Equidé)

Ces trois taxa (Cheval, Cerf et Renne) sont diphyodontes c'est-à-dire qu'ils ont deux dentitions successives au cours de leur vie. Tout d'abord des dents de lait qui sont ensuite remplacées par des dents définitives. Les dents utilisées pour cette étude ne sont que des dents jugales définitives (prémolaires et molaires).

La formation de la dent se fait en deux temps (Weinmann *et al.*, 1942 ; Hillson, 1986) :

- dépôt incrémentiel d'une matrice par des cellules spécialisées (les améloblastes) → fronts de maturation successifs appelés stries de Retzius (25% de la minéralisation (Passey & Cerling, 2002))
- minéralisation de la dent → maturation (75% de la minéralisation (Passey & Cerling, 2002)).

Et selon deux axes :

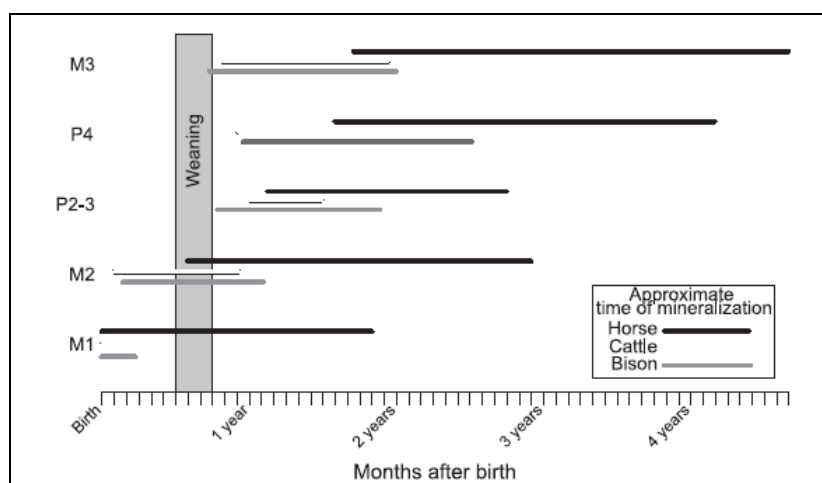
- de l'apex vers le collet : axe vertical
- de l'intérieur (jonction émail-dentine) vers l'extérieur : axe sub-horizontale

Ce phénomène entraîne des « time-averaging » et donc des valeurs ou des signaux atténués par rapport au vrai pattern subi par l'animal. La maturation complète d'une dent peut durer de quelques semaines à plusieurs mois. Les stries de Retzius montrent un angle variant de 4 à 10° par rapport à la jonction émail-dentine. Par conséquent, les échantillons prélevés perpendiculairement à l'axe de la dent sont en fait une moyenne (de 3-4 mois pour le Cheval (Hoppe *et al.*, 2004)). La minéralisation commence plusieurs mois avant l'éruption dentaire et se poursuit parfois après.

Pour les dents hypsodontes, il est crucial de connaître le temps de développement de la dent afin d'interpréter au mieux les résultats obtenus. Ce temps varie selon les espèces considérées.

### II.3.3 Rang dentaire et enregistrement isotopique

L'ordre de minéralisation est à peu près le même chez tous les mammifères : 1° molaire, 2° molaire, 2° prémoilaire, 3° prémoilaire, et enfin 4° prémoilaire et 3° molaire (fig.II-6). Ces deux dernières dents se minéralisent après le sevrage, ce qui signifie que la composition isotopique n'est pas affectée par la composition isotopique de l'eau corporelle de la mère (via le sang ou le lait) (Bryant *et al.*, 1994). En ce qui concerne la première molaire, la composition isotopique est influencée par deux signaux différents : le signal pré-sevrage et la naissance (Zazzo *et al.*, 2002).



**Fig. II-6** : Durée de minéralisation des différents rangs dentaires chez le Cheval, le Bœuf et le Bison (d'après Higgins & MacFadden, 2004).

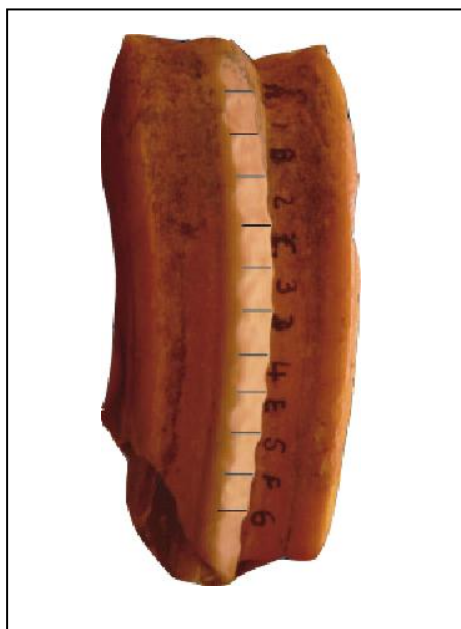
## II.4. De l'émail à la valeur isotopique de l'échantillon

### II.4.1 Méthode de prélèvements

Cette première étape consiste à récupérer l'émail à l'aide d'une micro foreuse à tête diamantée le long de la dent. Deux types d'échantillonnages ont été effectués :

- un seul prélèvement. Dans ce cas, il est réalisé sur toute la hauteur de couronne afin de s'affranchir de l'effet de la saisonnalité pouvant arriver si l'on ne prélève la poudre d'émail qu'en un seul endroit en particulier pour les dents hypsodontes.

- plusieurs échantillons (en moyenne 13-14 pour le Cheval) le long de la couronne depuis l'apex jusqu'à la racine (fig.II-7)



**Fig. II-7** : Exemple de dent de Cheval sur laquelle ont été prélevés plusieurs échantillons.

### II.4.2 Chimie des phosphates

Il s'agit de transformer la poudre d'émail précédemment obtenue en cristaux de phosphate d'argent ( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ). Le protocole utilisé est celui de Crowson *et al.* (1991), légèrement modifié par Lécuyer *et al.* (1993). Tout d'abord on dissout l'émail en y ajoutant de l'acide fluoridrique afin d'éliminer le calcium. La solution est neutralisée avec de l'hydroxyde de potassium. L'ajout de la résine échangeuse d'ions permet de fixer les ions phosphate qui sont ensuite remis en solution par ajout de nitrate d'ammonium. La précipitation des cristaux de phosphate d'argent se fait suivant la méthode de Firsching (1961). On ajoute à cette solution : de l'ammoniaque concentré et du nitrate d'argent que l'on place dans un bain thermostaté à 70°C afin de permettre la précipitation de petits cristaux de phosphate d'argent. Les cristaux de phosphate d'argent sont ensuite collectés avec un filtre millipore sur une pompe à vide.

### II.4.3 Extraction

L'extraction est composée de deux étapes : tout d'abord une pyrolyse suite à laquelle on obtient de l'eau et du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) puis une distillation afin de garder uniquement le  $\text{CO}_2$ . Le protocole utilisé est celui de O'Neil *et. al.* (1994), modifié par Lécuyer *et. al.* (1998).

### II.4.4 Spectrométrie de masse

L'échantillon de  $\text{CO}_2$  récupéré est analysé par un spectromètre de masse, en l'occurrence pour cette étude le PRISM de l'Université Claude Bernard à Lyon (fig.II-8). La spectrométrie de masse repose sur l'ionisation du  $\text{CO}_2$  et sur les changements de trajectoire liés au poids des ions sous l'effet d'un champ magnétique. Des collecteurs situés à l'autre extrémité réceptionnent les différentes particules.



**Fig.II-8** : Spectromètre de masse de l'Université Claude Bernard Lyon I utilisé lors de cette étude.

## 2. Méthodes basées sur les associations fauniques

### I. Richesse spécifique et diversité

La **richesse taxonomique** (dl) correspond au nombre de taxons dans l'assemblage (Odum, 1971 ; Grayson, 1984 ; Bridault, 1997).

$$dl = (S-1) / \ln N \quad \text{avec } S = \text{nombre d'espèces et } N = NMI_{c_{total}} \text{ ou } NRD$$

La **diversité taxonomique** concerne l'abondance relative de chaque taxon. Deux principaux indices permettent de quantifier l'hétérogénéité du milieu :

- indice de Shannon (H') (Shannon & Weaver, 1949 *in* Margalef, 1997, Lyman, 2008) :

$$H = - \sum (p_i) \ln (p_i) \quad \text{avec } p_i = NMI_c / NMI_{c_{total}} \text{ ou } NRD_i / NRD$$

Cet indice tient compte des taxons peu fréquents. Il varie de 0 à  $\ln S$ .  $H = 0$  quand tous les individus appartiennent à une seule espèce ou si toutes les espèces ne sont représentées que par 1 seul individu sauf une qui est représentée par tous les autres.  $H$  tend vers le maximum lorsque tous les individus sont répartis de manière égale entre toutes les espèces.

- la réciproque de l'indice de Simpson (1/D) (Simpson, 1949 *in* Lyman, 2008) :

$$1 / D = 1 / \sum (p_i)^2 \quad \text{ou} \quad 1 / \sum [n_i (n_i - 1)] / [N (N - 1)] \quad \text{avec } p_i = NMI_i / NMI_{c_{total}} \text{ ou } NRD_i / NRD$$

C'est la probabilité que deux individus au hasard appartiennent à la même espèce. La réciproque de l'indice de Simpson donne un poids plus important aux espèces abondantes. Plus les valeurs sont faibles plus le spectre faunique est dominé par un seul taxon (Simpson, 1949 *in* Lyman, 2008; Grayson, 1984 ; Bridault, 1997 ; Grayson & Delpech, 2002)

Si  $NMI < 25$ , le test devient moins performant (Cruz-Urbe, 1988), il est alors conseillé de d'utiliser de NRD (Bridault, 1997).

## II. Les Niches écologiques

Une **niche écologique** est un milieu constitué par un ensemble de facteurs qui permettent à une espèce de vivre et de se maintenir.

Chaque espèce possède des exigences écologiques qui lui sont propres, l'animal est donc adapté à un environnement précis (type de substrat, type de végétation, elle-même dictée par le climat). En cumulant les principaux paramètres des niches écologiques des taxons présents dans une couche, il est possible d'accéder à l'environnement local. Actuellement, il s'agit de la méthode la plus usitée tant pour les mammifères que pour les mollusques continentaux (Moine *et al.*, 2002) ou les végétaux tels que pollen et macro-restes (Guiot *et al.*, 1989 ; Peyron *et al.*, 2005). L'ordre des rongeurs se prête particulièrement bien à l'application de celle-ci lors des reconstructions climatiques (Chaline, 1972b ; Chaline *et al.*, 1995 ; Montuire, 1994 ; Montuire & Desclaux, 1997 ; Aguilar *et al.*, 1999). Certains auteurs (Chaline & Brochet, 1989 ; Griggo, 1996) proposent de tenir compte de l'abondance de chaque espèce. Cependant lors d'étude archéologique, il est délicat de prendre en compte cette donnée, car celle-ci peut être dépendante d'un choix préférentiel de l'Homme pour un type de proie. Les herbivores sont généralement bien représentés dans les assemblages et sont plus informatifs d'un point de vue environnemental que les carnivores (Cruz-Uribe, 1988 ; Guérin, 1998) (fig.III-1). Delpech et ses collaborateurs (1983) proposent de classer les ongulés dans trois grands ensembles bioclimatiques. Griggo (1995) ajoute d'autres espèces animales à ces catégories :

- **milieu ouvert arctique** : Renne, *Elan*, Bouquetin, Chamois, Bœuf musqué, *Lièvre variable*, *Renard polaire*, *Lagopède*, *Chouette harfang*

- **milieu ouvert non arctique** : Bison, Cheval, Antilope saïga, *Spermophile*

- **milieu boisé** : Cerf, Chevreuil, Sanglier, *Lynx*, *Mustélidés*, *Castor*

La présence dans le spectre faunique du bouquetin et du chamois indique un environnement au relief escarpé (Griggo, 1995).



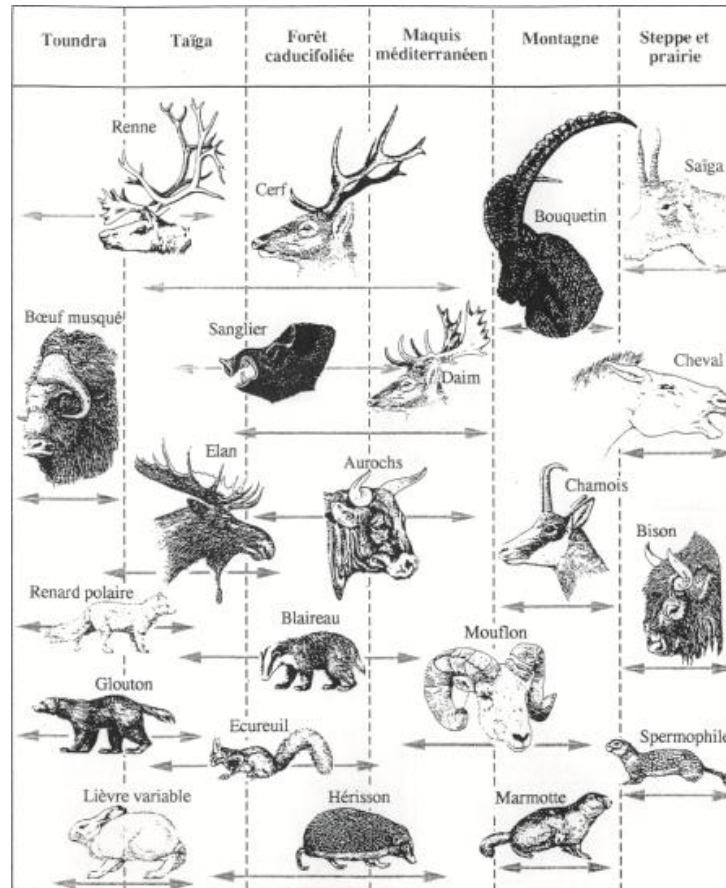


Fig. III-1: Répartition des différentes espèces selon leur biotope (Griggo, 1996)

De Marchi (2003) se base sur l'éthologie des carnivores (comportement social, régime alimentaire, locomotion, taille des proies, technique de prédation) pour distinguer trois groupes en fonction du degré d'ouverture du milieu.

- **milieu très ouvert** : Hyène et Lion
- **milieu relativement ouvert** : Loup et Dhôle
- **milieu forestier** : Chat sauvage, Lynx, Renard, Ours brun, Martre

Griggo (1996) superpose les cartes de répartition des espèces actuelles avec les données climatiques (Température moyenne du mois de Janvier, Température moyenne mois de Juillet, Température moyenne annuelle, Quantité précipitation mm/an, Nombre de jours de gel) issues de 184 stations météorologiques réparties dans toute l'Europe moyennées sur 30 ans. A chaque espèce sont associées 5 valeurs (tab. III-1). L'auteur préconise de ne pas employer cette méthode sur des sites spécialisés, les résultats seraient faussés du fait de la prépondérance d'une espèce liée à un choix des préhistoriques.

	T° janvier	T° juillet	T° annuelle	Nb jour gel	Précipitation
<i>Marmotta marmotta</i>	0,1	21	11	74,9	928,3
<i>Castor fiber</i>	-1,5	18,8	8,8	99,9	721,4
<i>Lepus timidus</i>	-4,7	17,1	6	146,6	766,8
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	2,6	19,2	10,9	60,7	705,2
<i>Felis sylvestrus</i>	1,6	19,7	10,8	71,9	720,3
<i>Lynx lynx</i>	-1,6	19,1	9	100,6	718,6
<i>Alopex lagopus</i>	-7,4	14,7	2,7	185,4	738,9
<i>Meles meles</i>	0,5	19,3	10	84,2	720,6
<i>Gulo gulo</i>	-9	15,2	2,3	186,5	624,6
<i>Sus scrofa</i>	1	20,5	10,9	78,7	706,3
<i>Bos primigenius</i>	1,8	19,8	10,9	70,1	707,9
<i>Bison</i>	-3,4	19,2	8,4	114,1	603,5
<i>Ovibos moschatus</i>	-4,9	15	4,2	160,4	774,2
<i>Rupicapra rupicapra</i>	0,6	19,9	10,5	84,2	952
<i>Saiga tatarica</i>	-5	21,1	8,8	121,3	590,5
<i>Dama dama</i>	4	23,6	13,8	55,1	683,4
<i>Cervus elaphus</i>	1,8	19,7	10,8	71,2	732,9
<i>Capreolus capreolus</i>	-0,6	18,9	9,3	92,1	700,3
<i>Alces alces</i>	-4,5	17,2	6,4	131,7	645,2
<i>Rangifer tarandus</i>	-6,6	15,2	3,4	176,9	596,5
<i>Equus caballus</i>	-6,1	19	7	134,6	596,5

Tab. III-1 : Paramètres climatiques obtenus pour chaque espèce d'après Griggo, 1996

### Limites des méthodes :

- le principe d'actualisme selon lequel les exigences écologiques d'une espèce fossile sont quasiment les mêmes que celles des espèces actuelles les plus proches (Andrews, 1995a). Est-ce réellement le cas ? Qu'en est-il des espèces disparues ?

- biais taphonomique : altération de la composition. Cutler et ses collaborateurs (1999) ont observé le changement de la composition faunique de 6 habitats différents dans le parc Amboseli au Kenya. Si au début des différences sont notées, sur la durée (15 ans) ils constatent une homogénéisation des assemblages et même les stades de *weathering* ne permettent pas de distinguer les différentes phases. De plus, les Carnivores et les Hommes préhistoriques ont pu effectuer des choix préférentiels envers certaines espèces ou à une saison particulière.

### III. Les Histogrammes écologiques

La méthode des histogrammes écologiques repose sur le principe qu'une communauté de mammifères peut être décrite non pas par son contenu taxonomique mais par ses niveaux de diversité (Andrews *et al.*, 1979 ; Guérin, 1998). Cette méthode ne prend pas en compte la proportion relative des espèces. Initialement fondées sur des communautés mammaliennes actuelles et définies par Fleming (1972), Andrews (1979 ; 1995a) l'applique aux faunes anciennes.

Fleming montre l'existence d'un gradient latitudinale dans la diversité spécifique, plus la latitude augmente moins il y a d'espèces. Parallèlement il observe également des variations des adaptations écologiques.

Ces auteurs définissent 4 paramètres permettant de caractériser la diversité écologique (annexe 3) :

- la **taxonomie** : Rongeur (R), Insectivore (I), Primate (Pri), Artiodactyle (Art), Périssodactyle (Per), Carnivore (C), Proboscidién (Pro), Autres (A).

- le **poids** : <1kg (AB), 1-10 kg (C), 10-50kg (D), 50-100kg (E), 100-200 kg (F), 200-1000kg (G), >1000kg (H).

- le **régime alimentaire** : Insectivore (I), Frugivore et Granivore (FG), Herbivore brachyodonte (HB), Herbivore Hypsodonte (HH), Carnassier (C), Omnivore (O).

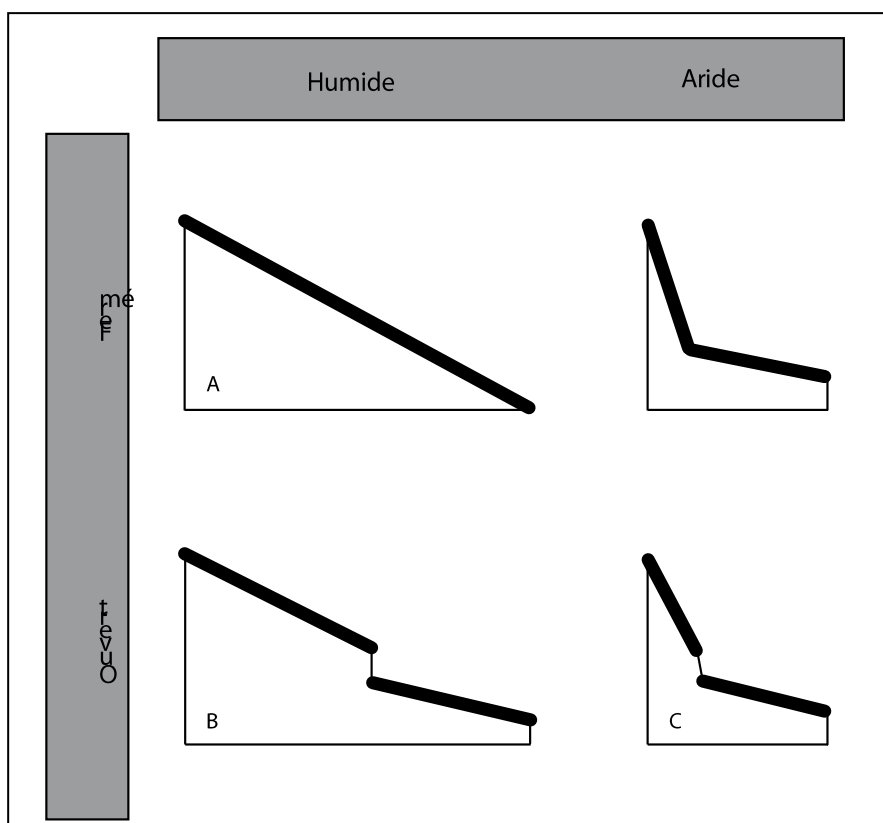
- le **type de locomotion** : Grand Mammifère Terrestre (ubiquiste, forestier, coureur) (GTu, GTf, GTc), Petit Mammifère Terrestre (PT), Fouisseur (F), Grimpeur et Arboricole (G-A), Aquatique (Aq), Aérien (Ae).

Les deux derniers paramètres relèvent d'adaptations éco morphologiques (anatomie fonctionnelle).

Les proportions relatives des Artiodactyles, des Carnivores et des Rongeurs sont de bons indicateurs de l'ouverture du milieu (Guérin, 1998). L'humidité du milieu est caractérisée par un nombre important de grandes espèces et la présence d'espèces aquatiques. Le milieu forestier est indiqué par un grand nombre d'espèces de taille moyenne (entre 1 et 50 kg), les grimpeurs-arboricoles, les grands mammifères terrestres forestiers, les insectivores, les omnivores et les herbivores brachyodontes. Au contraire, un milieu ouvert ne montre que peu de formes moyennes, un grand nombre de carnivores, d'herbivores hypsodontes, de frugivores et granivores ainsi que des grands mammifères terrestres coureurs. Le nombre d'espèces de petite taille décroît quand l'amplitude saisonnière augmente (Guérin, 1998).

## IV. Les Cénogrammes

En 1964, l'écologiste espagnol J.A.Valverde met au point une méthode mettant en relation la taille d'une espèce avec le niveau trophique (*in* Montuire, 1994). S. Legendre l'a ensuite adaptée au registre fossile, préférant plutôt utiliser le poids que la taille (Legendre, 1986). Il montre ainsi que la distribution pondérale d'une communauté de mammifères est fortement liée à l'environnement. La construction du cénogramme se fait en disposant en abscisse les espèces par ordre décroissant de poids et en ordonnée, le logarithme népérien de leur poids. Deux droites de régression peuvent être calculées, l'une pour les mammifères de plus de 500g et l'autre pour ceux de moins de 500g. Il est conseillé de retirer de l'analyse les carnivores et les chiroptères (Montuire, 1994). L'agencement de ces droites renseigne sur l'ouverture/fermeture et l'aridité/humidité du climat (fig. III-2). Une distribution continue des poids reflète un paysage forestier, tandis qu'une lacune pondérale entre 500g et 8kg est représentative de milieu ouvert. L'abondance des grands mammifères (>8kg) caractérise un milieu humide alors que celle des petits mammifères (<500g) renseigne sur la température (plus il y en a, plus il fait chaud) (Montuire, 1994 ; Montuire & Desclaux, 1997).



**Fig. III-2** : Interprétation des cénogrammes. A : type forêt ; B : type plaine ; C : type steppe (d'après Legendre, 1986)

# 3. Champs d'observations

## I. Enregistrement des restes fauniques.

Chaque pièce d'une dimension supérieure ou égale à 5cm a été enregistrée dans une base de données selon de nombreux critères. Le choix des champs est crucial puisqu'il conditionne l'étude future. Cette base de données a été réalisée grâce au logiciel « Microsoft Access ».

### I.1. Les données de terrain.

Il s'agit là de tous les renseignements obtenus lors de la fouille. Le numéro de la pièce, le numéro de la couche et du carré ainsi que les coordonnées tridimensionnelles lorsqu'ils ont été relevés, ce qui est uniquement le cas de quelques pièces entières à la Baume de Gigny. Ces deux derniers critères permettent une analyse spatiale du site.

### I.2. Les données paléontologiques

#### I.2.1. Détermination taxonomique

Les déterminations d'ordres spécifiques ont pu être réalisées en grande partie grâce à l'ostéothèque du laboratoire de préhistoire (LAMPEA) d'Aix-en-Provence, ainsi que par l'intermédiaire de différents supports : photographie, planche de dessins ou encore biométrie. Cependant, la détermination au niveau de l'espèce n'est pas toujours possible, dans ce cas la détermination est effectuée au rang supérieur (Famille comme dans le cas des Cervidés concernant la distinction Cerf/Renne ou Sous-Famille pour les Bovinés : Bison/Aurochs) voire par classe de taille :

- les très grands mammifères : Rhinocéros et Mammouth
- les grands mammifères : Cheval, Bovinés, Mégalocéros et Ours
- les moyens mammifères : Cerf, Renne, Sanglier, Hydruntin, Bouquetin, Hyène
- les petits mammifères : Chamois, Chevreuil, Loup
- les très petits mammifères : Renard, Lagomorphe, Mustélinés, Castor, Marmotte.

Le champ ordre permet de différencier s'il s'agit d'un reste appartenant à un herbivore, un carnivore, un lagomorphe ou un rongeur.

#### I.2.2. Détermination anatomique

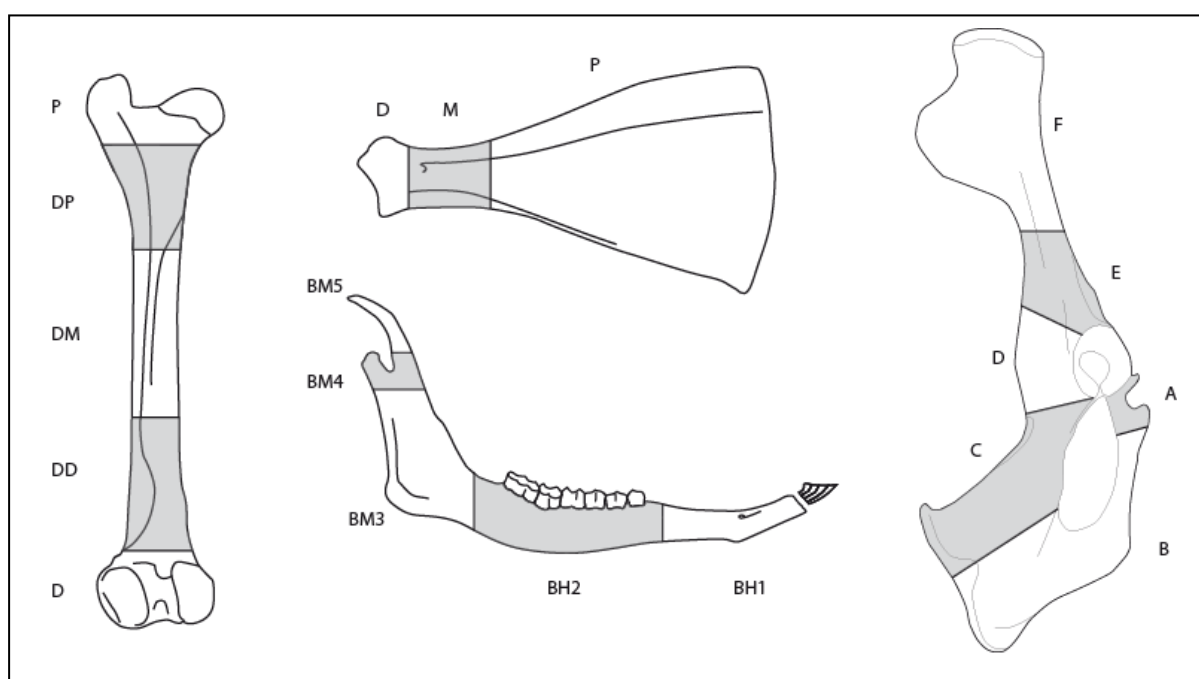
Le premier champ correspond au **type d'élément** (grande division du squelette) : appendiculaire, axial, crânien, ceinture. La **nature** nous précise s'il s'agit d'un os long, court, plat, d'une vertèbre, d'une dent, d'une cheville osseuse, du crâne ou de bois. La **détermination**

**anatomique** renseigne sur l'élément squelettique concerné. Dans le champ **partie présente**, nous notons tout détail permettant d'éviter une mauvaise estimation du nombre minimum d'éléments comme par exemple la présence d'un foramen nourricier.

L'os est constitué de zones compactes (diaphyse d'os long) et de tissus spongieux (épiphyses, corps vertébral, carpe/tarse) (Barone, 1966). Le champ **compact/spongieux**, nous donne des renseignements sur le type de tissu dominant de la pièce.

Les champs **longueur**, **circonférence**, **antérieur/postérieur**, **médiale/latérale** permettent de décrire au mieux la pièce. Ces champs sont valables essentiellement pour les os longs.

La mandibule, le coxal, la scapula et les os longs ont été subdivisés en sous-zone afin de localiser un plus précisément la partie conservée (Fig. I-1). Ces parties correspondent également à un découpage fonction de la densité.



**Fig. IV-1 :** Découpage et codage des éléments squelettiques. **Os longs** : P=extrémité Proximale ; DP=Diaphyse Proximale ; DM=Diaphyse Médiane ; DD=Diaphyse Distale ; D=extrémité Distale. **Scapula** : D=Distale ; M=Médiane ; P=Proximale. **Mandibule** : BH=Branches Horizontales ; BM=Branches Montantes. **Coxal** : A=Pubis ; B+C=Ischion ; D=épine sciatique ; E=col de l'ilium ; F=iliaque.

La circonférence présente par rapport à l'os entier est traduite par un chiffre compris entre 1 (il ne reste qu'une « baguette plane ») et 4 (circonférence complète). Les chiffres intermédiaires renseignent s'il reste plus ou moins de la moitié de la circonférence initiale.

Le champ **latéralisation** indique le côté droit ou gauche du squelette.

### I.3. Données taphonomiques

Étymologiquement, le mot taphonomie est composé de deux mots grecs « taphos » (enfouissement) et « nomos » (lois) dont la signification littérale est la science des lois de l'enfouissement. I.A. Efremov, en 1940 (p.85), est le premier à en donner la définition : « c'est l'étude

du passage (dans tous ces détails) des restes animaux de la biosphère à la lithosphère ». Cette science s'attache à reconstituer les différentes étapes de l'histoire d'un animal depuis sa mort jusqu'à sa découverte, en regardant toutes les altérations chimiques, physiques et biologiques pouvant intervenir. Certains chercheurs ont dissocié la taphonomie en biostratonomie et diagenèse. La première s'intéresse à tous les phénomènes affectant l'animal entre sa mort et son enfouissement, la seconde concerne tous les événements ayant lieu après l'enfouissement.

Plus qu'une science, la taphonomie est un outil nécessaire à la compréhension et à l'interprétation des restes livrés par les gisements archéologiques et paléontologiques. Elle se base sur des principes actualistes observés et expérimentés permettant d'associer la trace, l'agent responsable et le processus à l'origine des modifications de l'assemblage (Gifford-Gonzalez, 1989 ; Morlan, 1994). Par exemple, lorsque l'on **piétine (processus)** des ossements posés sur un sol sableux, les **grains de sables (agent effecteur)** incisent plus ou moins superficiellement l'os. En regardant la pièce de plus près, il est possible de voir de fins **sillons (trace)** sans organisation, leur orientation dépendant uniquement du sens de déplacement des grains de sable sur la pierre. Plusieurs processus peuvent aboutir à une même trace, c'est ce que l'on nomme les phénomènes de convergence ou d'équifinalité (Bertalanffy, 1940 *in* Lyman, 2004 ; Rogers, 2000) et un processus peut produire une ou plusieurs modifications (Marshall, 1989 ; Fisher, 1995). C'est pourquoi, dans la base de données, les traces sont principalement mentionnées et rarement les phénomènes. Les modifications observées sur l'os sont le résultat de plusieurs agents indépendants superposés, cependant l'action de l'un peut faciliter l'action de l'autre. Ainsi une pièce soumise à l'action du gel présentera de nombreuses fissures facilitant la fragmentation ultérieure de la pièce. En outre, il ne faut pas négliger l'importance du facteur temps. En effet, si un processus n'affecte pas immédiatement l'os de manière significative, sur la durée l'altération peut s'avérer importante.

L'étude taphonomique est donc primordiale à toutes investigations archéologiques et en particulier archéozoologiques. Elle aide à répondre à de nombreuses questions permettant d'éviter des conclusions trop hâtives sur le comportement de l'Homme préhistorique :

- L'assemblage reflète-t-il exactement le stock osseux initial ?
- Quelles sont les conséquences sur la conservation de l'assemblage, des altérations postérieures au dépôt ?
- Quel est l'agent à l'origine de l'accumulation osseuse ?
- Toutes les espèces ont-elles été introduites de la même manière ?
- Quelle est la durée de formation de cet assemblage ?

Une fois les réponses à ces différentes questions apportées, il est possible d'envisager le mode d'acquisition des gibiers ainsi que le traitement anthropique des carcasses.

### 1.3.1. Etat de conservation

#### 1.3.1.1. Etat des surfaces

Deux champs sont consacrés à ce domaine. Le premier concerne la **lisibilité** des pièces, avec quatre possibilités (bonne, moyenne, mauvaise et illisible) et le second indique les **stades d'altérations**, tels qu'ils ont été décrits par Behrensmeyer (1978) et Stephan (1997).

- **Stade 0** : excellente conservation ; os en parfait état, il est encore gras et peut présenter des restes de viande.

- **Stade 1** : bonne conservation ; la surface est quasiment intacte, seules quelques petites fissures longitudinales affectent l'os. Les surfaces articulaires peuvent être en « mosaïque ».

- **Stade 2** : moyenne conservation : écaillage du périoste, surface détruite à certains endroits, présence de fissures suivant la structure de la pièce.

- **Stade 3** : mauvaise conservation : apparition de la texture fibreuse de l'os, les bords sont arrondis.

- **Stade 4** : très mauvaise conservation : la texture fibreuse est visible sur toute la pièce, fort écaillage, fissures profondes pouvant atteindre la cavité médullaire.

- **Stade 5** : os détruit *in situ*, un grand nombre de petits fragments issus de la pièce originelle est retrouvé. La détermination est quasi impossible.

En archéologie, sauf en condition de conservation exceptionnelle, le stade 0 n'est jamais présent.

### 1.3.1.2. Fragmentation

Les os sont rarement présents sous leur forme entière, excepté les os courts et les dents. L'étude de la fragmentation et des types de cassures fournissent des renseignements sur l'auteur de la fragmentation (Homme, Carnivore, autre processus comme la compaction par exemple) et sur le degré de fraîcheur de l'os lors de la fragmentation (os frais ou os sec). Les cassures récentes sont celles réalisées lors de la fouille ou du stockage du matériel. Dans la base de données, les informations suivantes sont enregistrées : **Fragmentation** (Entier, Sub-entier, Fragmenté), **Longueur**, **Largeur** de la pièce (mesure centimétrique).

### 1.3.1.3. Les cassures

Les cassures ont été caractérisées selon trois axes définis par Villa & Mahieu (1991), l'**angle** de cassure, le **bord** de cassure et le **type** de cassure. Les fragments ayant deux extrémités (une proximale et une distale), ces informations ont été relevées pour chacune d'elles.

- L'**angle de cassure** : c'est l'angle que fait la surface de la cassure avec l'os : *Droit* ou *Oblique*. Il permet d'apprécier l'état de fraîcheur de l'os. Les cassures à angle droit (transverse) étant associées aux os secs et celles obliques aux os frais.

- Le **bord** : c'est l'aspect : *Rugueux* ou *Lisse*. Ce critère, comme le précédent, donne des informations sur l'état de l'os. Les cassures lisses étant corrélées aux cassures sur os frais, tandis que les bords rugueux sont caractéristiques des cassures sur os secs.

- Le **type de cassure** : c'est la forme du contour : *en Escalier*, *en Spirale*, *Longitudinale*, ou *V-Shapped* (fig.I-2).



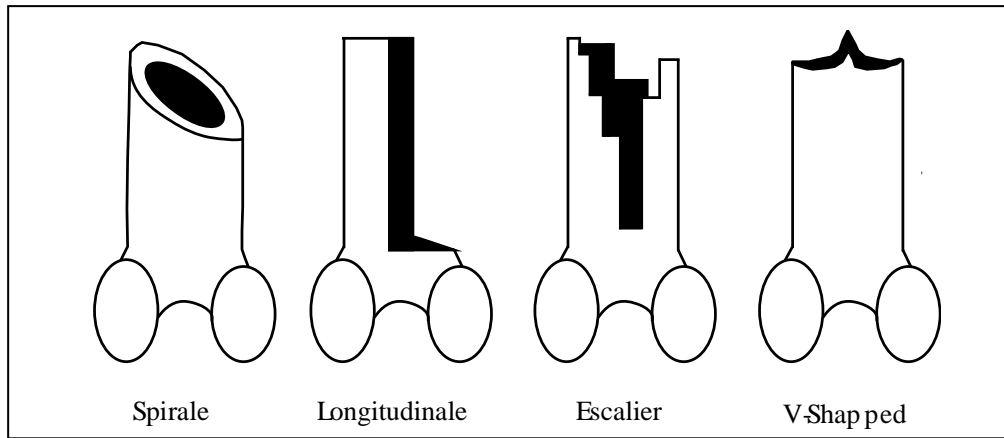


Fig. IV-2 : Différents types de cassure d'après Marshall (1989)

Seules les cassures anciennes ont été décrites de cette manière. Les cassures récentes, facilement identifiables par leur couleur différente du reste de la pièce, ont été mentionnées mais pas détaillées.

Lorsque cela fut possible, nous avons précisé si la cassure avait été réalisée sur un os frais ou sur un os sec. Les os secs tendent à se briser perpendiculairement à l'axe d'allongement de l'os, les cassures sont alors de type escalier ou longitudinal, tandis que les cassures obliques de type spirales sont sur os frais (Johnson, 1985, Fiorillo, 1989 ; Andrews, 1990 ; Villa & Mahieu, 1991). Ces dernières ont fait l'objet de nombreuses expérimentations afin de déterminer l'auteur de telles cassures. Attribuées à tort, uniquement à l'Homme préhistorique lors de la fracturation des os longs pour récupérer la moelle, ces cassures sont désormais imputables également aux carnivores (Binford, 1981) et au piétinement (Myers *et al.*, 1980, Haynes, 1983 ; Fiorillo, 1989), à la chute des carcasses (Lyman, 1984a). Le type de cassure dépend plus des propriétés intrinsèques de l'os (morphologie, zone de faiblesse, état de fraîcheur) que de l'agent à l'origine de la fragmentation (Johnson, 1985 ; Bunn, 1989 ; Bridault, 1994). Il semble donc difficile de rattacher un type de cassure, à un agent particulier, cela nécessite la prise en compte de nombreux autres critères tels que la présence de point d'impact ou de traces résultant de l'action des carnivores (*cf. infra*). En 1994, Capaldo & Blumenschine signalent que la prise en compte de l'angle de cassure, permet de distinguer les cassures anthropiques (force dynamique de percussion) des cassures dues à l'action des carnivores (force statique de pression). Alcantara Garcia *et al* (2006) met alors en place une nouvelle méthode utilisant les angles de cassure sur os frais pour définir l'agent responsable. Il montre que les cassures dues à l'action des carnivores ont un angle compris entre 85° et 110° (excepté l'intervalle 85-95° caractéristique des cassures sur os sec) alors que celles produites par la fracturation anthropique sont plus aiguës (<80°) ou plus obtuses (>110°). Cette dernière méthode demandant beaucoup de temps, elle n'a pas été appliquée au matériel d'étude.

### I.3.2. Altérations chimiques

Toutes les altérations ont été observées en lumière rasante ainsi qu'avec une loupe (grossissement x5 et x10) et lorsque cela était nécessaire sous une loupe binoculaire. Leur intensité (recouvrement) est codée par des chiffres de 0 à 4. Le 0 signifie que la pièce n'est pas affectée, le 1

qu'elle est faiblement soumise à l'altération et le 4 indique que toute la pièce est touchée. Un champ détail est ajouté pour tous les types d'altérations afin de noter des observations supplémentaires comme par exemple la localisation de l'altération.

#### I.3.2.1. Dissolution

La dissolution est un processus chimique qui affecte la surface osseuse en formant des cupules plus ou moins grandes, voire des plages étendues. Elle crée également des émoussés. La nature acide des sédiments et la présence d'eau (par stagnation ou par circulation) sont les principaux agents de la dissolution. Cette altération peut survenir avant ou après l'enfouissement. La dissolution joue un rôle important puisqu'elle influe sur la morphologie générale de la pièce en entraînant la perte de matière. En effet, cette dernière donne un aspect irrégulier à la surface osseuse, pouvant rendre la détermination de la pièce mal aisée. Dans un cas extrême, la disparition complète de l'os peut advenir. C'est par exemple le cas d'un os en milieu sableux, l'acidité des sédiments (pH inférieur à 6) détruisant totalement la pièce (Auguste, 1994).

#### I.3.2.2. Oxydation

Les ossements présentent quelques fois des dépôts noirs ou rouges pouvant être plus ou moins couvrants. Ils prennent la forme de dendrite en étoile, de ponctuation ou de plage diffuse. Ces « tâches » signalent la présence d'eau. Si leur localisation est restreinte, elle indique la zone soumise à l'action de l'eau (ruissellement ou eau stagnante). Des os ayant été immergés peuvent être totalement recouverts de ce dépôt. La présence de ces dépôts n'affecte pas la morphologie de la pièce mais peut réduire la lisibilité de la surface osseuse. De la même manière que la dissolution, ce phénomène peut intervenir avant ou après l'enfouissement.

#### I.3.2.3. Concrétion

Le concrétionnement consiste en un dépôt solide et opaque de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ). Il s'agit d'une masse minérale formée par précipitation sur l'os. La couleur de l'encroûtement est dépendante des impuretés. L'eau est, cette fois encore, l'agent effecteur. L'encroûtement dépend de la concentration de l'eau en carbonate. L'altération peut être volumineuse et empêcher la lecture des stigmates.

### I.3.3. Altérations physiques

#### I.3.3.1. Les fissures

Les fissures sont généralement orientées dans l'axe d'allongement de la pièce ou forment des mosaïques au niveau des surfaces articulaires. Ces fissures sont plus ou moins longues et profondes, certaines atteignent même la cavité médullaire de l'os. Leur observation seule, n'apporte aucune information quant au processus originel. En effet, elles peuvent être dues au piétinement, au *weathering* (dessiccation, différence de température, d'humidité, etc...). C'est d'ailleurs sur la fissuration que se base Behrensmeyer (1978) pour établir ces stades d'altérations et connaître la vitesse d'enfouissement des os. Néanmoins, ce paramètre seul ne suffit ni pour l'estimation de la durée

d'exposition de l'os aux facteurs climatiques ni pour celle de la durée de remplissage (Lyman & Fox, 1989). L'alternance gel-dégel entraîne également des fissures, cependant elles sont reconnaissables grâce à leur forme en « pile d'assiette » (Guadelli & Ozouf, 1994 ; 2000 ; Guadelli, 2008). La fissuration débute avant l'enfouissement et se poursuit après.

Selon l'élément squelettique considéré, la taille et l'âge des individus mais aussi selon l'espèce, l'intensité et la localisation des fissures peuvent être différente (Tappen, 1976 ; Behrensmeier, 1978 ; Gifford, 1981).

### I.3.3.2. L'abrasion

L'abrasion est une altération mécanique par frottement provoquant le polissage des surfaces, un émoussement des bords et des arêtes anguleuses. Le contact avec le sédiment entraîne la formation de stries, de sillons (*cf. infra* : I.3.3.4.). Plusieurs processus amènent à l'abrasion des pièces tels que le piétinement (Brain, 1967), le transport fluvial (Voorhies, 1969), le charriage à sec (Koby, 1943), l'abrasion éolienne... Les agents sont tout autant nombreux : particules sédimentaires, rocher, sol, autres os... Il est toutefois possible d'identifier les différents processus selon la localisation et l'intensité de l'altération. L'abrasion dite éolienne n'atteint que la face exposée à l'air libre tandis que le transport par l'eau peut affecter toute la pièce, cela dépend de la vitesse d'écoulement, de l'épaisseur de la tranche d'eau, du temps de transport et par conséquent de la distance parcourue par la pièce (Voorhies, 1969).

### I.3.3.3. Desquamation

Il en résulte un écaillage de la surface corticale de l'os, stade avancé d'altération.

### I.3.3.4. Strie de charriage à sec et de piétinement

Des stries non anthropiques sont observables à la surface des os, elles résultent du charriage à sec ou du piétinement des os par les carnivores ou les Hommes préhistoriques. L'agent effecteur est la particule sédimentaire qui entaille la surface. Elles miment les stries anthropiques laissées par les Hommes lors du traitement des carcasses (Bunn, 1982 ; Andrews & Cook, 1985 ; Olsen & Shipman, 1988 ; Behrensmeier *et al.*, 1989 ; Oliver, 1989 ; Haynes, 1991 ; Andrews, 1995b). Le fond de la strie est en V (comme les stigmates du fil d'un outil lithique) toutefois elles en diffèrent par leur orientation aléatoire (Andrews, 1995b), sans organisation entre elles. De plus, elles ne sont pas localisées à des endroits précis telle qu'une zone d'insertion musculaire ou proche d'une épiphyse mais plutôt sur la diaphyse (Binford, 1981 ; Oliver, 1989) et touchent tous les éléments squelettiques sans distinction (Olsen & Shipman, 1988).

### I.3.4. Altérations biologiques

#### I.3.4.1. Vermiculation

Les racines peuvent attaquer de manière chimique l'os grâce à la sécrétion d'acide humique, il en résulte des lignes sinueuses formant un réseau à sa surface (Behrensmeyer, 1978 ; Binford, 1981 ; Morlan, 1984 ; Andrews & Cook, 1985). En vue de profil, les traces de racines présentent une section en U permettant de les distinguer aisément des traces anthropiques. White (1992) suggère que la présence de ces traces sur les bords de cassure, ou sur la face interne de l'os est essentielle pour dater la fragmentation.

#### I.3.4.2. L'action des rongeurs

Les rongeurs rognent les os en laissant sur ces derniers de fins sillons parallèles généralement localisés sur les crêtes, les bords et autres parties saillantes.

#### I.3.4.3. L'action des carnivores

Les carnivores, qu'ils soient auteurs de l'accumulation osseuse ou simples charognards, produisent de nombreuses traces sur les os. Les modifications observées sur des os ayant subi l'action des carnivores, varient de l'empreinte négative de l'extrémité de la dent à un unique cylindre de diaphyse où les épiphyses auraient été rognées intensivement.

Pour cette étude la terminologie anglaise de Binford (1981) est conservée :

- **Pits** : enfoncements circulaires peu profonds correspondant à l'impact de la dent sur la surface compacte de l'os.

- **Punctures** : enfoncements profonds perforant le tissu osseux, ces traces sont principalement retrouvées au niveau des zones spongieuses, c'est-à-dire à proximité ou sur les épiphyses, les os courts (carpes et tarse), les os plats.

Ces deux types de modification sont liés à la pression de la mâchoire sur un os, le résultat dépendant de la structure de l'os lui-même.

- **Scores** : stries plus ou moins longues situées sur la diaphyse des os longs et orientées perpendiculairement à celle-ci. Leur profil en U et leur section moins étroite permettent de les différencier des stries anthropiques (Shipman *et al.*, 1981 ; Shipman & Rose, 1983 ; Andrews & Cook, 1985 ; Olsen & Shipman, 1988).

- **Furrow** : sillon profond entaillant les zones spongieuses.

Le *scoring* et le *furrowing* correspondent au dérapage de la dent sur l'os.

- **Scooping out** : arrachement de matière spongieuse. Le champ détail permet de préciser s'il s'agit de la partie arrachée ou du morceau restant.

- **Crenulated edges** : ce terme est utilisé lorsque l'un des bords de la pièce montre des « crénelures », c'est-à-dire les marques de dents laissées lors du rognage de l'os. La disparition complète de l'épiphyse par *scooping out* aboutit également à ce type de traces.

- **Tooth notches** : trace de croc sur un bord de diaphyse entraînant la cassure de celle-ci.

- **Digéré** : certains carnivores tels que l'Hyène sont capables d'ingérer des os de petites tailles comme les carpes et tarses. Une fois avalés ces os subissent l'attaque des sucs gastriques qui dissolvent leur surface (Sutcliffe, 1970 ; D'Errico & Villa, 1997).

#### 1.3.4.4. L'action de l'Homme

Certaines activités humaines laissent des traces observables sur les surfaces osseuses. C'est notamment le cas du traitement des carcasses :

- **Raclage** : le mot raclage évoque les longues stries parallèles à l'axe d'allongement de l'os. Le raclage couvre généralement une certaine surface corticale qui est due à l'enlèvement de la viande ou à la préparation de la surface en vue d'une percussion ou d'une utilisation de l'os comme outil.

- **Strie de découpe** : il s'agit d'entailles rectilignes réalisées par le contact du tranchant d'un outil lithique avec l'os. Elles sont réalisées lors d'activités de boucherie (dépeçage, désarticulation, prélèvement de la viande). Leur profil en V permet de bien les reconnaître (Shipman, 1981 ; Lyman, 1987). De plus, elles montrent une organisation (souvent parallèles entre elles) et sont localisées à des endroits particuliers (proximité d'insertion musculaire) (Olsen & Shipman, 1988). Le champ détail précise leur nombre, leur orientation, leur localisation...

- **Trace de percussion** : les fragments osseux peuvent garder des traces de la fracturation des os longs par l'Homme préhistorique lors de la récupération de la moelle contenue dans la cavité médullaire. La case détail affine la nature de la trace :

- *point d'impact* (avec parfois un contre impact sur la face opposée lors de la percussion sur enclume (Leroi-Gourhan & Brézillon, 1972). Les points d'impact peuvent s'apparenter aux *tooth notches* (Brain, 1981), elles sont cependant plus larges et moins profondes (Capaldo & Blumenschine, 1994). Blumenschine & Salvaggio (1988) s'intéressent à la distinction entre les traces faites par les carnivores et celles qui sont anthropiques.

- *éclat* : fragment de surface osseuse entourée de quatre pans de diaphyse de faible déclivité.

- *point d'impact sans cassure* : il arrive que le coup porté sur la diaphyse n'aboutisse pas à une fracturation de l'os.

Toutefois, la chute accidentelle d'une pierre ou le contact dynamique entre un os et une pierre lors du piétinement par exemple, peut aboutir aux mêmes stigmates, l'action anthropique est alors nulle (Morlan, 1984 ; Oliver, 1989).

- **Os brûlé** : de nombreuses modifications s'opèrent lorsqu'un os entre en contact volontairement ou accidentellement avec une source calorifique. La combustion génère notamment un changement de structure de l'os par perte de matière organique et une coloration apparaît en fonction de la température à laquelle il est soumis.

- **Industrie osseuse** : l'emploi de l'os en tant qu'outil laisse des marques liées à l'utilisation, comme une extrémité polie par l'usure ou des impacts. Elles sont souvent concentrées sur une partie de la pièce.

Toutes ces observations permettent de décrire au mieux la pièce. Le chapitre suivant explique la méthodologie appliquée aux différents gisements étudiés. C'est-à-dire comment une fois ces

informations individuelles recueillies il est possible d'accéder à l'histoire de chaque taxon en croisant toutes ces données.







# 4. Analyse taphonomique et archéozoologique des assemblages

## I. Les unités de décomptes

En 1994, dans son article intitulé «*Quantitative Units and Terminology in Zooarchaeology*», Lyman dénombre 146 unités de décomptes, certaines sont synonymes, d'autres portent la même dénomination mais ont des définitions différentes. Par conséquent il est nécessaire de bien définir toutes les unités utilisées lors de l'analyse des assemblages osseux de cette étude (Poplin, 1976a ; Casteel & Grayson, 1977 ; Brugal *et al.*, 1994 ; Lyman, 1994a). Lyman (1994a) distingue deux types d'unités de décompte : les unités descriptives (d'observation) et les unités analytiques (interprétatives).

### I.1. Unités descriptives

Une des premières unités est le **NR** (Nombre de Restes). Cette unité se calcule après recollage des fragments présentant des cassures récentes (liées à la fouille ou au stockage du matériel). Le NR peut être décliné de plusieurs manières :

- **NRT** = Nombre de Restes Total. Cela consiste en un simple décompte du nombre de pièces.
- **NRD** = Nombre de Restes Déterminés anatomiquement et taxonomiquement. Cette unité correspond au *NISP (Number of Identified Specimen)* de la nomenclature anglo-saxonne.
- **NRDa** = Nombre de Restes Déterminés anatomiquement, c'est le nombre de pièces ayant pu être rattachées à un des éléments du squelette mais pour lesquelles l'attribution spécifique n'a pas pu être faite. C'est souvent le cas des vertèbres et des côtes.
- **NRO** = Nombre de Restes Observables, cette unité sert à quantifier le nombre de pièces dont la surface corticale est suffisamment bien conservée pour permettre une étude des traces taphonomiques.

Le NRD et NRDa peuvent différer entre deux études du même assemblage en fonction de l'expérimentation de la personne et du matériel de comparaison disponible au moment de la détermination des pièces.

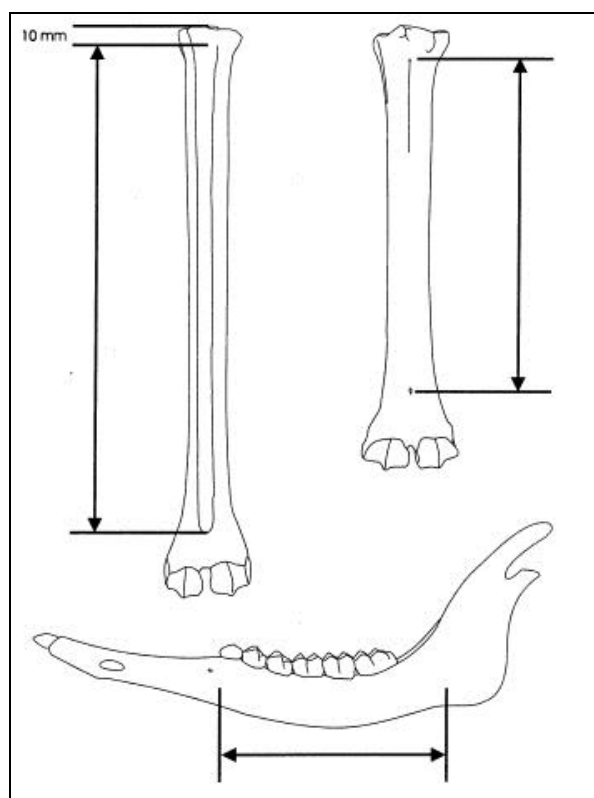
### I.2. Unités analytiques

Afin d'estimer de manière plus précise le nombre d'éléments squelettiques et le nombre d'individus présents dans l'assemblage, deux unités ont été créées :

- **NME** = Nombre Minimum d'Eléments (Bunn & Kroll, 1986). C'est l'équivalent français du *MNE*. Pour les éléments pairs (*i.e.* latéralisés), le NME se calcule en additionnant le nombre d'élément gauche plus le nombre d'éléments droits. Afin de palier au risque de surestimation du NME lié au fait que deux fragments peuvent appartenir à un même os, des points repères ou des zones de recouvrement sont pris (*i.g.* foramen nourricier, tubérosité du grand rond de l'humérus, fosse

supracondyloire du fémur) (Watson, 1979 ; Bunn & Kroll, 1986 ; Marean *et al.*, 2001). Dans les sites où le rôle des carnivores et/ou celui de l'Homme n'est pas négligeable, plusieurs chercheurs ont montré l'importance d'utiliser les diaphyses afin d'estimer le NME au plus juste (Bunn & Kroll, 1986 ; Blumenshine, 1988 ; Marean & Spencer, 1991 ; Marshall & Pilgram, 1991 ; Marean *et al.*, 2001).

Certaines pièces difficilement latéralisables ont fait l'objet de mesures particulières. En effet, le NME des métapodes d'ongulés et celui de la mandibule sont obtenus à partir du cumul des longueurs divisé par deux fois la longueur attendue pour l'élément, méthode appliquée par J.-C. Castel (1999a). L'auteur l'avait également appliquée aux côtes, cependant dans le cadre de cette étude, nous ne l'avons pas utilisée puisque ces dernières n'ont pas été déterminées spécifiquement. Pour le **métacarpe** et le **métatarse**, la longueur de la gouttière antérieure est mesurée (fig.V-1). Ainsi sur un fragment de 8 cm où la gouttière n'est présente que sur 3 cm, la longueur retenue pour le calcul du NME est 3cm. La longueur attendue est celle comprise entre les deux forams nourriciers. En ce qui concerne la **mandibule**, la longueur du bord inférieur est sommée (fig.V-1).



**Fig. V-1** : Limites conventionnelles pour l'estimation des mesures des gouttières des métapodes et du bord inférieur de la mandibule (d'après Castel, 1999a).

L'utilisation du NME présente l'avantage de diminuer l'impact de la fragmentation.

- **MAU** = *Minimal Animal Unit* (Binford, 1978) : cette unité correspond au NME divisé par le nombre de fois où l'élément est présent dans le squelette. Par exemple, si l'assemblage osseux contient 4 talus gauches et 3 droits, le NME est égal à 7 et le MAU à 3,5 étant donné qu'il y a 2 talus par carcasse.

- **NMI** = Nombre Minimum d'Individus (White, 1953 ; Binford & Bertram, 1977 ; Klein & Cruz-Uribe, 1984). C'est le nombre d'individus nécessaire pour fournir tous les éléments. Cette fois, il

faut tenir compte de la latéralité des pièces. Continuons sur le même exemple, le NMI est alors de 4, puisqu'il y a 4 talus gauches, et que chaque individu n'en a qu'un à gauche et qu'un à droite. Le NMI ainsi établi est nommé NMI de fréquence (**NMI<sub>f</sub>**).

Il existe une deuxième manière de calculer le NMI, il s'agit du NMI de combinaison (**NMI<sub>c</sub>**) (Poplin, 1981). Ce dernier prend en compte la latéralisation mais également l'âge et le sexe des individus. Le NMI<sub>c</sub> est donc plus élevé que le NMI<sub>f</sub> et se rapproche plus du nombre réel d'individus (White, 1953 ; Poplin, 1976).

Le NMI peut être calculé de manière globale ou pour chaque élément, le NMI global correspondant au NMI le plus élevé parmi tous les NMI des éléments squelettiques. Toutefois le NMI tend à surestimer les espèces rares (Ducos, 1988)

Grayson (1973, 1984) soulève le problème d'agrégation du NMI (valable également pour le NME). Un NMI établi pour un site sera différent de la somme des NMI des couches composant ce gisement. Par exemple, un site où trois couches sont individualisées, chacune comprenant des restes osseux de Cerf ; dans la couche 1, le NMI est fait à partir du talus (3 droits, 2 gauches ; NMI=3), dans la seconde le NMI est également fait sur le talus (2 droits et 3 gauches ; NMI = 3) et dans la troisième le NMI est calculé à partir de la P4/ (3 droites et 2 gauches ; NMI=3, seul un talus droit est présent). Si nous choisissons comme unité analytique : le site global, nous n'obtiendrons pas un NMI=9, même si nous nous basons sur le même élément anatomique (NMI=6).

- **SFUI** = *Standardized Food Utility Index* (Metcalf & Jones, 1988). Cet indice est une approche numérique de l'intérêt nutritif (qualité et quantité de viande, de moelle et de graisse) des divers éléments anatomiques. L.R. Binford fut le premier à proposer un tel indice (*MGUI=Modified General Utility Index*) (Binford, 1978). Cependant ce dernier a été longuement critiqué car il ne se référait qu'aux épiphyses et non à l'os entier (Lyman, 1984b ; Metcalf & Jones, 1988 ; Klein, 1989 ; Faith & Gordon, 2007). Le SFUI varie en fonction de l'espèce considérée : pour le Renne (Metcalf & Jones, 1988), le Cheval (Outram & Rowley, 1998), le Bison (Emerson, 1993) et le Cerf (Madrigal & Zimmermann Holt, 2002 ; Madrigal, 2004).

## II. Représentativité de l'échantillon

Avant toute étude, il est essentiel de se demander si l'échantillon étudié est représentatif de l'assemblage initial.

### II.1. Les biais

#### II.1.1. Les Biais liés à la fouille

##### ✓ **Méthodes de fouille**

De même que les unités analytiques se sont multipliées ces trente dernières années avec l'apparition de nouveaux outils et donc de nouvelles questions, les méthodes de fouilles se sont affinées et de nombreux critères sont maintenant relevés systématiquement (coordonnées tridimensionnelles, pendage, orientation) et ce, pour toutes les pièces supérieures à 2cm ou

identifiables. Les sédiments sont ensuite tamisés entraînant une récolte exhaustive des restes osseux. La fouille est donc un exercice rigoureux où toute information non notée sur le moment est perdue. Le développement de la photographie numérique permet, cependant, de garder une mémoire visuelle en 2D des différentes étapes de la fouille.

Les méthodes de fouilles sont fortement dépendantes des questions auxquelles nous souhaitons répondre et du temps imparti, en ce qui concerne les fouilles de sauvetage. Jusque dans les années 70, l'objectif principal était paléontologique, la récupération des pièces entières ou facilement déterminables était donc suffisante afin d'effectuer des mesures ou d'estimer la diversité. Les fragments osseux (principalement des diaphyses d'os longs) trouvés étaient alors soit non ramassés, soit mis en sachet avec pour seules indications le numéro de la couche dont ils provenaient quelque soit leur dimension et n'étaient généralement pas pris en compte lors de l'analyse. De nombreux auteurs ont montré l'importance de ces fragments dans les décomptes et l'analyse des profils squelettiques, ainsi que pour l'étude de la fragmentation (Bartram, 1993 ; Bartram & Marean, 1999 ; Pickering *et al.*, 2003). En effet, les diaphyses sont des fragments compacts plus résistants à la destruction que les épiphyses. Ils permettent une estimation du nombre d'éléments plus proche de la réalité que les extrémités (Klein, 1975 ; Bunn, 1983 ; Marean & Spencer, 1991).

Les sites étudiés dans ce mémoire sont des sites fouillés anciennement. Les biais les concernant seront explicités ultérieurement.

Afin de savoir si le tamisage a eu lieu, deux outils sont à notre disposition :

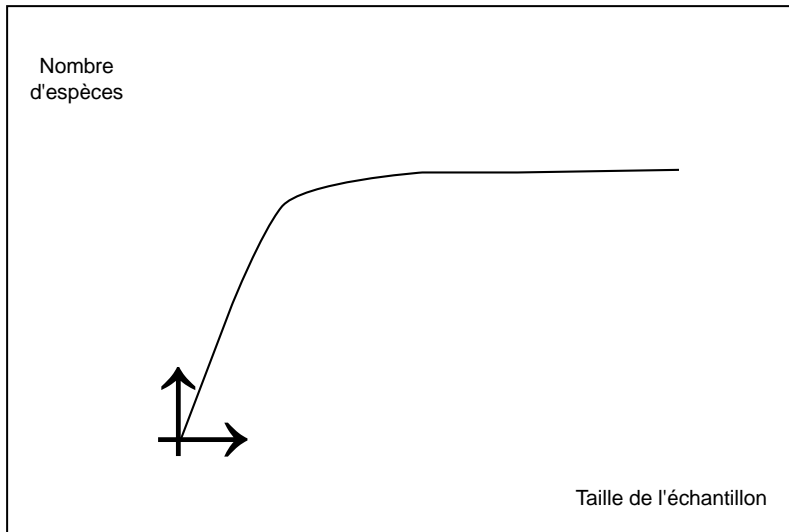
- *taux de détermination* : c'est le rapport entre le nombre de restes déterminés (NRD) et le nombre de restes total (NRT) :  $NRD/NRT$  (Klein & Cruz-Uribe, 1984). S'il est très élevé c'est que les sédiments n'ont pas été tamisés.

- la prépondérance des fragments inférieurs à 2 cm indique la pratique d'un tamisage (Costamagno, 1999).

✓ **Surface fouillée :**

Lors de l'étude archéozoologique, il faut tenir compte de la superficie de la zone fouillée. L'assemblage osseux récolté n'est qu'un échantillon de l'étendue totale du gisement (Poplin, 1976). Sur les sites où chaque activité (découpe de carcasse, zone de rejet, foyer ...) a lieu à un endroit précis, une petite surface fouillée peut privilégier un type de restes particuliers et ne pas être représentative du site global. L'interprétation sera alors erronée en termes de nature du site : habitat, *kill site*... Dans le cas de gisement en grotte, l'étendue est très souvent moindre qu'un site de plein air, la zone étant délimitée par les parois rocheuses. Au préalable, des sondages sont réalisés afin d'estimer la superficie du site. L'étude de la répartition spatiale des vestiges indique la présence ou non de secteurs d'activité spécialisée au sein du site.

La superficie fouillée et par conséquent, la taille de l'échantillon, joue également un rôle sur la diversité spécifique (Grayson, 1984 ; Klein & Cruz-Uribe, 1984 ; Meltzer, 1992). Quand la taille de l'échantillon augmente, la diversité augmente elle aussi jusqu'à ce qu'un palier soit atteint (fig. V-2).



**Fig. V-2 :** Relation entre taille de l'échantillon et nombre d'espèces.

### II.1.2. Les biais liés au stockage du matériel

Lors du stockage des ossements après la fouille, une perte de matériel peut arriver. Plus la collection subit de transfert d'un endroit à un autre, plus le risque de perdre des pièces est grand. Certaines collections sont conservées dans plusieurs musées différents, c'est le cas des restes fauniques issus des diaclases d'Oetrange. L'assemblage peut également être divisé et réparti entre différents chercheurs en fonction de leur spécialité. Par exemple, les restes osseux provenant de la Baume de Gigny ont fait l'objet d'études paléontologiques à la fin des années 80 (Campy *et al.*, 1989). Plusieurs chercheurs se sont répartis le matériel de manière taxonomique.

De plus, une partie de l'assemblage est parfois prêtée aux musées afin d'illustrer des expositions, une autre a pu être détruite lors d'une analyse (ADN, biogéochimie, datation, lame mince...). Il semble donc important de consigner toutes traces de déplacement de matériel et faire des photographies et des moulages avant une analyse destructrice ou un prêt.

Par ailleurs, le frottement des ossements entre eux et les divers chocs subis lors des déplacements peuvent entraîner une fragmentation et une abrasion artificielle des restes. C'est pourquoi avant l'enregistrement des pièces dans la base de données, un soin précieux a été apporté au recollage des cassures récentes.

### II.1.3. Les biais liés à la détermination

Plusieurs facteurs vont influencer le taux de détermination :

- **le chercheur** : l'aptitude à déterminer anatomiquement et/ou taxonomiquement un fragment osseux liée à son expérience.

- **le matériel de comparaison** : pour des espèces morphologiquement proches (*i.e.* distinction Renne/Bouquetin/Cerf) ou pour les espèces rares telles que l'Antilope saïga. Il est nécessaire d'avoir une collection de comparaison diversifiée permettant souvent d'améliorer sensiblement le taux de détermination des diaphyses d'os longs.

- **la nature du site** : paléontologique ou archéologique. Un site où l'occupation humaine est attestée sera plus fragmenté à cause de la fracturation intentionnelle des os longs par l'Homme

préhistorique (Fosse, 1994 ; Coumont, 2006) or plus un os est fragmenté, plus il est difficile à déterminer.

- **la largeur du spectre faunique** : plus il y a d'espèces appartenant à une même classe de taille, plus la détermination spécifique est ardue.

- **la nature de l'élément** : certains éléments sont très facilement identifiables comme par exemple les métapodes des Artiodactyles (en particulier les métatarses, grâce à leur gouttière antérieure) ou les corps vertébraux. En revanche, la diaphyse du fémur présentant peu de critère diagnostique entraîne fréquemment une sous-estimation de cet élément (Morin, 2004).

## II.2. Connexions et remontages

Les connexions anatomiques sont généralement signalées lors de la fouille et occasionnellement retrouvées avec l'analyse spatiale des restes osseux. Dans ce travail, nous avons essayé de faire des remontages (restitution articulaire) à partir de la patine et de l'état de surface de l'os (fig.V-3). Concernant les dents, outre le remontage par hémi-mandibule/maxillaire, nous avons également effectué des appariements (gauche/droite). Ces procédés sont utilisés pour estimer l'importance des déplacements au sein d'une couche, ou inter-couche en cas de remaniement ou de piétinement.



Fig. V-3 : A : Remontage d'un bas de patte de cheval (Oetrange) ; B et C Remontage dentaire et appariement (B étant la rangée dentaire supérieure gauche et C celle de droite)(Oetrange).

Les remontages dentaires sont particulièrement informatifs puisqu'ils permettent d'attribuer un âge de manière plus précise (Miller, 1974).

### III. Représentation squelettique

Deux nouvelles unités interprétatives sont introduites pour l'analyse des représentations squelettiques : % **survie** et % **MAU** (Binford, 1984).

$$\% \text{ survie} = \text{NMEe} * 100 / (\text{NMI} * \text{Ne})$$

avec Ne : Nombre de fois où l'élément apparaît dans le squelette.

$$\% \text{ MAU} = \text{MAUe} * 100 / \text{MAU}$$

Le pourcentage de survie est calculé pour tous les éléments anatomiques de chaque taxon. Ces diagrammes procurent des renseignements sur l'abondance ou la rareté d'un élément par rapport aux autres. Ces sur et sous représentations peuvent s'expliquer par une conservation différentielle, par une répartition spatiale, par l'action des carnivores ou encore par une action anthropique. Plusieurs effets pouvant se surimposer.

#### III.1. Conservation différentielle

L'os se compose de deux types de tissus : spongieux et compact qui se distinguent par une densité différente. L'os spongieux est moins dense du fait qu'il y ait plus d'espace, espace comblé par des tissus hémopoïétiques. A la mort de l'animal ces tissus se désintègrent et les espaces se remplissent d'air, d'eau ou de boue facilitant la dégradation de l'os. C'est pour cette raison que pour l'étude des os longs, nous avons distingué l'extrémité proximale, l'extrémité distale et la diaphyse. L'analyse de la conservation différentielle met en parallèle le pourcentage de survie et la densité de l'élément (ou partie d'élément) considéré (Lyman, 1984b ; Kreutzer, 1992, Lam *et al.*, 1998 ; 1999 ; 2003). Brain est le premier à proposer une mesure de la densité (Brain, 1967) : masse/volume (*i.e. true density*). R. L. Lyman met en place une nouvelle méthode (*Bulk density*) qui tient compte des espaces poreux (Lyman, 1984b). Dans cette étude, les valeurs de densité osseuse des éléments squelettiques du Bison sont celles de Kreutzer (1992), pour le Cerf, le Cheval et le Renne nous avons utilisées les densités proposés par Lam (1999).

Outre la relation entre la densité et la conservation du matériel, la proportion os spongieux/os compact fournit rapidement des renseignements sur une destruction préférentielle potentielle. Chez un ongulé, un tiers des os sont compacts environ (Castel, 1999). Cependant ce ratio est corrélé à la fragmentation.

La présence d'individus juvéniles et de fœtus dans un assemblage indique une bonne conservation du matériel.

## III.2. Répartition spatiale

La localisation de certaines activités à des endroits précis de la zone archéologique est une des raisons entraînant un manque ou une profusion d'un élément anatomique particulier. Le fait de ne pas retrouver tel élément signifie qu'il peut être dans une zone non-fouillée. L'analyse de la répartition spatiale des éléments est le meilleur moyen de savoir s'il y a ou non partition de la zone d'habitat.

## IV. Structure des cohortes

### IV.1. Age

Le profil de mortalité se construit en regroupant tous les âges estimés des individus d'un même taxon. La courbe ainsi réalisée est comparée à celles de références. Trois types de courbes :

- **Courbe attritionnelle** : les jeunes et les vieux sont les plus représentés, c'est une courbe naturelle, également appelée courbe en U ou normale. Elle est la somme de plusieurs évènements où les individus les plus faibles (jeunes, vieux et malades) sont les plus susceptibles de mourir ou de se faire tuer.

- **Courbe catastrophique** (courbe en L) : elle correspond à la population vivante telle une image instantanée. Les jeunes dominent puis la courbe décroît avec l'âge. Ce type de courbe est rapporté à un évènement unique, une mort en masse, soit naturelle (éruption volcanique, incendie) (Lyman, 1994b), soit par chasse non sélective (carnivore ou anthropique) (Klein, 1982 ; Stiner, 1990).

- **Courbe où les individus adultes sont fortement représentés** : synonyme d'une chasse sélective (Stiner, 1990). Récemment, M.-P. Coumont a montré qu'une telle structure d'âge était observée dans des avens-pièges et correspondrait alors à une population décroissante (Coumont, 2008). A noter également avant d'interpréter un tel profil en termes de chasse, que les jeunes individus et les fœtus sont plus fragiles et ont pu être détruits par les différents agents taphonomiques (Bouchud, 1977 ; Guadelli, 2008).

Les différentes méthodes proposées ci-dessous sont utilisées uniquement pour les principaux herbivores. Pour les espèces dont le NMIc est faible et pour les Carnivores, les individus sont classés en trois selon 3 catégories : jeune, adulte et vieil adulte.

#### IV.1.1. Eruption dentaire

Les mammifères présentent deux types de dentitions successives au cours de leur vie : d'abord les dents lactéales auxquelles succède la dentition définitive. Les dates d'éruption sont connues et variables en fonction des espèces (tab.V-1). Néanmoins l'ordre d'apparition est le même pour tous les taxons.



		Cheval	Bison	Renne	Cerf
Déciduales	dl1	6-8 jours	Dès la naissance	Dès la naissance	Dès la naissance
	dl2	30-40 jours			
	dl3	6-10 mois			
	dP2	30-40 jours			3-5 mois
	dP3				
	dP4				
Définitives	I1	30-36 mois	18 mois	9-13 mois	12-15 mois
	I2	42-48 mois	30 mois	11-16 mois	18-19 mois
	I3	48-54 mois	40 mois		18-21 mois
	C	36-72 mois	44-52 mois		21-25 mois
	P2	28-30 mois	30-35 mois	21-28 mois	25-28 mois
	P3	30-42 mois			
	P4	42-50 mois			
	M1	10 mois	5-6 mois	3-5 mois	6 mois
	M2	20-26 mois	18-20 mois	10-15 mois	12 mois
	M3	40-50 mois	30-40 mois	15-28 mois	26-31 mois
			Guadelli, 1998	Frison & Reher, 1970	Miller, 1974

Tab. V-1 : Dates d'éruption des dents des principales espèces.

#### IV.1.2. Usure dentaire

Une fois sorties, les dents sont soumises à l'action abrasive des aliments. En conséquence, la surface occlusale se modifie au cours du temps et la hauteur de couronne diminue. La cinétique d'usure n'est pas constante et dépend fortement du caractère abrasif de la nourriture. Plus les végétaux sont siliceux, plus la vitesse d'usure est rapide. Cette méthode permet d'établir un âge relatif entre les individus d'un même assemblage.

##### ✓ *Méthode qualitative*

Plusieurs auteurs ont établi des référentiels basés sur la morphologie de la surface occlusale en fonction de l'âge (Payne, 1973), seules les principales espèces étudiées dans ce travail sont mentionnées : Cerf (Briot & Voilquin, 1986), Bison (Brugal & David, 1993), Renne (Miller, 1974), Cheval (Guadelli, 1998). Cette dernière espèce se distingue des autres par le fait que le référentiel se base sur la forme des incisives et non sur celle des dents jugales comme c'est habituellement le cas.

##### ✓ *Méthode quantitative*

L'abrasion entraînant une diminution des hauteurs de couronne, il est alors possible d'estimer l'âge des individus à partir de la mesure de ces dernières (Levine, 1979 ; Klein *et al.*, 1981) à l'aide de droite de régression (Cheval : Bignon, 2003) ou d'équation quadratique (Klein *et al.*, 1981). Cette dernière méthode a fortement été critiquée en particulier par D. Gifford-Gonzalez (1991) et A. Pike-Tay et ses collaborateurs (2001). D'autres équations ont alors été proposées pour le Renne (Pike-Tay *et al.* 2001) et pour le Cheval (Fernandez & Legendre, 2003 ; Fernandez, 2009).

#### IV.1.3. Epiphysation des os

Certains éléments anatomiques présentent une ossification de leurs extrémités au cours du temps. C'est notamment le cas des os longs dont les épiphyses sont séparées de la diaphyse par du cartilage qui va s'ossifier (tab.V-2).

Élément squelettique	Partie squelettique	Cheval	Bison	Renne
<b>Vertèbres</b>	Corps vertébral	54-60 mois	54-60 mois	-
<b>Scapula</b>	Noyau coracoïdien	10-12 mois	7-10 mois	2-6 mois
<b>Humérus</b>	Ext. proximale	42 mois	42-48 mois	42-54 mois
	Ext. distale	15-18 mois	15-20 mois	6-18 mois
<b>Radius</b>	Ext. proximale	15-18 mois	12-15 mois	2-10 mois
	Ext. distale	42 mois	40-48 mois	38-48 mois
<b>Ulna</b>	Ext. proximale	42 mois	42 mois	38-50 mois
	Rattachement au radius	2-3 mois	36 mois	38-48 mois
<b>Métapodes</b>	Ext. distale	15 mois	24-30 mois	18-30 mois
<b>phalange I</b>	Ext. proximale	12-15 mois	20-24 mois	6-18 mois
<b>phalange II</b>	Ext. proximale	10-12 mois	15-18 mois	6-18 mois
<b>Coxal</b>	Centres principaux	10-12 mois	7-10 mois	-
	Tubérosité ischiale	48-60 mois	60 mois	-
	Crête iliaque	54-60 mois	60 mois	-
<b>Fémur</b>	Ext. proximale	36 mois	36 mois	36-48 mois
	Ext. distale	42 mois	42 mois	36-48 mois
<b>Tibia</b>	Ext. proximale	42 mois	48 mois	36-48 mois
	Ext. distale	24 mois	24-30 mois	18-30 mois
<b>Fibula</b>	Rattachement au tibia	-	Au tibia: 42 mois	-
	Rattachement au tibia	3-5 mois	-	-
<b>Calcaneum</b>	Ext. proximale	36 mois	36 mois	18-42 mois
		Barone, 1966	Barone, 1966	Hufthammer, 1995

Tab. V-2 : Dates d'épiphyse des éléments squelettiques des principales espèces.

#### IV.1.4. Age des foetus

L'âge des foetus a pu être estimé, pour les Equidés, grâce à des équations de transfert (tab-V-3) (Guffy *et al.*, 1970 et Habermehl, 1975 in Morin, 2004).

	Equation	r <sup>2</sup>	Référence
Humérus	$y = -9,9036 + 25,6397 * (\sqrt{x})$	0,99	Habermehl, 1975
Radius	$y = 6,77872 + 21,9387 * (\sqrt{x})$	0,99	Guffy <i>et al.</i> , 1970 ; Habermehl, 1975
Métacarpe	$y = 32,0941 + 20,6867 * (\sqrt{x})$	0,99	Guffy <i>et al.</i> , 1970 ; Habermehl, 1975
Fémur	$y = -6,7754 + 22,5592 * (\sqrt{x})$	0,99	Habermehl, 1975
Tibia	$y = 7,91166 + 21,9623 * (\sqrt{x})$	0,98	Guffy <i>et al.</i> , 1970 ; Habermehl, 1975
Métatarse	$y = 29,5154 + 19,4317 * (\sqrt{x})$	0,99	Guffy <i>et al.</i> , 1970 ; Habermehl, 1975

Tab. V-3 : Equation permettant de calculer l'âge (y) à partir de la taille de l'élément squelettique (x). x est exprimé en mm. (d'après Morin, 2004)

## IV.2. Sexe

### IV.2.1. Caractère sexuel discriminant

✓ Appendice frontaux

Chez les Cervidés, seuls les mâles portent des bois à l'exception du Renne qui est la seule espèce pour laquelle mâle et femelle possèdent des appendices frontaux.

✓ Canine

Chez les Herbivores, les canines sont les attributs des mâles. Toutefois les femelles peuvent tout de même en présenter (Renne : Bouchud, 1966 ; Cheval : Levine, 1979 ; Eisenmann, 1980). Entre 20 et 30% des Equidés femelles possèdent des canines inférieures, 6 à 7% des canines supérieures et seulement 2 à 3% sur les deux mâchoires (Levine, 1979 ; Eisenmann, 1980).

✓ Os pénien

Cet os n'existe que chez les Carnivores mâles.

#### IV.2.2. Dimorphisme

✓ Morphologie

Pour la majorité des espèces, le coxal est l'élément le plus caractéristique pour distinguer mâle et femelle (Renne : Tyler, 1987 ; Cheval : Barone, 1976).

La forme et la taille des canines des herbivores permet également d'établir le *sex-ratio* (Cerf : d'Errico & Vanhaeren, 2002 ; Cheval : Barone, 1976).

Concernant le Renne, la section de la première partie de la perche est circulaire chez la femelle et ovale chez le mâle (Averbouh, 2000).

✓ Biométrie

Chez les Bovinés, la différence de taille entre les deux sexes est flagrante. Un simple examen visuel permet bien souvent de discriminer mâle et femelle principalement à l'aide des métapodes et du talus (Brugal, comm. pers.). Pour les autres espèces d'herbivores des prises de mesures d'extrémités de ces éléments sont nécessaires pour distinguer le sexe des individus (Renne : Weinstock, 2000).

A. Averbouh a montré que la taille des modules des bois de Renne dépend du sexe de l'animal, de même que l'épaisseur du tissu compact (Averbouh, 2000) :

- femelle : < 3-4 mm
- jeune mâle (2-3 ans) : 4-5 mm
- mâle adulte : > 5-6 mm

Toute étude de structure de cohorte doit prendre en compte l'éthologie de l'animal considéré (Klein, 1981) (annexes 4 & 5). En effet, de nombreuses populations animales et notamment les espèces au comportement migratoire n'ont pas la même composition selon la saison. Les mâles et les femelles peuvent être regroupés ou séparés en hordes selon la période de l'année. De plus selon la saison la qualité et la quantité des ressources proposées par un milieu varient. Certaines espèces ont perdu beaucoup de leur graisse et donc de leur masse à la sortie de l'hiver.

## V. Taphonomie

L'interprétation paléthnologique d'un assemblage osseux ne peut être réalisée qu'après une étude taphonomique rigoureuse. Il est nécessaire et primordial de connaître le ou les accumulateurs du dépôt et les modifications subies par ce dernier jusqu'à la mise au jour par un fouilleur, voire jusqu'à leur analyse.

## V.1. La fragmentation

L'os est constitué de 70% de matière minérale, l'hydroxyapatite et de 30% de matière organique (fibres de collagène). La part minérale offre rigidité et dureté tandis que la matière organique confère à l'os élasticité et résistance (Lyman, 1994b). L'agencement et la densité des fibres de collagène donnent à l'os sa morphologie et détermine ses zones de faiblesse et de résistance mécanique. Deux types de tissus se distinguent : les tissus spongieux (corps vertébraux, épiphyses des os longs, carpes/tarses) et l'os compact (diaphyse des os longs) (Barone, 1966). Toute dégradation fragilise l'os et peut aboutir à sa fragmentation et dans un stade ultime à sa destruction. Il existe deux possibilités de fragmenter un os :

- soit un évènement physique externe (dynamique : percussion anthropique ; statique : pression des dents sur la surface de l'os et piétinement)

- soit une usure liée à la durée d'exposition de la pièce à une altération, comme par exemple un os soumis à l'alternance gel/dégel, tend sur la durée à se fragmenter.

La majorité des pièces formant le stock osseux est retrouvée sous la forme de fragments, très peu de restes sont entiers. De ces morceaux de tailles variables, de nombreuses informations peuvent être tirées, notamment la fraîcheur de l'os au moment de sa cassure ou encore l'auteur de celle-ci. La fragmentation est étudiée aussi bien qualitativement, en regardant la morphologie des cassures, les différents stigmates laissés lors de l'impact, que quantitativement en mesurant la taille de tous les fragments (déterminables et indéterminables).

### V.1.1. Etude qualitative de la fragmentation

L'étude qualitative de la fragmentation se porte sur l'examen minutieux des angles, des aspects du bord et des morphologies des cassures ; sur la forme des fragments ; sur les traces d'impact. La fragmentation de l'os et la forme des fragments dépendent de ses **paramètres intrinsèques** :

- *Sa morphologie* : comme nous l'avons dit précédemment, la structure trabéculaire de l'os détermine des lignes, des zones de cassure préférentielle (Lyman, 1984b ; Bunn, 1989). La taille de la surface exposée à l'action en relation avec l'épaisseur joue un rôle important. : un os compact (carpe/tarse) sera plus résistant qu'un os plat. Ainsi la scapula et les côtes sont rarement trouvées entières du fait de leur fragilité liée à une faible épaisseur par rapport à leur allongement important.

- *Sa taille* : les espèces de grande taille ou les os graciles sont plus fracturés que les petits taxons et les os trapus (Chaplin, 1971 ; Klein, 1989 ; Marean, 1991).

- *Type de tissu* (compact/spongieux) : la structure de l'os spongieux disperse l'onde de choc, entraînant de nombreux changements d'orientation des plans de fracture (Johnson, 1985).

- *Taille de la cavité médullaire* : la cavité médullaire contient la moelle osseuse, substance très prisée par les Hommes préhistoriques et les carnivores à cause de son fort apport énergétique. Un os proposant une cavité médullaire de grande taille sera presque systématiquement fracturé (Jones, 1983 ; Blumenschine & Madrigal, 1993).

Et de **paramètres extrinsèques** :

- *Fraîcheur de l'os* : l'os perd de la matière organique au fur et à mesure que sa durée d'exposition aux intempéries augmente, c'est-à-dire qu'il perd de son élasticité. Lorsque l'os est sec, les cassures sont caractéristiques et sont perpendiculaires à l'axe d'allongement. Ces cassures peuvent être nettes ou en escalier. En revanche si l'os est frais, la cassure se fait généralement obliquement. Les cassures spiralées sont faites uniquement sur des os frais (Johnson, 1985).

- *Position de l'os* : posé à plat, sur un bord ou sur une « enclume », dans le dernier cas une onde de choc sur sa face opposée se propage. Un os ayant été fracturé sur enclume aura un point d'impact et un point dit de contre-impact lié à l'onde de choc inverse.

- *Agent à l'origine* : Deux principaux agents brisent les os encore frais : les carnivores et l'Homme (tab.V-4). Le terme de **fracturation** est employé pour une fragmentation anthropique intentionnelle.

Les carnivores : ils interviennent de manière primaire ou secondaire sur les assemblages. Les carnivores mâchonnet, rognent les os afin d'en extraire la graisse et de récupérer la moelle osseuse. Ils s'attaquent donc préférentiellement aux épiphyses (Bunn & Kroll, 1986). Des fragments ont pu être détachés (*scooping out*), les diaphyses éclatées sous la pression de la mâchoire. Cependant la circonférence des diaphyses est bien souvent complète (cylindre diaphysaire), en effet, les diaphyses n'ont aucun intérêt nutritif pour les carnivores (tab. VII-4) (Binford, 1981 ; Haynes, 1983 ; Binford *et al.*, 1988). Castel (1999b) remarque que ces cylindres sont rares chez le renard, le plus souvent il reste une épiphyse. Bunn (1983) note la présence d'os complets dans les repaires de carnivores. Cependant, il arrive que certains os longs soient également trouvés entiers, dans des gisements anthropiques, lors d'abattages en masse ou encore si l'animal est en mauvaise condition physique (Speth, 1983).

	Carnivore	Homme
Taille des fragments	plus grand	plus petit
Angle des cassures	85-110°	<80° ou >110°
Circonférence des diaphyses	complète	moins de la moitié
Taux de détermination	plus fort	plus faible

**Tab V-4** : Critères distinctifs entre fragmentation due aux carnivores et fracturation anthropique. Ce sont des caractéristiques générales à utiliser en combinaison avec d'autres données.

Les Hommes : ils fracturent les os longs principalement dans un but culinaire de récupération de la moelle contenue dans la cavité médullaire. Ils concassent également les parties spongieuses des épiphyses afin de confectionner des bouillons gras (Delpech & Rigaud, 1974 ; Binford, 1978 ; 1981) ou de les utiliser comme combustibles (Binford, 1978 ; Théry-Parisot, 1998). Un emploi secondaire des éclats osseux est observé. La circonférence des fragments issus d'une action anthropique est très majoritairement incomplète (Villa & Mahieu, 1991). Diverses traces de la fracturation ont pu être conservées sur les pièces telles que les points d'impact. Ces derniers ont tous été reportés sur des planches ostéologiques afin d'observer si une récurrence dans leur localisation existe. D'autre part des fragments de forme bien particulière (surface corticale infime par rapport à l'épaisseur) sont caractéristiques d'une action anthropique de fragmentation.

- *Qualité de la moelle osseuse* : elle varie d'un os à l'autre et en fonction de la condition physique de l'animal (Binford *et al.*, 1978 ; Speth, 1987 ; Morin, 2007), de la saison etc... Quand un

animal est soumis à un stress (d'ordre nutritif), il mobilise la graisse emmagasinée précédemment. La moelle est alors affectée en dernier par ce phénomène (Speth & Spielmann, 1983). Parmi les différents os contenant de la moelle osseuse, ceux situés aux extrémités du squelette sont touchés plus tardivement. Il s'agit en l'occurrence de la mandibule et des métapodes et phalanges (Speth, 1987 ; Morin, 2007).

- *Autres paramètres liés aux groupes humains* : dans les gisements anthropiques, l'intensité de la fracturation dépend de la saison, du nombre de personnes à nourrir, de leur besoin physiologique... En effet, les besoins énergétiques des préhistoriques changent tout au long de l'année (Speth, 1983 ; Marean, 1991).

### V.1.2. Etude quantitative de la fragmentation

Tous les fragments, aussi bien déterminés qu'indéterminés ont été mesurés. Ceux présentant des cassures récentes n'ont pas été décomptés lors de l'étude de la fragmentation. La répartition des classes de taille est réalisée pour chaque taxon et pour chaque élément squelettique. Cela permet de calculer ensuite l'intensité de la fragmentation en comparant entre eux les taxons de tailles identiques comme le cheval et les bovinés.

## V.2. Etude des altérations

Seules les pièces dont la surface corticale est visible ont été prises en compte lors des études liées aux altérations (NRO). Les dents et bois ont été sortis de l'analyse. Divers agents sont à l'origine des modifications observées à la surface des os, un os pouvant être affecté par plusieurs phénomènes. Dans ce paragraphe nous traiterons des actions biotiques et abiotiques. L'étude de l'impact de l'Homme sera abordée ultérieurement lors de l'analyse du traitement des carcasses.

### V.2.1. Altération abiotique

#### V.2.1.1. Action de l'eau

L'eau peut agir de trois manières, elle peut déposer de la matière (concrétion, oxyde) ou enlever (dissolution) et déplacer les os d'un endroit à un autre (transport fluvial). En milieu karstique, des ruissellements et des rivières souterraines existent. Selon le débit, les pièces peuvent être déplacées, la distance est fonction de leur taille et de leur poids. Dès que le courant ralentit, les os les plus lourds se déposent. Voorhies (1969) classe les os d'après leur transportabilité en trois groupes :

- **groupe I** : éléments les plus légers et donc facilement déplaçables. Ils se situent généralement dans la partie superficielle de la tranche d'eau (suivant l'épaisseur de celle-ci) et sont transportés par flottaison. Cet ensemble regroupe les vertèbres et les côtes.

- **groupe II** : éléments déplacés quand le courant s'intensifie. Il s'agit des os longs et du coxal. Ils occupent la partie basse de la tranche d'eau et sont déplacés par charriage.

- **groupe III** : éléments les moins susceptibles d'être transportés, cela concerne les dents, le crâne et la mandibule.

Plusieurs critères permettent de savoir si un transport fluvial a eu lieu :

- *Orientation et pendage* : les os longs s'orientent dans le sens du courant, de même pour le pendage. Des os posés à plat indiquent un milieu calme.

- *Répartition spatiale* : le fait de retrouver des os classés dans la même catégorie de Voorhies concentrés au même endroit montre qu'il existait jadis une circulation d'eau.

- *Connexion anatomique* : la présence de connexion anatomique suggère l'absence de transport hydraulique.

L'action de l'eau mêlée au type de sédiment peut provoquer des glissements de terrains remaniant les os voire les couches.

Quand le courant devient plus intense, les os percutent les sédiments, les parois rocheuses, d'autres ossements, ce qui a pour effet d'abraser les parties saillantes des os.

#### V.2.1.1. Action du climat

Le climat joue un rôle primordial. En milieu tempéré, l'humidité altère les parties spongieuses (Andrews & Cook, 1985) et tend à les détruire alors qu'il n'y a aucune trace de *weathering* (Andrews, 1995b). De plus, la végétation est bien développée entraînant une vermiculation plus fréquente des pièces. Dans ce type d'environnement, l'os reste longtemps attractif pour les carnivores (Andrews, 1995). Le *weathering* commence lorsqu'il n'y a plus de tissus sur l'os et se termine quand il est enfoui.

L'effet des alternances gel/dégel sur les ossements et les dents n'a fait l'objet que de peu d'étude (Guadelli & Ozouf, 1994, 2000 ; Guadelli, 2008). Cependant son impact est considérable puisqu'il fissure l'os et tend à le détruire totalement. En période glaciaire, son influence n'est pas négligeable. Les os spongieux sont particulièrement affectés et se fragmentent intensivement, tandis que l'os compact se fissure de manière concentrique (fissuration dite en « pile d'assiette »). Les individus juvéniles et les fœtus semblent les plus sensibles à cette action.

La durée d'exposition de l'os, c'est-à-dire depuis son dépôt jusqu'à son enfouissement, peut être estimée par l'intermédiaire des différents stades de A.K. Behrensmeyer (1978). Il n'est cependant pas possible, ici, d'associer ces stades à une donnée temporelle comme elle le fait, car l'environnement climatique de son étude est très différent du notre. Néanmoins une durée d'exposition relative peut être appréhendée.

Quatre facteurs entrent en jeu dans la **vitesse d'altération** :

- *le type d'os* : les os courts s'altèrent plus lentement

- *l'âge de l'individu à sa mort*, ainsi les jeunes et les fœtus sont plus sensibles aux dégradations qu'un adulte.

- *la taille de l'animal* : un taxon de petite taille est plus rapidement affecté qu'une espèce de grande taille. Ce principe est à contre balancer avec la durée d'exposition d'un os, plus longue concernant les individus de grande taille.

- *le climat* : un environnement présentant de fortes variations aussi bien à l'échelle de la journée avec de grandes variations diurnes de température, qu'annuellement (saisons contrastées) affecte plus rapidement l'os.

Plus la durée d'exposition est longue, plus l'os va être fragilisé, moins il a de chance de se fossiliser. A.K. Behrensmeyer (1978) a évalué une limite vers 20 ans, durée après laquelle, l'os ne sera pas conservé.

La **vitesse d'enfouissement** est contrôlée par trois facteurs :

- *Taille de l'os* : plus l'os est volumineux plus il met de temps avant d'être enterré.
- *Taux de sédimentation* : un enfouissement rapide des os (*i.e.* vitesse de sédimentation élevée) entraîne une meilleure conservation.
- *Mobilité de l'os* : un os non bloqué par un bloc de pierre, un autre os, peut être déplacé bien qu'il ait commencé à s'enfouir (Andrews, 1995b).

#### V.2.1.2. Action des sédiments

##### ✓ Nature des sédiments

La nature même des sédiments influence la fossilisation, les dégradations subies par l'os. Ainsi dans un sédiment acide (par exemple un sédiment sableux), l'os se conservera moins longtemps. La granulométrie et la porosité sont des facteurs importants puisqu'ils conditionnent le ruissellement.

##### ✓ Abrasion, charriage et piétinement

Tout déplacement d'os sur le sol quelque en soit l'auteur à l'origine laisse des traces visibles. Les Carnivores et les Hommes lorsqu'ils se déplacent, peuvent piétiner les ossements. Les faces entrées en contact avec le sol sont souvent rayées de stries fines et peuvent être abrasées (Olsen & Shipman, 1988). Le piétinement peut aboutir à la fragmentation de l'os. Outre des déplacements horizontaux, le piétinement entraîne des mouvements verticaux, pouvant mélanger les couches. Des résultats quasi identiques sont obtenus par charriage d'un os sur le sol, cependant l'os ne se fragmentera pas et le mouvement est uniquement horizontal. Lors de glissement de terrains, de solifluxion, de soutirage, ces mêmes traces sont observées avec en plus un remaniement de l'assemblage pouvant entraîner un mixage potentiel des couches.

Une autre abrasion sédimentaire peut être évoquée, il s'agit de l'abrasion éolienne, liée aux sédiments apportés par le vent. Néanmoins en contexte de grotte, ce phénomène n'est que peu observé.

##### ✓ Compaction

La compaction est un processus qui se produit après l'enfouissement. Au fur et à mesure que le sédiment se dépose, le poids reposant sur l'os augmente, causant des fissurations voire la fragmentation de ce dernier.

#### V.2.1. Altération biotique non humaines et non carnivores

##### ✓ Végétaux

Des traces liées à la présence des racines de végétaux sont parfois visibles à la surface de l'os.

##### ✓ Rongeurs

Les traces qu'ils laissent sur les os sont caractéristiques ; elles consistent en de petits sillons parallèles. Le Porc-épic peut également accumuler les os (Brain, 1981)



## ✓ Ongulés

Les Herbivores peuvent rogner les os ce qui laisse une surface polie à une des extrémités (Sutcliffe, 1973).

## ✓ Rapaces

Leur action concerne des dépôts de pelote de réjection avec la présence d'élément osseux de petite taille (souvent des rongeurs). Des travaux récents ont montré la participation active du gypaète barbu dans la constitution des assemblages (Robert & Vigne, 2002 ; Costamagno *et al.*, 2008).

## VI. Activité des Carnivores

Le rôle des carnivores dans les assemblages peut être multiple, ils sont capables de chasser, de charogner, de déplacer les os, de les mâchonner jusqu'à les fragmenter voire les détruire. Selvaggio & Wilder (2001) remarquent que le terme carnivore est souvent synonyme d'Hyène dans les publications. En effet, l'hyène est le carnivore dont le comportement a été le plus étudié, et cela pour plusieurs raisons (Sutcliffe, 1970, Richardson, 1980 ; Binford, 1981 ; Brain, 1981 ; Bunn, 1983 ; Blumenschine, 1986 ; Hill, 1989 ; Marean & Spencer, 1991 ; Lam, 1992 ; Pokynes & Peterhans, 2007). Tout d'abord parce que les dégâts qu'elle engendre sont considérables et peuvent oblitérer ceux laissés par d'autres carnivores (Binford *et al.*, 1988) car l'Hyène passe beaucoup de temps à mâchouiller les os après avoir consommé la viande, contrairement au Loup et surtout aux félins (Haynes, 1988). Elle rogne les os longs depuis les extrémités jusqu'à ne laisser qu'un cylindre de diaphyse (Bunn, 1986 ; Bunn & Kroll, 1986). Concernant les os courts tels que les carpiens et les tarsiens, l'Hyène est capable de les ingérer. Ces destructions intenses sont liées à sa dentition particulière notamment ses prémolaires accompagnées d'une puissante musculature des masséters (elle peut exercer une pression de 3 tonnes par cm<sup>2</sup>) et à l'agressivité de ses suc digestifs (Fosse, 1994). La focalisation des chercheurs sur l'étude de l'Hyène s'explique par sa concurrence directe avec l'Homme Préhistorique en particulier dans les gisements paléolithiques anciens d'Afrique orientale.

Les Canidés détruisent les extrémités, comme l'Hyène, mais la destruction est moins sévère (Marean & Spencer, 1991). J.-Ch. Castel (1999b) montre que chez le renard la diaphyse restante conserve souvent une des épiphyses et confirme le résultat de S. Stallibrass (1984), c'est-à-dire le faible intérêt du Renard pour le radio-ulna. Pour les herbivores de grandes tailles, les carnivores ne ramènent généralement pas le crâne. En 1995, N. Mondini montre que le Renard ne rapporte pas la tête des Camélidés dans sa tanière tandis que celle des Caprinés est amenée. Les félinés ne font qu'enlever la viande, ils ne recherchent pas la moelle (Haynes, 1988 ; Selvaggio & Wilder, 2001 ; Dominguez-Rodrigo, 2002).

La reconnaissance de tanière se fait par la présence de coprolithes et d'individus juvéniles (Sutcliffe, 1970 ; Fosse, 1996) ainsi que par la proportion d'ossements portant des traces (plus de 20%) (Cruz-Uribe, 1991). Cependant l'intensité des dégâts dépend du nombre de carnivores, de la quantité de viande restante sur l'os (Richardson, 1980 ; Marean *et al.*, 1992), de la taille de l'herbivore (Fosse, 1994) et du nombre de carcasse, sur les sites de mort en masse, les traces sont plus rares, pas de rognage intensif (Haynes, 1988).

## VII. Activité anthropique

### VII.1. Traitement des carcasses

Les carcasses livrent une multitude de matières premières. A partir d'un animal mort, les Hommes préhistoriques pouvaient récupérer et exploiter la peau, les tendons, la viande, la graisse, la moelle et les os (entiers ou sous la forme d'éclat y compris les dents et les bois) entre autres (Lyman, 1987).

L'analyse des stries de découpe, leur nombre, leur longueur, leur orientation, leur localisation permet de déduire le traitement accordé à la carcasse. L'interprétation se base sur des études ethnologiques ou expérimentales (Binford, 1981 ; Nilsen, 2000 ; Abe, 2005) Nous avons vu précédemment que la morphologie d'une strie anthropique pouvait se distinguer de celles laissées par les carnivores, par son profil en V dans le premier cas et en U dans le second. L'attribution d'une strie à une action humaine nécessite l'ajout de deux autres critères. Tout d'abord sa récurrence sur les mêmes os et ensuite une localisation ayant une logique anatomique, telle une insertion musculaire par exemple. Bien que la présence de stries de découpe atteste d'une action anthropique, il n'est pas possible pour autant d'accorder beaucoup d'importance à leur quantification, à l'étude de leur fréquence. Plusieurs raisons à cela, tout d'abord la personne découpant la carcasse n'a pas pour objectif de toucher l'os, au contraire tout contact entre l'os et l'outil entraîne une dégradation prématurée de celui-ci, par conséquent la strie est involontaire. La quantité de stries laissées lors de l'étape de récupération de la viande dépend de l'intensité d'exploitation. Une carcasse exploitée de manière intensive aura plus de stries, qu'une autre peu investie (Binford, 1988). Elle dépend également du temps qu'a le boucher. Plus il est rapide, moins il est précis et donc plus il y a de risque que l'outil entre en contact avec l'os. Par ailleurs les os avec beaucoup de viandes ont moins de chance d'avoir de stries que des os avec une faible quantité de chair (Shipman & Rose, 1983 ; Binford, 1984). Malgré le fait que les os comportant des stries ne soient qu'un échantillon des os ayant subi une action anthropique de boucherie, il est couramment considéré que leur fréquence est proportionnelle à celle existante réellement (Lyman, 1992).

#### VII.1.1. Eviscération

Le retrait des viscères est visible sur la face ventrale des côtés et parfois sur les vertèbres thoraciques, lombaires et sacrées.

#### VII.1.2. Prélèvement de la peau

La peau fournit aux Hommes préhistoriques confort et protection. La confection d'habits les protège du froid, des blessures. La peau peut également servir de couverture, de couchage, de tente. L'importance accordée au retrait de la peau est fonction de leur besoin. La qualité de la peau, de la fourrure d'un animal varie selon la saison.

Le **dépouillement (ou dépeçage)** se fait au niveau des zones où la peau est en contact direct, ou presque, avec l'os comme sur le crâne, la symphyse mandibulaire, les épiphyses distales des os longs ainsi que sur les bas de pattes (Binford, 1981).

### VII.1.3. Désarticulation

La **désarticulation (ou démembrement)** du squelette a lieu sur le site d'abattage afin de faciliter le transport des carcasses ou au camp quand l'animal est ramené entier. La désarticulation a pour objectif de séparer le crâne, les membres antérieurs et postérieurs du squelette axial. Les traces seront donc préférentiellement localisées aux environs des surfaces articulaires. L'utilisation du tranchant lithique laisse des traces au niveau du crâne et des premières vertèbres cervicales (atlas et axis) lors du retrait du crâne. Au niveau des membres postérieurs et du coxal, les stries sont concentrées près de l'acétabulum où vient se loger la tête fémorale. Même constat pour le membre antérieur, les stries s'observent aux abords de la cavité glénoïde de la scapula et à proximité de l'humérus proximal, cependant cette articulation est facile à défaire et ne nécessite pas forcément l'intervention d'outil. V. Laroulandie (2000 ; Laroulandie *et al.*, 2008) a expérimenté la séparation entre l'humérus et le radio-ulna de manière manuelle sans l'utilisation d'outil lithique par hyperextension. Elle constate un petit enlèvement récurant au niveau de la surface articulaire supérieure de l'ulna (Laroulandie, 2000, Laroulandie *et al.*, 2008).

### VII.1.4. Récupération de la viande

La **décarnisation** ou **décharnement** se rapporte à la récupération de la viande. La majorité des stries sont longues et longitudinales, certaines sont parfois plus courtes et plus obliques (Binford, 1981). Elles sont retrouvées sur le squelette axial au niveau des vertèbres soit sur les processus transverses soit sur processus épineux. Les côtes présentent des stries transverses. Les os des ceintures (scapula et coxal) sont souvent exploités pour récupérer la nourriture. Les os des membres (métapode compris), outre les longues stries sur la diaphyse, peuvent avoir de petites stries obliques à perpendiculaires au niveau des extrémités. C'est à cette occasion que les carpes et les tarses peuvent être touchés. Les longues stries peuvent être confondues avec celles produites lors d'activité de raclage en vue de préparer l'os à la fracturation. Des stries sont également visibles sur la mandibule, elles peuvent indiquer le retrait de la langue.

La viande peut ensuite être préparée de manières variées : rôtie, grillée, bouillie, séchée. Le séchage de la viande a deux qualités principales, la première est qu'il entraîne une perte de poids facilitant ainsi le transport (Bartram, 1993) et la deuxième est le fait que cela permet une consommation différée (Binford, 1978). Ce phénomène de réserve, de stockage leur assure une subsistance alternative en cas de périodes moins fastes. Pour une consommation immédiate la viande peut être cuite. Des études ethnographiques ont montré l'intérêt de conserver l'os lors de la cuisson : la viande est plus facile à retirer après (Wissler, 1910 ; Catlin, 1959 *in* Gifford-Gonzalez, 1993) et l'os permet de garder la viande au chaud et la rend moins sèche du fait de la graisse (Gifford-Gonzalez, 1993).

La couleur d'un os brûlé apporte de nombreux renseignements sur les températures auxquelles il a été soumis :

- Jaune/brun → 400°C (Lyman, 1994b)
- Noir → 390-525° (Lyman, 1994b). L'os est carbonisé.
- Gris/Blanc → 645° (Shipman *et al.*, 1984). L'os est calciné.

### VII.1.5. Récupération de la moelle

La moelle osseuse se situe dans la cavité médullaire des os longs, c'est une denrée très prisée des Préhistoriques en raison de la valeur énergétique qu'elle procure. Ainsi que nous l'avons vu lors de l'étude de la fragmentation, les groupes humains fracturent les os, plus ou moins intensément selon les besoins, pour la récupérer. L'étude de la localisation des points d'impact et leur répétition nous aide à préciser cette technique.

Il existe plusieurs types de percussion (Averbouh, 2000) :

- la **percussion directe** où le percuteur est en contact immédiat avec l'os à fracturer
- la **percussion indirecte**, une pièce intermédiaire (coin) est utilisée entre le percuteur et l'os

### VII.1.6. Récupération de la graisse

L'obtention de la graisse des parties spongieuses, se fait par la confection de bouillon gras. Lorsque ces fragments osseux sont plongés dans de l'eau bouillante (Binford, 1978), la graisse qu'ils contiennent se liquéfie. Quand ce mélange refroidit, une épaisse couche de graisse se fige qu'il est désormais possible de récupérer (Delpech & Rigaud, 1974). Ce processus procure un meilleur rendement lorsque la surface exposée est grande. Il est alors préconisé de piler les extrémités spongieuses, afin d'en faire de nombreux petits fragments. Cependant Church & Lyman (2003) font des expérimentations et montrent qu'il n'est pas nécessaire de faire des fragments de très petites tailles (< à 2 cm). Des pièces de 5cm procurent le même rendement : 2-3h pour rendre 80% de leur graisse. En revanche il faut 5h pour un os découpé en trois (2extrémités + 1 diaphyse).

### VII.1.7. Récupération des tendons

Les tendons sont utilisés comme liens. Concernant la récupération des tendons les traces se localisent sur la face les métapodes, les phalanges et les sésamoïdes.

### VII.1.8. L'utilisation comme combustible

La maîtrise du feu confère aux groupes humains une protection contre des prédateurs extérieurs, une avancée technique permettant de cuire la viande, de durcir les épieux. Elle offre également un certain confort, puisque le feu leur apporte une source de chaleur et de lumière. Cependant l'entretien du feu nécessite une grande quantité de combustible. Le bois en est un bien connu, malheureusement l'environnement dans lequel évoluait les préhistoriques n'était pas forcément très boisé, il leur fallait donc trouver une alternative. En 1977, Perlès montre que les bouses séchées ou les os peuvent tout aussi bien servir de combustible.

Sur des sites moustériens et chatelperronien, des grandes quantités d'os brûlés ont été trouvées, ce qui laisse présumer qu'au Paléolithique moyen, l'utilisation de l'os comme combustible semble attestée (Chase, 1999 ; Costamagno *et al.*, 2005, 2009 ; Théry *et al.*, 2005 ; Théry & Costamagno, 2005).

### VII.1.9. Les os à impressions

Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, F. Daleau signale l'existence, à la grotte des fées (Gironde), d'ossements montrant des traces d'utilisation. En 1906, le Dr Henri-Martin en découvre également dans les niveaux moustériens du site de La Quina (Charente). Il s'agit là uniquement d'épiphyes distales d'humérus ou de premières phalanges de grands herbivores (cheval et boviné). E. Pittard (1907) observa le premier de pareils stigmates sur des fragments de diaphyses d'os longs provenant du site moustérien Les Rebières (Dordogne). D'abord connu sous les termes « enclume » (Daleau, 1883 ; Henri-Martin, 1906 ; 1907-1910 ; Peyrony, 1934 ; Bouyssonie & Lalanne, 1946 ; Blanc, 1948 ; Saint-Périer, 1952 *in* Patou-Mathis, 2002), « compresseur » (Favraud, 1908 ; Henri-Martin, 1907-1910 ; Payrony, 1934 ; Saint-Périer, 1952 ; Bordes, 1961 ; Leroy-Prost, 1975 *in* Patou-Mathis, 2002), « billot » (Peyrony, 1934 ; Joly, 1968 *in* Patou-Mathis, 2002) ou « retouchoir » (Capitan & Peyrony, 1912 ; Beaux *et al.*, 1951 ; Taute, 1965 ; Combiér, 1967 ; Leonardi, 1976 ; Chase, 1990 *in* Patou-Mathis, 2002), ces pièces sont désormais nommées selon la commission de nomenclature sur l'industrie de l'os « os à impressions ou à éraillures » (Patou-Mathis, 2002 ; Patou-Mathis & Schwab, 2002). Le mot retouchoir est encore très souvent utilisé au vu de la fonction supposée et couramment admise de cet outil. De nombreuses expérimentations ont montré que l'utilisation de fragment de diaphyse d'os long pour retoucher des tranchants lithiques, produit des marques identiques à celles relevées en contexte archéologique (Siret, 1925 ; Chase, 1990 ; Vincent, 1993 ; Armand & Delagnes, 1998). Ces pièces ne sont ni des marqueurs chronoculturel ni spatial. En effet, on les trouve de manière diachronique depuis le Moustérien jusqu'au Néolithique et ce dans toute l'Eurasie (Patou-Mathis & Schwab, 2002). Cependant au Moustérien, l'« industrie osseuse » est largement dominée par ces os à impressions. Ces fragments sont utilisés à l'état brut, ils ne sont pas façonnés (Vincent, 1993). La morphologie générale de la pièce est caractéristique puisque quasiment tous les éclats sont allongés et la circonférence de la diaphyse est inférieure à la moitié de celle de l'os entier. Les éclats possèdent une ou plusieurs zones (plages) d'esquillements localisées sur la face externe de l'os. Ces plages d'utilisation se situent pour la plupart au niveau des extrémités de la pièce, entre 0,5 et 2 cm du bord (Patou-Mathis & Schwab, 2002 ; Tartar, 2002 ; 2003).

## VII.2. Transport des carcasses

Dès les années 50, White tente d'expliquer les différences de fréquence des parties squelettiques en terme de transport et d'abandon différentiel (White, 1953). Chez les ongulés de grande tailles seules quelques parties nutritivement intéressantes sont rapportées au camp, Perkins et Daly (1968) nomment cela le « *Schlepp effect* ». En 1978, Binford calcule un indice basé sur l'intérêt alimentaire (en terme de viande, de graisse et de moelle) de chaque élément squelettique : le MGUI (*Modified General Utility Index*) et le compare au %MAU. Metcalfe & Jones (1988) proposent d'utiliser plutôt le FUI (*Food Utility Index*). Comme ce fut le cas pour les carnivores, les éléments les plus riches sont les moins denses (Lyman, 1985). La graisse est une source d'énergie importante puisqu'elle fournit les acides gras saturés nécessaire à la formation des cellules (Stefansson, 1914, *in* Costamagno, 1999) cependant toutes les graisses ne sont pas équivalentes. Le cerveau des grands mammifères est extrêmement riche en cholestérol (18 fois plus que n'importe quelle autre graisse du

corps), ce dernier joue un rôle important dans le développement neurologique des enfants de moins de 5 ans.

Les nombreuses études ethnographiques actuelles montrent qu'il n'existe pas un modèle unique de transport. La manière dont les Nunamiut transportent leurs carcasses (Binford, 1978 ; 1981) est différente de celle des Hadza (O'Connell *et al.*, 1990) et des Kua (Bartram, 1993). Par exemple chez les Hadza, cela dépend de l'espèce, pour le bison, ils rapportent préférentiellement les membres, tandis que pour le zèbre, l'élan ou encore le phacochère, ils privilégient le squelette axial.

Le choix opéré par les préhistoriques concernant le transport des carcasses, depuis leur lieu de mort jusqu'au camp, est dépendant de plusieurs facteurs pouvant être interconnectés (il s'agit toujours d'un bilan énergétique devant être rentable) :

- **la taille de l'animal** : un petit animal est ramené entier au campement tandis qu'un animal de grande taille fait l'objet d'un traitement préalable afin de permettre un transport plus aisé des pièces les plus « riches » énergétiquement (Bunn *et al.*, 1988 ; O'Connell *et al.*, 1990 ; Bartram, 1993).

- **le nombre d'individus tués** : si le nombre d'individus tués est faible, les préhistoriques vont récupérer la plus grande quantité possible de nourriture, alors qu'un grand nombre de carcasses offre le choix des morceaux (Binford, 1978 ; Speth, 1983 ; Bunn *et al.*, 1988 ; Bartram, 1993). De plus, il est plus facile de transporter un seul animal entier que plusieurs.

- **l'état de santé de l'animal** : en effet, un animal souffrant de malnutrition puise dans ses réserves, la qualité et la quantité de ses ressources s'en trouvent amoindries (Speth & Spielmann, 1983).

- **la distance à parcourir jusqu'au site** : plus ils sont éloignés du camp, moins ils ramènent les carcasses entières (Lee & DeVore, 1968).

- **le nombre de personnes présentes**

- **le nombre de personnes à nourrir** : et en particulier la présence d'enfants en bas âge, de femmes enceintes et de femmes allaitant, influence la quantité et le transport de certaines parties squelettiques au camp. Ce groupe de la population a besoin de cholestérol pour un bon développement.

- **le type de produit souhaité** : les besoins énergétiques varient au cours de l'année (Speth & Spielmann, 1983). Si le groupe humain souhaite acquérir de la viande, ils vont privilégier le transport du squelette axial, alors que s'ils s'intéressent préférentiellement à la graisse et à la moelle, les os longs seront plus appropriés (O'Connell *et al.*, 1990 ; Gifford-Gonzalez, 1993).

- **le moment de la journée** : un abattage dans la matinée leur permet de consacrer du temps à la préparation de la carcasse.

- **la saison** : tout au long de l'année les espèces ne conservent pas leur même quantité ni qualité de viande et de moelle (Binford *et al.*, 1978). Le genre (mâle ou femelle) de l'animal est également à prendre en compte. En hiver, période où les animaux perdent beaucoup de poids, il est préférable de récupérer les parties anatomiques extrêmes comme la tête et les bas de patte (métapode, carpien/tarsien et phalange) car les moelles de ces os sont les dernières affectées par la re-mobilisation, les plus stables.

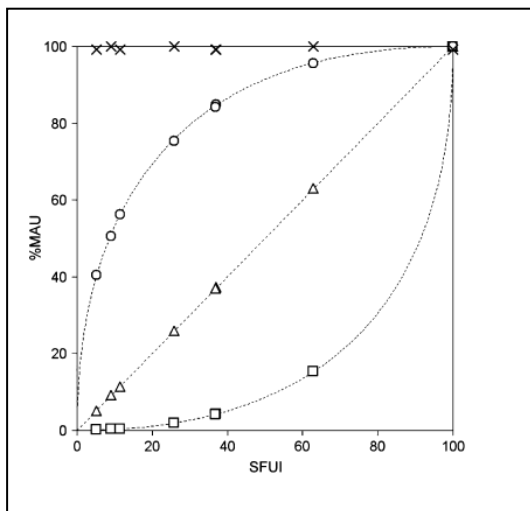
- **le type de stratégie** : lors d'une activité de charognage, la moelle est fortement recherchée puisqu'elle est protégée des dégradations externes par la corticale de l'os. C'est pour cette même

raison que les groupes humains ramènent le crâne, puisque la graisse qu'il contient est « à l'abri » des altérations (Stiner, 1991).

Quatre courbes d'utilités alimentaires sont proposées (Faith & Gordon, 2007) :

- *bulk curve* : la quantité est privilégiée
- *gourmet curve* : la qualité est privilégiée
- *unbiased curve* : sélection en fonction de leur apport global
- *unconstrained curve* : aucune contrainte de transport

Un autre type de courbe peut être observé : *reverse utility curve* : les éléments les moins riches nutritivement sont les plus fréquents



**Fig.V-4** : Courbe d'utilité alimentaire (Faith & Gordon, 2007). Les croix : *unconstrained curve* ; les ronds : *bulk strategy* ; les triangles : *unbiased curve* ; les carrés : *gourmet strategy*.

### VII.3. Mode d'acquisition et stratégie de chasse

Les modes d'acquisition et stratégie de chasse sont fortement influencés par l'éthologie de l'espèce, les besoins humains, les techniques culturelles, l'avancée technologique, la période de l'année, l'environnement...

#### VII.3.1. Mode d'acquisition

En 1849, Boucher de Perthes signale que la présence d'outils lithiques et d'os sur un même lieu reflète les activités de chasse de la part des Hommes préhistoriques. Lee & DeVore (1968) écrivent un livre « *Man the hunter* ». Ce n'est qu'au début des années 80, avec les publications de Brain (1981) : « *The hunters or the hunted ?* » et de Binford (1981) « *Bones : ancient men and modern myths* » qu'est remise en cause l'activité prédatrice comme unique source d'apport carné. La pratique du charognage est alors re-considérée et peut être une alternative à l'obtention d'éléments nutritifs. Le charognage n'est pas révélateur d'une culture peu évoluée. L'acquisition de viande par charognage est attestée à toutes les époques (O'Connell *et al.*, 1988a et b ; Bartram, 1993), elle vient en complément

de la chasse. Le charognage consiste à prélever ce qui intéresse les préhistoriques ou ce qui reste, sur une carcasse d'animal déjà mort (soit une mort naturelle comme l'enlèvement dans de la vase soit chassé par un carnivore).

Deux types de charognage existent :

- le **charognage « passif »** : l'animal est mort depuis plus ou moins longtemps. La carcasse est découverte au hasard

- le **charognage « actif »** : il s'agit, dans ce cas, de récupérer la proie juste après sa mort afin d'avoir une grande quantité de nourriture ou de pouvoir choisir les éléments les plus intéressants. Si la mort est naturelle, il faut que le groupe humain trouve la carcasse en premier, si la mort est due à l'attaque des carnivores, il doit les éloigner pour y avoir accès.

La chasse quant à elle, dénote une intentionnalité, une planification. Elle peut se pratiquer seule ou en groupe. Dans ce dernier cas, cela demande aux protagonistes une certaine cohésion sociale et la capacité de communiquer entre eux. La chasse en générale requiert une bonne connaissance de l'environnement alentour et du comportement des espèces.

Cinq techniques de chasse sont observées :

- la **poursuite** : l'animal est coursé

- l'**approche** : recherche du gibier et une fois qu'il est localisé, il faut tenter d'être de plus en plus proche de l'animal sans se faire repérer. Utilisation de subterfuge comme un camouflage à l'aide de feuilles, de boue.

- l'**affût** : les chasseurs connaissent les lieux de passages et se postent à un endroit stratégique.

- le **piégeage** : ils créent un piège en creusant une fosse par exemple.

- la **battue** : le groupe d'individus est divisé en deux, d'un côté les rabatteurs qui obligent les animaux à fuir dans une certaine direction, et de l'autre les tueurs. Généralement lors de battue, les animaux sont orientés vers les goulots d'étranglements naturels.

Selon les besoins, l'abattage peut être réalisé en masse ou individuellement. L'abattage en masse est souvent pratiqué avant l'hiver car les animaux sont en troupeaux afin de migrer, les animaux sont souvent en bonne condition physique pour aborder l'hiver, de plus les températures basses facilitent la conservation de la nourriture en surplus (David & Enloe, 1993).

### VII.3.2. Stratégie de chasse

Outre les techniques de chasse employées, les groupes humains montrent parfois des choix quant aux types de gibiers. Le spectre faunique et la structure de la population permettent de les appréhender. Il y a trois stratégies possibles :

- **opportuniste** : le spectre faunique est diversifié, il n'y a pas de choix préférentiel. Ils tuent les animaux qu'ils rencontrent. Le comportement opportuniste entraîne souvent une consommation immédiate des denrées.

- **spécialisée** : les préhistoriques restreignent leur activité sur une ou deux espèces seulement.

- **hyperspécialisée** : ils se concentrent sur une espèce-proie unique. Cependant il est très rare de trouver des sociétés hyperspécialisées sur toute l'année. En effet, une simple variation (changement de voie migratoire, réduction des troupeaux...) peut causer de gros problèmes. Dans ces cas



d'hyperspécialisation, la chasse collective entraînant une mort en masse d'individus est pratiquée et ce de manière à stocker de la nourriture en cas de pénurie. En revanche, l'hyperspécialisation sur une saison est relativement courante.

#### VII.4. Type de site

✓ *Site d'abattage (kill site)* : endroit où le/les animaux sont tués. La boucherie primaire qui consiste à préparer la carcasse pour le transport peut y être pratiquée. Les Préhistoriques peuvent également consommer quelques morceaux. Ce site se caractérise par la présence de restes abandonnés souvent de faible intérêt nutritif.

✓ *Site de grignotage* : il correspond à un arrêt bref des individus pour consommer une partie de leur proie.

✓ *Halte de chasse* : la durée d'occupation de ce type de site est variable, le temps d'acquérir les ressources souhaitées. Les ossements observés sont plus ou moins nombreux suivant la durée de fréquentation du lieu.

✓ *Camp de base/camp saisonnier*

La densité osseuse et lithique y est généralement forte. Les outils domestiques sont bien représentés.



La Baume

de

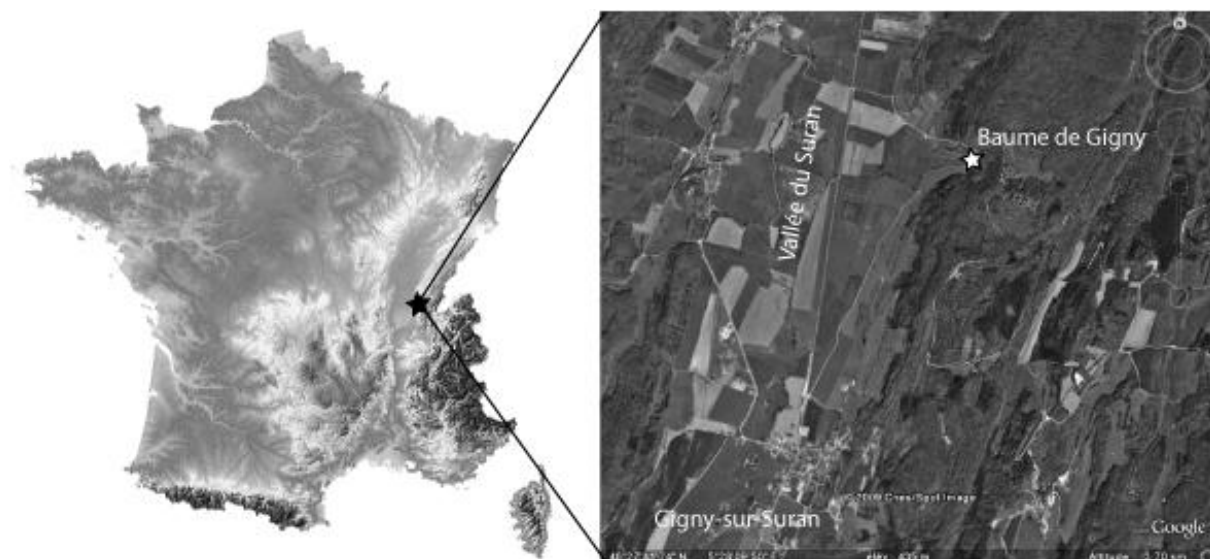
Gigny



# 1. Présentation du site de la Baume de Gigny

## I. Localisation géographique, contexte géologique

La Baume de Gigny est située au lieu dit « Sous la Roche », sur le flanc Est de la vallée du Suran, à 2 kilomètres de la source et à une vingtaine de kilomètres au sud de la ville de Lons-le-Saunier (fig.VI-1). Cette région est communément nommée « la Petite Montagne jurassienne ». La vallée du Suran est une des dépressions typiques de cette région, elle se caractérise par une orientation Nord-Sud et un relief accidenté. Elle est entourée de crêtes culminant à 550-600m. A l'Ouest de la vallée, se trouvent les plissements du Revermont puis la Bresse. Les plaines tertiaires de la Bresse se trouvent à seulement 2 km à vol d'oiseau.



**Fig. VI-1** (La Baume de Gigny) : Localisation géographique de la Baume de Gigny ; Coordonnées Lambert : x=841,15 ; y=168,9 ; altitude=485m (photo aérienne extraite du site google earth)

D'un point de vue géologique, la vallée du Suran appartient à la « zone des lanières », zone caractéristique de la partie occidentale du Jura, elle se définit par un substrat composé de panneaux d'orientation Nord-Sud, séparés par des failles chevauchantes. Chaque lanière a une structure anticlinale ou synclinale plus ou moins marquée et souvent dissymétrique. Les reliefs sont constitués par les calcaires du Jurassique moyen et supérieur, tandis que les dépressions sont creusées dans les marnes oxfordiennes et argoviennes et ont fonctionné comme des pièges alluvionnaires (Campy & Vuilleme, 1989a).

La Baume de Gigny est un système karstique qui s'est développé dans les séries calcaires et calcaréo-marneuses du Jurassique supérieur formant la falaise supérieure (annexes 6 & 7). Le flanc ouest de la vallée voit affleurer les calcaires du Jurassique moyen en position inclinée et recouverts par

des argiles résiduelles à chaille, témoins de la dissolution des calcaires sous-jacents. (Campy & Vuillemeys, 1989a et b). La grotte s'ouvre à une altitude de 485m (annexe 7).

Le système karstique de la Baume de Gigny est un vieux réseau aujourd'hui fossilisé complètement, et colmaté par de l'argile et de la calcite, avec une absence totale de circulation d'eau. Le porche de la grotte est divisé en deux par un pilier offrant une entrée étroite et une autre bien plus large (fig.VI-2).



**Fig. VI-2** (La Baume de Gigny) : A gauche une carte postale représentant la Baume de Gigny avant les fouilles de M. Vuillemeys et M. Campy. Au centre et à Droite aspect actuel de la grotte (crédit M. Fabre)

La grotte se présente comme une galerie rectiligne d'une centaine de mètres d'orientation Nord-Ouest / Sud-Est accusant un léger pendage ascendant, entraînant une dénivellation de 2m50 entre l'avant et le fond de la cavité. Le réseau karstique est formé de deux galeries et de deux salles (fig. VI-3) :

- la galerie principale (A), la plus longue peut être sub-divisée en 2 parties : la première (A1) qui s'apparente à un « tronçon bien calibré et légèrement sinueux » (Campy & Vuillemeys, 1989a) de 4 à 5m de large sur 40m de long, le sol y est régulier, la seconde partie (A2) est plus vaste et plus variable 7 à 10m de large sur une longueur de 60m, dans cette zone le sol présente des petits gours et des petites stalagmites.

- la galerie B fait un angle d'environ 30° avec la galerie principale, elle fait 10 à 12m de large, pour une longueur de 25m. Le sol est jonché de grosses pierres anguleuses pouvant être recouvertes de guano

- La salle C se trouve dans le prolongement de la galerie A et s'ouvre sur la B. Une masse stalagmitique présente le long de la paroi sud, lui donne son nom : « salle du Dôme ». De forme ovale, cette salle mesure une trentaine de mètres de long sur 17m de large. Le sol s'apparente plus à celui de la galerie B.

- La salle D est une petite salle basse à laquelle on accède depuis la galerie B. Elle doit son nom « la chambre des sabots » à cause de la morphologie des stalagmites glissantes qui la remplissent. D. Monnier (dans l'annuaire du Jura de 1840 in Campy *et al.*, 1989a) suggère de nommer plutôt cette salle « le charnier » à cause de tous les crânes et squelettes humains qui y ont été retrouvés.

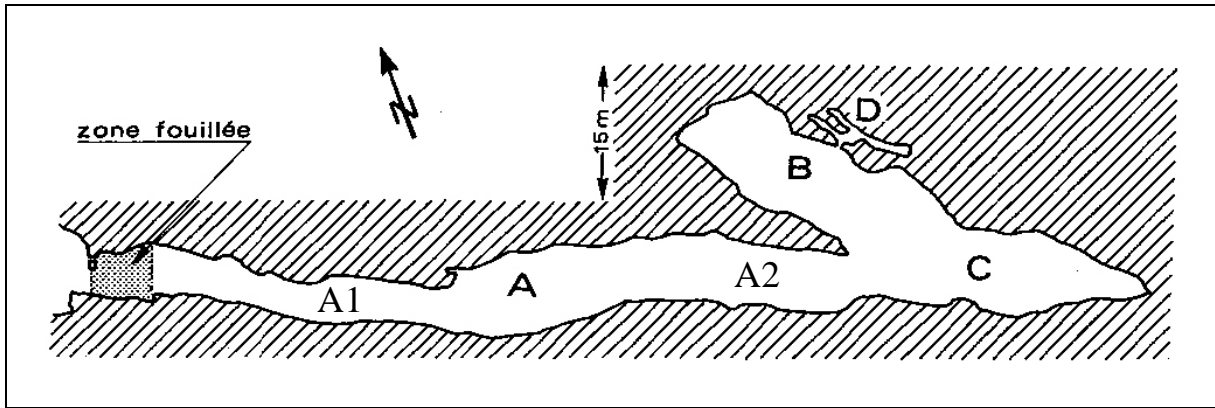


Fig. VI-3 (La Baume de Gigny) : Développement du réseau karstique (Campy *et al.*, 1989).

Lors de la glaciation rissienne, la vallée du Suran a certainement joué le rôle de chenal d'évacuation des eaux fontes vers le Sud. La glaciation würmienne, quant à elle s'est arrêtée à une dizaine de kilomètres à l'Est de la Baume de Gigny aux alentours d'Orgelet (Campy, 1989).

## II. Historique des fouilles et des recherches

Les premiers témoins d'occupations anciennes de la Baume de Gigny furent découverts, dès 1797 lors d'extraction de guano de chauve-souris. C'est à cette occasion que furent mis au jour des restes humains encroûtés de calcite. Les vestiges recueillis ont été déposés au Musée de Lons-le-Saunier.

Le XIX<sup>e</sup> siècle voit se succéder les fouilles et les découvertes. En 1838, deux squelettes furent mis au jour, cependant aucune indication de leur provenance exacte n'est mentionnée. Ces restes furent évoqués à plusieurs reprises dans les *Mémoires de la Société d'Emulation du Jura*. En 1876, Z. Robert prend la direction des recherches et des fouilles sont menées dans la galerie profonde qui selon lui a fait office de cimetière. La poursuite des fouilles par un archéologue lyonnais, E. Chantre, met au jour un riche mobilier permettant d'attribuer l'âge des sépultures au Néolithique. Le matériel est conservé au Musée d'Histoire Naturelle de Lyon et a fait l'objet de nombreuses études (Chantre & Savoie, 1904 ; Piroutet, 1903 ; 1937 *in* Campy & Vuillemey, 1989a). Aucune de ces excavations n'avait atteint les niveaux paléolithiques (Campy & Vuillemey, 1989a).

Au XX<sup>e</sup>, la Baume de Gigny fut fouillée à deux reprises, tout d'abord en 1955 par un habitant de la région qui effectua une fouille clandestine entraînant la destruction des niveaux historiques et protohistoriques restants. La seconde fouille a duré de 1966 à 1977 à raison d'un jour par semaine durant cinq mois de l'année. M. Vuillemey accompagné d'une équipe de fouille réduite procède à un vaste sondage méthodique légèrement en retrait par rapport à l'aplomb du porche (fig. VI-4). Le sondage de 4m<sup>2</sup> au départ s'étend ensuite à une surface de 30m<sup>2</sup> pour les premiers niveaux, puis se réduit progressivement avec la profondeur pour des questions de sécurité (tab.VI-1 et fig.VI-4).

Couches	I à III	IIIc à VII	VII	VIII à XX	XXI à XXVIII
Surface fouillée	30m <sup>2</sup>	16,5m <sup>2</sup>	12,5m <sup>2</sup>	8,5m <sup>2</sup>	5m <sup>2</sup>

Tab. VI-1 (La Baume de Gigny): Superficie fouillée en fonction de la profondeur des couches.

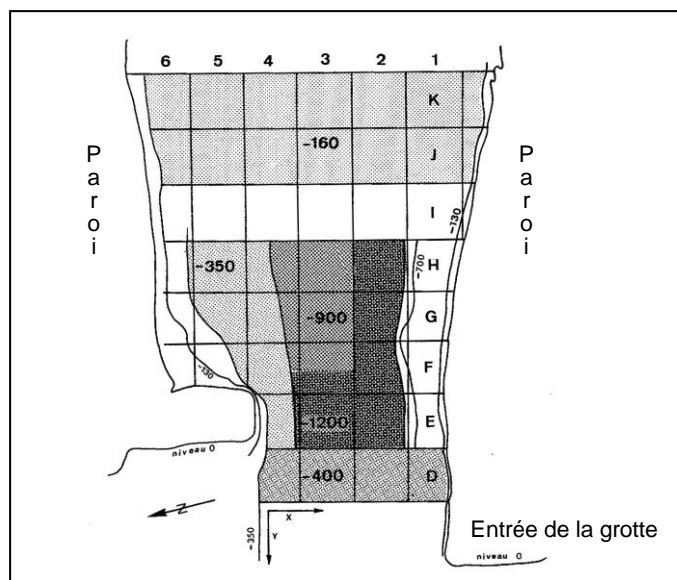


Fig. VI-4 (La Baume de Gigny) : Carroyage de la zone fouillée et profondeurs atteintes (cm).

Au terme de cette fouille, une stratigraphie de 31 couches s'étalant sur les 12m de puissance du remplissage, a pu être mise en évidence (annexe 8). Il s'agit là d'une fouille méthodique avec présence d'un carroyage métrique (fig.VI-4), d'un niveau 0 (piton placé au milieu d'une croix gravée sur la paroi nord), le matériel lithique ainsi que les pièces osseuses entières ou très facilement déterminables ont été cotés dans les trois dimensions de l'espace. Bien que non localisés très précisément, les fragments osseux (principalement les fragments de diaphyse d'os long) ont été systématiquement récupérés quelque soit leur dimension. Ils sont triés par couche. Sous l'impulsion de M. Vuillemey et M. Campy, une collaboration pluridisciplinaire avec de nombreux scientifiques s'instaure, il en résulte en 1989 la parution d'une synthèse des données, publiée sous la forme d'une monographie intitulée « La Baume de Gigny ». Cet ouvrage regroupe des analyses sédimentologiques (Campy, 1989), palynologiques (Heim, 1989), fauniques (Macromammifère (Chagneau, 1989 ; Delpech & Prat, 1989 ; Guadelli, 1989 ; Martini-Jacquin, 1989), Rongeur (Chaline & Brochet, 1989), Insectivore (Jammot, 1989), Poisson (Desse & Desse, 1989), Oiseau (Mourer-Chauviré, 1989) et archéologiques (Vuillemey, 1989).

Sur des bases méthodologiques différentes, plusieurs articles ont par la suite été publiés, sur la reconstruction de l'environnement et du climat à la Baume de Gigny et ce à partir des rongeurs :

- niche écologique (Chaline *et al.*, 1995)
- relation entre le nombre d'Arvicolinae et la température (Montuire *et al.*, 1997).
- géochimie isotopique sur l'émail des dents de rongeurs (Navarro *et al.*, 2004).

En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, le matériel issu des fouilles de M. Vuillemey continue d'être une source d'informations archéologiques et paléontologiques importante grâce à l'apport de nouveaux outils analytiques. Diverses études paléogénétiques ont été réalisées (E. Renvoise & C. Tougard pour les rongeurs, C. Hänni pour les Ours), des analyses isotopiques (Navarro *et al.* (2004) sur les rongeurs, cette thèse pour la grande faune). Des analyses tracéologiques sur l'industrie lithique, ont également été entreprises par A. Coudenneau (Coudenneau, 2005).

En 2003 et 2004, deux campagnes de sondage sous la direction de P. Lopinet ont eu lieu de manière à observer l'étendue des couches archéologiques. Le premier (6m<sup>2</sup>) très en retrait du porche (à



30m des fouilles de M. Vuillemey) n'a fourni que des restes osseux d'Ours et aucune pièce lithique. Le second, à quelques mètres en arrière des fouilles anciennes de M. Vuillemey, confirme le potentiel archéologique encore disponible.

### III. Stratigraphie

Dans un réseau karstique, le processus de sédimentation est particulier, généralement discontinu avec des périodes de non dépôt et des reprises d'activité pouvant entraîner l'érosion des niveaux sous-jacents (Campy & Chaline, 1993). Ce processus est principalement influencé par le climat. La Baume de Gigny n'échappe pas à la règle, de nombreuses lacunes stratigraphiques ont été décelées tout au long de la séquence (annexe 8).

Les 12m de stratigraphie mis au jour correspondent à 31 subdivisions différenciées selon des critères lithologiques. Ces 28 couches individualisées ont été regroupées en 4 grands ensembles (Campy & Vuillemey, 1989a et b) :

- les niveaux historiques et protohistoriques : couche I à III
- l'ensemble supérieur : couche IV à VI
- l'ensemble moyen à industries moustériennes (VII à XX)
- l'ensemble inférieur débutant par un niveau calcitique (XXI) et ce terminant au niveau du substrat rocheux.

#### III.1. Les niveaux historiques et protohistoriques

Ces niveaux sont remaniés à de nombreux endroits suite aux fouilles clandestines.

##### III.1.1. Couche I : 10 cm

Niveau superficiel de terre humique et de déblais.

##### III.1.2. Couche II : 50 cm

Niveau d'occupation médiévale avec une alternance de petits foyers et de lits de chaux. Présence également d'un mur cimenté datant du XVII<sup>e</sup> siècle. Sa construction a entraîné un remaniement des niveaux protohistoriques sous-jacents.

##### III.1.3. Couche III : 50 à 80 cm

Succession de niveaux noirâtres (débris de végétaux carbonisés). Cette couche est fortement remaniée. Elle contient des vestiges datés du Néolithique moyen, du Campaniforme, du Bronze moyen et final et de l'Hallstatt.

## III.2. L'ensemble supérieur

Il renferme principalement des vestiges mésolithiques (pointe azilienne dans le niveau IV (Comm. Pers. C. Montoya) et du Paléolithique supérieur.

### III.2.1. Couche IV : 40 cm

Cette couche est composée d'éléments grossiers blanchâtres (calcaire et fragments concrétionnés) disposés en lits parallèles, englobés par une matrice pulvérulente, calcaréo-argileuse de couleur claire avec un pendage de 15° vers l'extérieur.

### III.2.2. Couche V : 20 cm

Même pendage que la couche sus-jacente. Elle contient un cailloutis abondant, quelques blocs disséminés, assez émoussés. La matrice argileuse est de couleur gris brunâtre.

### III.2.3. Couche VI : 120 cm

La structure est très homogène, constituée de cailloux calcaires (7 à 8 cm) aux angles émoussés. Aucune orientation particulière de ces cailloux n'est observée. La matrice argileuse brun rouge les contenant est aérée et granuleuse.

## III.3. L'ensemble moyen à industrie moustérienne

Il s'agit de la subdivision la plus importante avec 5m de puissance (annexe 5).

### III.3.1. Couche VII : 40 cm

La structure de cette couche est grossière, granuleuse de couleur brune avec la présence de petits éléments fins indurés de forme arrondie et de rares fragments calcaires altérés.

### III.3.2. Couche VIII : 10 à 20 cm

Elle est absente contre la paroi nord, constituée d'une matrice argileuse compacte de couleur foncée brun-rouge. Quelques éléments calcaires et calcitiques très altérés sont présents.

### III.3.3. Couche IX : très variable de 10 à 70 cm

Ce niveau est constitué d'une épaisse zone calcifiée extrêmement dure scellant de très gros blocs et un cailloutis anguleux.

#### III.3.4. Couche X : 10 cm

Il s'agit d'une mince lentille argileuse de couleur brun foncé, uniquement présente vers l'intérieur de la grotte (à hauteur des carré H) et dans la zone centrale (carrés 2, 3, 4).

#### III.3.5. Couche XI : 30 cm

Elle fait 30 cm de puissance vers l'intérieur de la grotte et se réduit progressivement jusqu'à disparaître vers l'extérieur. Elle se compose de cailloutis cryoclastiques relativement abondant au sein d'une matrice argileuse de couleur claire.

#### III.3.6. Couche XII : 15 cm

Reliquat de couche étendue sur une petite zone centrale (50cm de large pour 2-3m de long). Elle se dilue vers l'avant du porche avec les couche XI et XIII. De couleur brun-rouge, sa nature est essentiellement argileuse, présence de quelques fragments calcaires altérés.

#### III.3.7. Couche XIII : 20 cm.

Comme la couche précédente, elle semble occuper un fond de ravinement longitudinale. La matrice argileuse est meuble, de couleur plus claire que la couche précédente. Elle contient des éléments calcaires anguleux.

#### III.3.8. Couche XIV : 1m

Elle s'amincit vers l'intérieur et vers le centre. Deux sous-ensembles ont été distingués :

- XIVa : matrice argileuse réduite, de couleur claire contenant de nombreux éléments cryoclastiques.

- XIVb : plus riche en matrice argileuse. Les particules fines sont présentes en plus grande quantité. Sa couleur est un peu plus foncée.

#### III.3.9. Couche XV : 1m vers le centre et vers le fond

La base se constitue de très gros blocs d'effondrement. Le reste de la couche est homogène, faite de cailloutis anguleux au sein d'une matrice argileuse claire.

#### III.3.10. Couche XVI : 30 à 50 cm

La puissance est très irrégulière transversalement. Des figures de festons y sont observées rappelant les phénomènes d'injection de sol mou dans un contexte périglaciaire. Elle contient comme la couche XIV, deux sub-divisiones :

- XVIa : lentilles argileuses grasses allongées dans le sens intérieur-extérieur, intercalées dans des niveaux plus clairs et plus riches en éléments calcaires.

- XVIb : niveau plus homogène et plus riche en éléments calcaires de faible taille

### III.3.11. Couche XVII : 60 cm.

Il existe un léger pendage vers l'intérieur (5°). Niveau en « berceau » visible en coupe transversale indique une alimentation dominante à partir des parois. Il contient des blocailles à gros éléments oolithiques altérés et friables englobés dans une argile brune.

### III.3.12. Couche XVIII

Reliquat de plancher stalagmitique ou d'induration locale englobant les niveaux XVII et XIX.

### III.3.13. Couche XIX : 120 cm

Elle présente un léger pendage longitudinal vers l'intérieur de la grotte et une disposition transversale en « berceau ». Son dépôt s'est fait alors que porche de la grotte était plus rétréci que lors des dépôts antérieurs et postérieurs. Trois niveaux de couleur différente ont été individualisés :

- XIXa : blocaille calcaire aux éléments émoussés compris dans une matrice argileuse brun-rouge.

- XIXb : légèrement plus clair que le précédent à éléments calcaires plus grossiers.

- XIXc : ce niveau ressemble au premier, la couleur est un peu plus foncée que celle des autres niveaux. Elle est riche en éléments allochtones (galets de quartz, billes de limonite) ainsi qu'en fragments calcaires.

### III.3.14. Couche XX : 25 cm

Cette couche se distingue bien des autres avec au toit une pellicule d'argile brune et qui repose sur un plancher stalagmitique. Sa fraction est essentiellement fine (argilo-limoneuse) malgré quelques gros blocs. La partie supérieure est plus claire (ocre jaune) que celle inférieure plus brune.

## III.4. L'ensemble inférieur

Il débute par un plancher stalagmitique (*i.e.* spéléothème).

### III.4.1. Couche XXI

Elle comprend deux niveaux très différents :

- XXIa : plancher stalagmitique très dur avec quelques discontinuités visibles où se glissent des lentilles de cailloutis cryoclastiques. Il est très épais vers l'avant du sondage (80cm), se réduit puis disparaît au niveau des carrés H.

- XXIb : cailloutis cryoclastiques sans matrice interstitielle. De manière inverse au niveau XXIa, sa puissance est de 80 cm vers l'arrière puis diminue vers l'avant.

#### III.4.2. Couche XXII : 0 cm vers les parois et 30 cm au centre.

Elle ressemble à la couche XXIb, cependant il y a plus de blocs. La fraction grossière (6-10cm) est absente. Blocaille calcaire cryoclastique fortement corrodée. Les éléments calcaires sont recouverts d'un encroûtement ferromanganifère important.

#### III.4.2. Couche XXIII : 15 à 30 cm

Couche nettement plus foncée. Présence de rares blocs et de fragments calcaires et calcitiques. La matrice est argileuse. L'ensemble est meuble.

#### III.4.3. Couche XXIV : 15cm

Elle est comparable à la couche sus-jacente mais de teinte plus claire. Eléments calcaires plus nombreux et plus anguleux.

#### III.4.4. Couche XXV : 10 à 15 cm

Elle ressemble également aux deux couches précédentes mais est plus homogène.

#### III.4.5. Couche XXVI : 60 cm

Son épaisseur est régulière. Elle se distingue nettement des autres couches par l'abondance de blocs très émoussés recouverts d'un encroûtement noirâtre. La matrice foncée est argileuse.

#### III.4.6. Couche XXVII : 20 à 30 cm

Elle ressemble à la couche XXV. Elle est consolidée en brèche.

#### III.4.7. Couche XXVIII : puissance non estimée

La matrice argileuse de couleur claire contient des éléments fins d'allure sableuse. Elle repose sur le socle rocheux très nettement incliné vers l'intérieur.

## IV. Description des couches étudiées

La description des couches se base principalement sur les données issues de la monographie (Campy *et al.*, 1989) :

- Sédiments : M. Campy
- Rongeurs : J. Chaline
- Oiseaux : C. Mourer-Chauviré
- Pollens : J. Heim
- Industries lithiques : M. Vuilleme, P. Lopinet (couche VIII)

Une étude taphonomique et archéozoologique a été menée pour toutes les couches de l'ensemble moyen, à l'exception de la couche VII. La couche XXIa a également été analysée, elle renferme une industrie Acheuléenne de type Micoquien.

Les sous-ensembles XIVa et XIVb ainsi que XVIa et XVIb n'ont pu être étudiés séparément aucune mention distincte n'était présente sur les sachets les contenant. De nombreux sachets sont étiquetés « couche XVII-XVIII », vraisemblablement les restes proviennent en grande majorité de la couche XVII.

Après une première étude, il est apparu que les sous-divisions XIXa, XIXb et XIXc pouvaient être traitées ensembles. De plus, une partie du matériel ne comporte pas de précision seulement « couche XIX ». C'est également le choix qui a été opéré pour l'étude de l'industrie lithique.

Lors de la fouille les pièces entières ou aisément identifiables ainsi que l'industrie lithique ont été cotées dans les trois dimensions de l'espace, cependant en 1971 la perte ou le vol de documents a entraîné une perte considérable de données pour l'analyse spatiale. Les autres vestiges osseux ont tous été récoltés directement ou par tamisage mais n'ont pas d'autres indications que la couche dont ils proviennent. Lors de cette étude, un marquage systématique de toutes les pièces déterminées ou >5cm a été réalisé, ce travail est fastidieux mais nécessaire pour l'enregistrement des pièces, cela permettant à n'importe quel utilisateur de retrouver facilement le reste concerné. Avant le marquage, les pièces montrant des cassures récentes ont été recollées lorsque cela fut possible, de manière à ne pas biaiser l'étude de la fragmentation.

Couche	Surface (m <sup>2</sup> )	Epaisseur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	NR lithique	NR faune
VIII	8,5	0,1 à 0,2	1,275	170	1095
IX	8,5	0,1 à 0,7	2,55	29	11
X	3	0,1	0,3	5	16
XI	8,5	0,3	2,55	8	4
XII	1,5	0,15	0,225	59	112
XIII	5	0,2	1	6	207
XIV	8,5	max 1	5,95	12	99
XV	8,5	1	8,5	655	1613
XVI	8,5	0,3 à 0,5	3,4	384	1541
XVII	8,5	0,6	5,1	<i>peu</i>	1164
XIX	8,5	1,2	10,2	745	3779
XX	8,5	0,25	2,125	298	1002
XXIa	5	0,3	1,5	30	158

**Tab. VI-2** (La Baume de Gigny) : Estimation du volume fouillé pour chaque couche et décompte du nombre de restes (NR) lithiques et osseux mis au jour.

Lors de la présentation des couches, seul les spectres fauniques seront donnés. Les indications qualitatives climatiques et environnementales qu'ils sous-entendent seront discutées ultérieurement dans un paragraphe traitant uniquement de ces paramètres.

Les insectivores sont abondants et diversifiés, ils ont été étudiés par D. Jeannot qui ne mentionne qu'une liste faunique globale : *Sorex thaleri*, *Sorex minutissimus*, *Sorex minutus*, *Talpa europea*, *Talpa caeca*, *Erinaceus cf. davidi*, *Crocidura cf. leucodon*, *Neomys cf. fodiens* (Jeannot, 1989).

Les poissons sont également présents à la Baume de Gigny. Ce site se différencie des autres par l'importance des restes osseux de brochets (>50%) alors qu'en général, il s'agit plutôt de ceux de Lottes, de Salmonidés et d'Anguilles (Desse & Desse, 1989). Ces restes apparaissent dans l'ensemble moyen.

## IV.1. Couche VIII

En 1972 et 1973, deux datations radiocarbone furent effectuées à partir de la macrofaune de cette couche. Les résultats obtenus sont très proches : « Ly 566 » = 29500 +/- 1400 BP et « Ly 789 » = 28500 +/- 1400 BP. Ce niveau a été relié par les différents auteurs aux interstades d'Arcy-sur-Cure et de Denekamp. Les datations ont ensuite été calibrées avec la courbe CALPAL 2000 (Weninger *et al.*, 2002) par N. Navarro (2004) : Ly 566 = 33400 cal BP et Ly 789 = 32200 cal BP. Les analyses isotopiques qu'il réalise sur l'émail des dents de rongeurs lui permettent de corréliser cette couche à l'interstade d'Hengelo-Les Cottés aux alentours de 33500 BP.

Le matériel contenu dans cette couche est en position secondaire.

### IV.1.1. Sédimentologie

L'altération chimique est prononcée : porosité et indice d'éroulé important. Peu d'éléments cryoclastiques.

### IV.1.2. Faune

- ✓ Macrofaune (tab.VI-3)

Espèce	NR	NMI
<i>Capreolus capreolus</i>	8	3
<i>Cervus elaphus</i>	6	3
<i>Equus caballus</i>	4	2
<i>Rangifer tarandus</i>	3	2
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	1
<i>Ursus spelaeus</i>	2	1
Mustelidae	2	2
<i>Vulpes vulpes</i>	1	1
<i>Lepus timidus</i>	3	1

**Tab. VI-3** (La Baume de Gigny ; couche VIII) :  
Liste faunique des grands mammifères.

✓ Rongeur (tab.VI-4)

Espèce	NMI
<i>Microtus malei</i>	5
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1
<i>Microtus agrestis</i>	10
<i>Arvicola terrestris</i>	2
<i>Microtus arvalis</i>	1
<i>Allocricetus bursae</i>	6
<i>Castor fiber</i>	2
<i>Microtus nivalis</i>	2

**Tab. VI-4** (La Baume de Gigny ; couche VIII) :  
Liste faunique des rongeurs

✓ Avifaune (tab.VI-5)

Espèce	NMI
<i>Anas platyrhynchos</i>	1
<i>Lagopus lagopus</i>	3
<i>Lagopus mutus</i>	14
<i>Lyrurus tetrix</i>	1
<i>Porzana porzana</i>	1
<i>Nyctea scandiaca</i>	1
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	1
<i>Cinclus cinclus</i>	1
<i>Turdus pilaris</i>	1
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	1
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	1
<i>Corvus corax</i>	1

**Tab. VI-5** (La Baume de Gigny ; couche VIII) :  
Liste faunique des oiseaux

#### IV.1.3. Palynologie

Présence de quelques espèces thermophiles (Chêne, Noisetier) accompagnant le pin.

#### IV.1.4. Industrie lithique (annexes 9 & 10)

Cette série marque la fin de l'occupation moustérienne du site, il s'agit selon M. Vuillemeys d'un moustérien riche en racloir (tab.VI-6)(Vuillemeys, 1989). Plus récemment, P. Lopinet a repris l'étude de l'assemblage lithique de cette couche et la considère comme un Moustérien charentien de type Ferrassie (Lopinet & Fabre, 2007).

Les outils et les éclats (NRT=170) sont nettement dominés par la chaille (61%). Le silex de qualité médiocre ne représente que 39% de l'industrie (il provient de la vallée du Lains à 5km au Sud). La modalité de débitage est à tendance discoïde néanmoins elle est variable avec un débitage laminaire non négligeable (Lopinet & Fabre, 2007). Ce dernier constat associé à la présence d'éléments bifaciaux pourraient également suggérer une affiliation de l'industrie au Moustérien de tradition acheuléenne (Lopinet & Fabre, 2007).

Les outils sont faits sur des supports de mauvaise qualité, ce qui pourrait témoigner d'une « période de pénurie passagère » (Vuillemeys, 1989). Les outils comptent pour 48 % de l'industrie lithique (n=82).



	NR
Nucléus	7
Pointes Levallois	2
Pointes moustérienne	2
Ra cloirs simples	37
Ra cloirs doubles	8
Ra cloirs convergents	8
Ra cloirs transversaux	3
Ra cloirs divers	4
Grattoir	1
Outils burinants alternes	3
Couteaux à dos	12
Couteaux à dos abattu	6
Encoches	6
Denticulés	6
Pièce bifaciale	2
Outils divers	4

**Tab. VI-6** (La Baume de Gigny ; couche VIII) :  
Industrie lithique

## IV.2. Couche IX à XIV

Leur contenu lithique et osseux est quantitativement faible par rapport aux autres couches.

### IV.2.1. Sédimentologie

Les couches IX, XI et XIV sont des couches contenant une forte proportion d'éléments cryogènes, tandis que les couches X, XII et XIII voient leur indice de porosité et d'émoussé augmenter. Dans les couches IX et X, la fraction organique représente 10 à 30% de la fraction granulométrique, alors que dans les couches XI à XIII elle fait 80%.

### IV.2.2. Faune

- ✓ Macrofaune (tab.VI-7)

Espèce	IX		X		XI		XII		XIII		XIV	
	NR	NMlc	NR	NMlc	NR	NMlc	NR	NMlc	NR	NMlc	NR	NMlc
<i>Rangifer tarandus</i>	5	1	4	2	2	1						
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	1	2	1	1	1						
<i>Bison priscus</i>	1	1							1	1		
<i>Equus caballus</i>	1	1									1	1
<i>Capreolus capreolus</i>			1	1					2	1		
<i>Cervus elaphus</i>							2	1			1	1
<i>Ursus sp.</i>	3	2	2	1	1	1	6	2	8	2	18	3
<i>Canis lupus</i>			1	1								
<i>Alopex lagopus</i>			1	1			1	1				
<i>Vulpes vulpes</i>					1	1					1	1
<i>Lepus timidus</i>	2	1	6	2							2	1

**Tab. VI-7** (La Baume de Gigny ; couches IX à XIV) : Liste faunique des grands mammifères

✓ Rongeur (tab.VI-8)

Espèce	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
<i>Dicrostonyx torquatus</i>	2	6	1	2	2	2
<i>Microtus malei</i>	9	140	246	313	130	51
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1		1		1	1
<i>Apodemus sylvaticus</i>	2				1	2
<i>Microtus agrestis</i>	1			4	15	56
<i>Arvicola terrestris</i>		16	22	16	9	9
<i>Microtus nivalis</i>			1			
<i>Microtus arvalis</i>		2	12	1	1	1
<i>Citellus superciliosus</i>				1		
<i>Lagurus lagurus</i>						1
<i>Microtus gregalis</i>			9	18	15	5
<i>Allocricetus bursae</i>		2				

Tab. VI-8 (La Baume de Gigny ; couches IX à XIV) : Liste faunique des rongeurs

✓ Avifaune (tab.VI-9)

Espèce	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
<i>Anas platyrhynchos</i>	5	3				
<i>Anas crecca</i>		2				
<i>Aythya ferina</i>			1			
<i>Falco tinnunculus</i>		1				
<i>Falco peregrinus</i>					1	
<i>Lagopus lagopus</i>	3	1	1		1	1
<i>Lagopus mutus</i>	5	11	10	1		
<i>Lyrurus tetrix</i>	3	1	1			
<i>Coturnix coturnix</i>			1			
<i>Eudromia morinellus</i>			1			
<i>Perdix perdix</i>	1					
<i>Gallinago gallinago</i>		1	1			
<i>Gallinago media</i>		1	1			
<i>Limosa limosa</i>		1				
<i>Tringa erythropus</i>		1				
<i>Galerida cristata</i>	1	2	1		1	
<i>Lullula arborea</i>	1	1	2			
<i>Ptyonoprogme rupestris</i>			1			
<i>Cinclus cinclus</i>	1	2	5	1		1
<i>Sylvia atricapilla</i>	1					
<i>Prunella collaris</i>			1			
<i>Turdus pilaris</i>			1			
<i>Turdus iliacus</i>			1			
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>			1			
<i>Petronia petronia</i>			1			
<i>Montifringilla nivalis</i>			2			
<i>Pica pica</i>			1			1
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	1	2	1			1
<i>Corvus corax</i>	1	1				
<i>Sylvia atricapilla</i>						1

Tab. VI-9 (La Baume de Gigny ; couches IX à XIV) : Liste faunique des oiseaux

### IV.2.3. Palynologie

Apparition de *Juniperus* et *Lycopodium* dans les couches XIVa et XI signalant des conditions moins favorables. Ces refroidissements sont soulignés par un accroissement de l'humidité (*Alnus*, *Fagus*).

### IV.3. Couche XV

En 1974, une datation au  $^{14}\text{C}$  d'un reste osseux de la macrofaune « Ly 971 » a été réalisée, l'âge obtenu est au-delà des limites de la méthode, elle donne un âge antérieur à 32300 ans.

#### IV.3.1. Sédimentologie

Le pourcentage d'éléments cryoclastiques est fort (>50%) alors que la porosité et l'indice d'émoussé sont faibles. La phase organique est bien présente (30 à 50%) de la fraction granulométrique.

#### IV.3.2. Faune

##### ✓ Macrofaune (tab.VI-10)

Espèce	NR	NMlc
<i>Cervus elaphus</i>	12	2
<i>Rangifer tarandus</i>	7	2
<i>Equus caballus</i>	5	2
<i>Capreolus capreolus</i>	3	1
<i>Bison priscus</i>	2	1
<i>Canis lupus</i>	6	1
<i>Vulpes vulpes</i>	3	1
<i>Ursus sp.</i>	1	1
<i>Mustelidae</i>	1	1

**Tab. VI-10** (La Baume de Gigny ; couche XV) : Liste faunique des grands mammifères.

##### ✓ Rongeur (tab.VI-11)

Espèce	NMI
<i>Dicrostonyx torquatus</i>	3
<i>Microtus malei</i>	260
<i>Clethrionomys glareolus</i>	3
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1
<i>Microtus agrestis</i>	733
<i>Microtus subterraneus</i>	12
<i>Arvicola terrestris</i>	137
<i>Microtus gregalis</i>	68

**Tab. VI-11** (La Baume de Gigny ; couche XV) : Liste faunique des rongeurs.

##### ✓ Avifaune (tab.VI-12)

C'est dans cette couche qu'a été mis au jour le seul reste d'oiseau (Cygne) portant des stries de découpes (Mourer-Chauviré, 1989).

Espèce	NMI
<i>Cygnus cygnus</i>	1
<i>Anas platyrhynchos</i>	2
<i>Falco subbuteo</i>	1
<i>Falco tinnunculus</i>	1
<i>Lagopus mutus</i>	1
<i>Lagopus sp.</i>	1
<i>Lyrurus tetrix</i>	1
<i>Tetrao urogallus</i>	1
<i>Perdix perdix</i>	4
<i>Coturnix coturnix</i>	1
<i>Rallus aquaticus</i>	1
<i>Gallinago gallinago</i>	1
<i>Plautus alle</i>	1
<i>Aegolius funereus</i>	1
<i>Turdus pilaris</i>	1
<i>Montifringilla nivalis</i>	2
<i>Pica pica</i>	1
<i>Pyrhhorax graculus</i>	4
<i>Corvus monedula</i>	1
<i>Corvus corax</i>	2

Tab. VI-12 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Liste faunique des oiseaux.

#### IV.3.3. Industrie lithique (annexes 11 à 13)

Cette industrie est une des plus riches de la séquence. Elle a été déterminée par M. Vuillemey comme un Moustérien typique (tab.VI-13). La chaille et le silex ont été employés dans les mêmes proportions que ce soit les outils ou les éclats. Un éclat de chaille jaspée et un éclat de quartzite sont présents. Le corpus lithique se compose de 655 pièces dont 187 outils (29 %), 451 éclats et lames et 17 nucléus.

	NR
Nucléus	17
Eclats Levallois	59
Pointes Levallois	5
Pointes pseudo-Levallois	11
Pointes moustériennes	2
Racloirs simples	24
Racloirs doubles	8
Racloirs convergents	5
Racloirs transversaux	4
Racloirs divers	2
Grattoirs	6
Burins	5
Outils burinants alternes	6
Perçoirs	4
Couteaux à dos	4
Raclettes	2
Eclat tronqué	1
Encoches	21
Denticulés	26
Encoches en bout	1
Outils divers	2

Tab. VI-13 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Industrie lithique.

## IV.4. Couche XVI

La couche XVI est de faible puissance, elle a livré quasiment autant de restes fauniques que la couche précédente pour un peu plus de la moitié de l'industrie lithique (58%). Présence de charbon tout le long de la couche. C. Thiebaut a étudié cette série au cours de sa thèse portant sur le « moustérien à denticulés » (Thiebaut, 2005).

### IV.4.1. Sédimentologie

Les éléments grossiers varient de 25 à 55%. Le pourcentage d'éléments cryoclastiques augmente progressivement depuis le bas de la couche jusqu'à son toit tandis que la porosité et l'indice d'émoussé diminuent. La fraction organique peut atteindre jusqu'à 90% de la fraction granulométrique.

### IV.4.2. Faune

#### ✓ Macrofaune (tab.VI-14)

Espèce	NR	NMIc
<i>Rangifer tarandus</i>	17	2
<i>Equus caballus</i>	4	2
<i>Bison priscus</i>	4	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	3	2
<i>Cervus elaphus</i>	2	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	2	1
<i>Capra ibex</i>	2	1
<i>Capreolus capreolus</i>	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	15	1
<i>Ursus sp.</i>	9	3
<i>Alopex lagopus</i>	3	2
<i>Canis lupus</i>	3	1
<i>Lepus timidus</i>	5	1
<i>Ochotona pusillus</i>	4	2

**Tab. VI-14** (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Liste faunique des grands mammifères.

#### ✓ Rongeur (tab.VI-15)

Le faible volume de cette couche renferme pas moins de 5446 individus.

Espèce	NMI
<i>Sicista subtilis</i>	2
<i>Microtus malei</i>	258
<i>Eliomys quercinus</i>	2
<i>Clethrionomys glaerolus</i>	22
<i>Apodemus sylvaticus</i>	9
<i>Microtus agrestis</i>	1014
<i>Microtus subterraneus</i>	26
<i>Arvicola terrestris</i>	381
<i>Marmota marmota</i>	1
<i>Microtus arvalis</i>	2124
<i>Cricetus cricetus</i>	4
<i>Lagurus lagurus</i>	64
<i>Allocricetus bursae</i>	1
<i>Microtus gregalis</i>	1538

**Tab. VI-15** (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Liste faunique des rongeurs

✓ Avifaune (tab.VI-16)

Espèce	NMI
<i>Anas platyrhynchos</i>	1
<i>Anas crecca</i>	1
<i>Aythya ferina</i>	1
<i>Falco vespertinus</i>	1
<i>Falco tinnunculus</i>	2
<i>Lagopus mutus</i>	1
<i>Lagopus sp.</i>	3
<i>Lyrurus tetrix</i>	2
<i>Tetrao urogallus</i>	1
<i>Perdix perdix</i>	4
<i>Coturnix coturnix</i>	4
<i>Grus grus</i>	1
<i>Asio otus</i>	1
<i>Galerida cristata</i>	1
<i>Lullula arborea</i>	2
<i>Oenanthe oenanthe</i>	2
<i>Turdus pilaris</i>	1
<i>Turdus torquatus</i>	1
<i>Montifringilla nivalis</i>	1
<i>Pica pica</i>	3
<i>Pyrhocorax graculus</i>	3
<i>Corvus monedula</i>	1

Tab. VI-16 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Liste faunique des oiseaux

#### IV.4.3. Palynologie

Le taux de boisement baisse jusqu'à 6%. Ne persistent que les espèces adaptées aux conditions les plus rudes : Pin, Bouleau, Saule, Genévrier. Sûrement des arbustes rampants. Au sein des espèces herbacées, les Composées sont largement majoritaires.

#### IV.4.4. Industrie lithique (annexes 14 & 15)

L'industrie lithique est associée à un Moustérien à denticulés (tab.VI-17). Le débitage est de type discoïde (Thiébaud, 2005). De nombreux silex présentent des traces typiques laissées par le feu. Les pièces sont en chaille (60%) ou en silex (36%). L'industrie lithique se compose de 110 outils (29%), 266 éclats et 8 nucléus. Une pièce en opale et une autre en chaille vacuolaire confirment l'apport de produit débité ailleurs. De nombreux types d'outils ne sont pas représentés au sein des 110 outils mis au jour. Les pointes pseudo-Levallois dominent nettement (n=32) ainsi que les denticulés (n=21). Les outils retouchés comptent pour 14,4% (soit n=54) du matériel.

	NR
Nucléus	8
Eclats Levallois	15
Pointes Levallois	4
Pointes pseudo-Levallois	32
Ra cloirs	8
Grattoir	1
Couteaux à dos	6
Eclat tronqué	1
Encoches	16
Denticulés	21
Pointe de Tayac	1

Tab. VI-17 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Industrie lithique

## IV.5. Couche XVII-XVIII

### IV.5.1. Sédimentologie

Toutes les fractions granulométriques sont présentes surtout les gros blocs. Les éléments cryoclastiques comptent pour moins de 20% et l'indice d'éroulé et la porosité sont importants.

### IV.5.2. Faune

#### ✓ Macrofaune (tab.VI-18)

Espèce	NR	NMIc
<i>Equus caballus</i>	13	3
<i>Rangifer tarandus</i>	7	3
<i>Cervus elaphus</i>	4	2
<i>Capra ibex</i>	4	2
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	1
<i>Bison priscus</i>	1	1
<i>Ursus sp.</i>	50	3
<i>Meles meles</i>	1	1
<i>Canis lupus</i>	1	1
<i>Alopex lagopus</i>	1	1
<i>Lepus timidus</i>	2	1

**Tab. VI-18** (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Liste faunique des grands mammifères.

#### ✓ Rongeur (tab.VI-19)

Trois espèces de rongeurs dominent le spectre, le Campagnol des champs, le Campagnol des hauteurs et le Campagnol terrestre.

Espèce	NMI
<i>Microtus malei</i>	46
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1
<i>Microtus agrestis</i>	67
<i>Arvicola terrestris</i>	158
<i>Marmota marmota</i>	2
<i>Microtus arvalis</i>	197
<i>Cricetus cricetus</i>	1
<i>Lagurus lagurus</i>	7
<i>Microtus gregalis</i>	165

**Tab. VI-19** (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Liste faunique des rongeurs.

#### ✓ Avifaune (tab.VI-20)

Espèce	NMI
<i>Falco subbuteo</i>	1
<i>Lagopus lagopus</i>	2
<i>Lagopus mutus</i>	1
<i>Lagopus sp.</i>	1
<i>Lyrurus tetrix</i>	1
<i>Perdix perdix</i>	1
<i>Bubo bubo</i>	1
<i>Pyrhocorax graculus</i>	2

**Tab. VI-20** (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Liste faunique des oiseaux

### IV.5.3. Industrie lithique

Le nombre de pièces lithiques mises au jour dans cette couche est très faible. Le carré E2 contient « un très beau mobilier » suggérant la possibilité que l'habitat se trouvait en avant de la grotte (zone non fouillée).

## IV.6. Couche XIX

Il s'agit de la couche la plus épaisse avec un mètre vingt de puissance maximale. Cette couche a livré le plus grand nombre d'artefacts lithiques et de restes osseux.

### IV.6.1. Sédimentologie

La granulométrie traduit un cycle cryoclastique complet (croissance de la fraction grossière jusqu'au milieu puis déclin de cette dernière jusqu'au toit). Les éléments cryoclastiques représentent moins de 20%. L'indice d'éroulé et la porosité sont élevés.

### IV.6.2. Faune

- ✓ Macrofaune (tab.VI-21)

Espèce	NR	NMIc
<i>Equus caballus</i>	104	14
<i>Cervus elaphus</i>	36	2
<i>Bison priscus</i>	9	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	4	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	2
<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
<i>Equus hydruntinus</i>	1	1
<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
<i>Ursus sp.</i>	76	4
<i>Vulpes vulpes</i>	14	1
<i>Mustelidae</i>	2	1
<i>Canis lupus</i>	1	1
<i>Lepus timidus</i>	3	1

**Tab. VI-21** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Liste faunique des grands mammifères

- ✓ Rongeur (tab.VI-22)

Bien que l'épaisseur de la couche soit plus importante que les autres, la richesse spécifique n'est pas plus élevée. Le campagnol des champs est l'espèce la plus abondante (61%).

Espèce	NMI
<i>Sicista subtilis</i>	1
<i>Dicrostonyx torquatus</i>	1
<i>Microtus malei</i>	149
<i>Microtus agrestis</i>	205
<i>Arvicola terrestris</i>	278
<i>Microtus subterraneus</i>	34
<i>Microtus arvalis</i>	1212
<i>Microtus gregalis</i>	103
<i>Lagurus lagurus</i>	2

**Tab. VI-22** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Liste faunique des rongeurs.



## ✓ Avifaune (tab.VI-23)

Les oiseaux de climat froid sont fortement présents : nombreux Lagopèdes et Chocards.

Espèce	NMI
<i>Anas platyrhynchos</i>	1
<i>Lagopus mutus</i>	3
<i>Lagopus sp.</i>	2
<i>Lyrurus tetrix</i>	2
<i>Tetrao urogallus</i>	3
<i>Perdix perdix</i>	1
<i>Columba oenas</i>	1
<i>Nyctea scandiaca</i>	1
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	7
<i>Corvix corax</i>	1

**Tab. VI-23** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Liste faunique des oiseaux

## IV.6.3. Industrie lithique (annexes 16 &amp; 17)

Le corpus lithique mis au jour a été associé à un Moustérien typique (tab.VI-24). Il se compose de 468 éclats ou lames, 250 outils (34%) et 9 nucléus. Là aussi, le silex et la chaille dominent les matières premières utilisées. Toutefois le silex est mieux représenté (58%). Cinq outils en quartzite et un en opale complètent cette série.

	NR
Nucléus	9
Eclats Levallois	57
Pointes Levallois	4
Pointes pseudo-Levallois	3
Pointes moustériennes	2
Racloirs simples droits	13
Racloirs simples convexes	22
Racloirs simples concaves	5
Racloirs doubles	11
Racloirs convergents	5
Racloirs transversaux	2
Racloirs à dos aminci	1
Racloir à retouche biface	1
Grattoirs	6
Burins	6
Outils burinants alternes	9
Perçoirs	4
Couteaux à dos	5
Raclettes	3
Eclats tronqués	2
Encoches	25
Encoches clactoniennes	8
Encoches retouchées	14
Encoches en bout	4
Denticulés	37
Outils divers	12

**Tab. VI-24** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Industrie lithique

## IV.7. Couche XX

En 1973, une datation « Ly 804 » a été réalisée à partir du collagène d'un reste osseux. La date obtenue est hors de portée de la méthode  $^{14}\text{C}$  (>31500 BP). M. Campy et J. Chaline (1993) placent cette couche aux environs de 60000 BP, sur la base de la migration de l'espèce *Lagurus lagurus*. Lors de son étude sur les isotopes des dents de rongeurs, N. Navarro (2004) compare ses données avec la courbe isotopique GISP2, il conclue que les couches XX à XVI correspondent à fin OIS 5/début OIS 4, suggérant un âge plus ancien à cette couche : 75-80000 ans environ.

Cette couche ne semble pas remaniée comme l'attestent la structure des dépôts et la position horizontale des restes.

### IV.7.1. Sédimentologie

D'aspect varvé, cette couche renferme un faible pourcentage d'éléments grossiers (30%), les pierres supérieures à 6cm sont absentes. Les éléments cryoclastiques sont très peu nombreux, l'indice d'émoussé est quant à lui très élevé atteignant 50 à 60%, forte porosité. La fraction organique est importante.

### IV.7.2. Faune

- ✓ Macrofaune (tab.VI-25)

Espèce	NR	NMIc
<i>Cervus elaphus</i>	34	6
<i>Equus caballus</i>	18	4
<i>Ursus sp.</i>	2	2
<i>Vulpes vulpes</i>	2	1

**Tab. VI-25** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Liste faunique des grands mammifères

- ✓ Rongeur (tab.VI-26)

Très peu d'espèces différentes sont contenues dans cette couche, dont les principaux représentants sont le Campagnol des champs et le Campagnol agreste.

Espèce	NMI
<i>Microtus malei</i>	8
<i>Microtus agrestis</i>	246
<i>Microtus subterraneus</i>	21
<i>Arvicola terrestris</i>	19
<i>Microtus arvalis</i>	141
<i>Microtus gregalis</i>	2

**Tab. VI-26** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Liste faunique des rongeurs

## ✓ Avifaune (tab.VI-27)

Espèce	NMI
<i>Melanitta nigra</i>	1
<i>Aquila chrysaetos</i>	1
<i>Lyrurus tetrix</i>	1
<i>Tetrao urogallus</i>	2
<i>Lullula arborea</i>	1
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	1
<i>Garrulus glandarus</i>	1
<i>Pica pica</i>	2
<i>Pyrrhacorax graculus</i>	4
<i>Corvus corone</i>	1
<i>Corvus corax</i>	1

**Tab. VI-27** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Liste faunique des oiseaux

## IV.7.3. Industrie lithique (annexes 18 &amp; 19)

L'industrie lithique a été rapportée à un Moustérien riche en racloirs (tab.VI-28). La série comprend 160 outils (54%), 112 éclats ou lames et 5 nucléus. M. Vuillemeys signale que d'après H. de Lumley (1969), la proportion outils-éclats correspond à ce qu'on obtient dans un habitat. La matière première utilisée est majoritairement le silex (60%) puis comme dans les autres niveaux, la chaille.

	NR
Nucléus	5
Eclats Levallois	26
Pointes Levallois retouchées	4
Pointes moustériennes	5
Limace	1
Racloirs simples droits	14
Racloirs simples convexes	30
Racloirs simples concaves	3
Racloirs doubles	19
Racloirs convergents	7
Racloir à dos aminci	1
Racloirs déjetés	4
Racloirs transversaux	9
Racloirs sur faces planes	9
Grattoirs	2
Burins	5
Perçoir	1
Couteaux à dos	4
Eclat tronqué	1
Outil burinant	1
Encoches et denticulés	7

**Tab. VI-28** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Industrie lithique.

## IV.8. Couche XXIa (annexe 20)

Elle correspond au plancher stalagmitique (ou spéléothème). Deux méthodes de datations différentes sont mises en œuvre :

- Uranium ( $^{234}\text{U}$ )/Thorium ( $^{230}\text{Th}$ ) : **145000 ans + 18000 -15000**

- Résonance Paramagnétique Electronique : **145000 ans +66000 -45000**

Ces données sont extrêmement cohérentes malgré la forte amplitude de variation obtenue avec la seconde méthode. Cet intervalle de temps enregistré par le spéléothème correspondrait soit au dernier interstade rissien soit à l'Eémien (Chaline & Hennig, 1989).

La surface fouillée de cette couche est réduite (5m<sup>2</sup>), du fait de la profondeur à laquelle on se trouve.

#### IV.8.1. Faune

- ✓ Macrofaune (tab.VI-29)

Espèce	NR	NMlc
<i>Equus caballus</i>	10	3
<i>Cervus elaphus</i>	4	1
<i>Panthera spelaea</i>	1	1

**Tab. VI-29** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Liste faunique des grands mammifères.

- ✓ Rongeur (tab.VI-30)

Espèce	NMI
<i>Microtus malei</i>	1
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1
<i>Microtus agrestis</i>	82
<i>Microtus subterraneus</i>	1
<i>Arvicola terrestris</i>	3
<i>Allocricetus bursae</i>	1
<i>Microtus gregalis</i>	2

**Tab. VI-30** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Liste faunique des rongeurs.

#### IV.8.2. Industrie lithique (annexe 20)

Seules 30 pièces ont été mises au jour (tab.VI-31). Elles ont été attribuées à l'Acheuléen final de type micoquien à débitage Levallois (4 bifaces font partis du faible corpus). La chaille est la matière première la plus employée, seules 9 pièces sont en silex.

	NR
Eclat ordinaire	12
Eclat de taille de biface	1
Lame Levallois	1
Lame Levallois retouchée	1
Eclat Levallois atypique	1
Pointe Levallois	1
Ra cloirs droits	2
Ra cloirs simples convexes	2
Encoche retouchée	1
Couteaux à dos	2
Bifaces	4
Nucléus	2

**Tab. VI-31** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Industrie lithique

## 2. Etudes géochimiques de la grande faune de la Baume de Gigny

Des analyses des isotopes de l'oxygène ont été réalisées sur du matériel dentaire issues des couches de l'ensemble moyen de la Baume de Gigny. Par manque de matériel, toutes les couches n'ont pu être étudiées, l'analyse porte sur les couches principales : XXIa, XX, XIXc, XIXb, XIXa, XVI, XV, IX et VIII. Le choix des espèces utilisées pour cette étude a été fait en fonction de leur abondance, de leur éthologie et de leur degré d'hypsodontie.

Le **Cheval** présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il s'agit de l'espèce ayant livré le plus grand nombre de restes dentaires dans toutes les couches. De plus, l'eau ingérée provient principalement de ce qu'il boit (Sanchez-Chillon *et al.*, 1994, Kohn, 1996 ; Sharp & Cerling, 1998 ; Higgins & MacFadden, 2004), ce qui réduit les risques de fractionnements supplémentaires pouvant exister à cause de la nourriture. Le principal avantage des dents d'équidés pour les études géochimiques, réside dans le fait que la dent de part sa haute couronne et son temps long de minéralisation, permet d'appréhender les variations saisonnières (Fricke & O'Neil, 1996, Sharp & Cerling, 1998 ; Wiedemann *et al.*, 1999). Le **Cerf** et le **Renne** ont été utilisés afin de comparer les résultats obtenus. Au total, 20 dents jugales de Cheval, 5 de Cerf et 4 de Renne ont été analysées. Dans l'annexe 21, la couche, le rang dentaire et le nombre d'échantillons sont précisés.

Pour une dent donnée, deux techniques de prélèvements peuvent être effectuées :

- **soit un échantillon unique** : récupération de l'émail sur toute la hauteur de couronne :  $n_{\text{cheval}} = 14$  ;  $n_{\text{cerf}} = 4$  et  $n_{\text{renne}} = 4$ .
- **soit plusieurs échantillons** : prélèvements à intervalle régulier le long de la couronne :  $n_{\text{cheval}} = 6$  ;  $n_{\text{cerf}} = 1$ .

Le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau météorique ( $\delta^{18}\text{O}_m$ ) est obtenu *via* les droites de fractionnement proposées par Sanchez-Chillon *et al.* (1994) pour le Cheval, par d'Angela & Longinelli (1990) pour le Cerf. Concernant le Renne nous avons privilégié l'équation présentée par Amiot *et al.* (2004) pour tous les mammifères et non celle spécifique à cette espèce. En effet, les corrélations obtenues sont relativement faible : 0,79 et 0,77 (Iacumin & Longinelli, 2002 ; Longinelli, 2003).

<b>Cheval :</b>	$\delta^{18}\text{O}_m = (\delta^{18}\text{O}_p - 22,04) / 0,74$
<b>Cerf :</b>	$\delta^{18}\text{O}_m = (\delta^{18}\text{O}_p - 25,55) / 1,13$
<b>Renne :</b>	$\delta^{18}\text{O}_m = (\delta^{18}\text{O}_p - 26,44) / 1,11$

Les comparaisons interspécifiques sont systématiquement réalisées à partir de l'estimation du  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau météorique ( $\delta^{18}\text{O}_m$ ) puisque chaque espèce à son propre métabolisme et donc son fractionnement particulier.

L'estimation des températures moyenne annuelle ( $T^{\circ}\text{moy-an}$ ) est obtenue à partir de l'équation établie par von Grafenstein et ses collaborateurs (1996) en Europe, pour les moyennes latitudes :

$$T (^{\circ}\text{C}) = (\delta^{18}\text{O}_m + 14,48) / 0,58 (\pm 0,11)$$

Sur la base de données mensuelles provenant de 72 stations d'Europe et d'Amérique du Nord (données IAEA), A. Bernard *et al.* (2009) proposent deux équations permettant le calcul des températures hivernales et estivales dans l'hémisphère Nord :

**Eté :**  $T (^{\circ}\text{C}) = 1,06 (\pm 0,07) \times \delta^{18}\text{O}_m + 24,1 (\pm 0,7)$

**Hiver :**  $T (^{\circ}\text{C}) = 1,4 (\pm 0,05) \times \delta^{18}\text{O}_m + 15,3 (\pm 0,8)$

Le tableau VII-1 résume les données climatiques des deux villes les plus proches de la Baume de Gigny.

	Altitude (m)	T°moy-hiver (°C)	T°moy-été (°C)	T°moy-an (°C)	Amplitude (°C)
Luxeuil	273	2,8	19	10,6	16,2
Dijon	227	2,9	19,3	11	16,4

Tab. VII-1 : Valeurs actuelles des températures de Luxeuil (Franche-Comté) et de Dijon (Bourgogne)

## I. Couche XX1a

Deux dents de Cheval et une de Cerf ont été analysées. Toutes ont fait l'objet de prélèvements multiples le long de la couronne (tab.VII-2). Malgré des amplitudes différentes (cf. *infra*), la moyenne est similaire pour toutes les dents.

Espèce	Dent	Distance (mm)	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)	Moyenne(‰)
Cheval	M/2	7	18,1	-5,3	15,6 (-8,7)
		13	18,4	-4,9	
		19	17,4	-6,3	
		25	15,6	-8,7	
		31	14,0	-10,9	
		37	13,0	-12,2	
		43	12,9	-12,4	
		49	14,6	-10,1	
		55	15,9	-8,3	
	P4/	3	14,8	-9,8	15,8 (-8,4)
		9	15,8	-8,4	
		15	14,7	-9,9	
		21	15,6	-8,7	
		27	15,8	-8,5	
		32	16,5	-7,5	
37		16,5	-7,5		
43		16,4	-7,7		
Cerf	M/1		16,7	-7,8	15,7 (-8,7)
			16,5	-8,0	
			15,4	-9,0	
			14,2	-10,1	

**Tab. VII-2** (La Baume de Gigny ; couche XX1a). Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.

✓ M/2 Cheval

Neuf échantillons ont été prélevés. Les valeurs sont comprises entre 12,9 et 18,4 ‰ pour une moyenne de 15,6 ‰ ( $1\sigma = 0,15$ ). La variation au sein de la dent est forte : 5,5 ‰. L'aspect sinusoïdal de la courbe indique une bonne conservation du signal saisonnier (fig.VII-1). Les valeurs faibles et fortes sont alors interprétées comme étant respectivement l'hiver et l'été (Fricke & O'Neil, 1996). Une année est enregistrée sur 55mm environ, ce taux est en accord avec le taux de minéralisation admis pour les grands herbivores (Fricke & O'Neil, 1996 ; Sharp & Cerling, 1998 ; Gadbury *et al.*, 2000) bien qu'il soit légèrement plus important que celui proposé pour ce taxon : 35-40 mm/an (Hoppe *et al.*, 2004).

La T°moy-an est de  $10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Cette valeur obtenue correspond aux moyennes actuelles de la région.

Passey & Cerling (2002), Higgins & MacFadden (2004) et Kohn (2004) démontrent que le signal enregistré est atténué par rapport au signal environnemental. Le facteur moyen d'atténuation (pour le Cheval) a été estimé entre 40 et 50% (Kohn, 2004). Celui-ci tient compte du temps de maturation (5 mois  $\rightarrow$  40%) ainsi que du temps de résidence dans le corps de l'animal qui tamponne le signal d'environ 10% supplémentaire (Kohn & Cerling, 2002 ; Kohn *et al.*, 2002). Par conséquent l'amplitude observée correspond à la moitié de l'amplitude réelle. Après correction, l'amplitude initiale peut être estimée à  $11 \pm 0,3\%$ . La température estivale est évaluée à  $22^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  et celle hivernale à  $-7^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Si la moyenne annuelle est similaire à celle actuelle, l'amplitude thermique entre l'été et l'hiver est quant à elle bien plus marquée ( $29^\circ\text{C}$ ). La différence majeure se situe au niveau de la saison froide avec  $10^\circ\text{C}$  de moins que les valeurs actuelles.

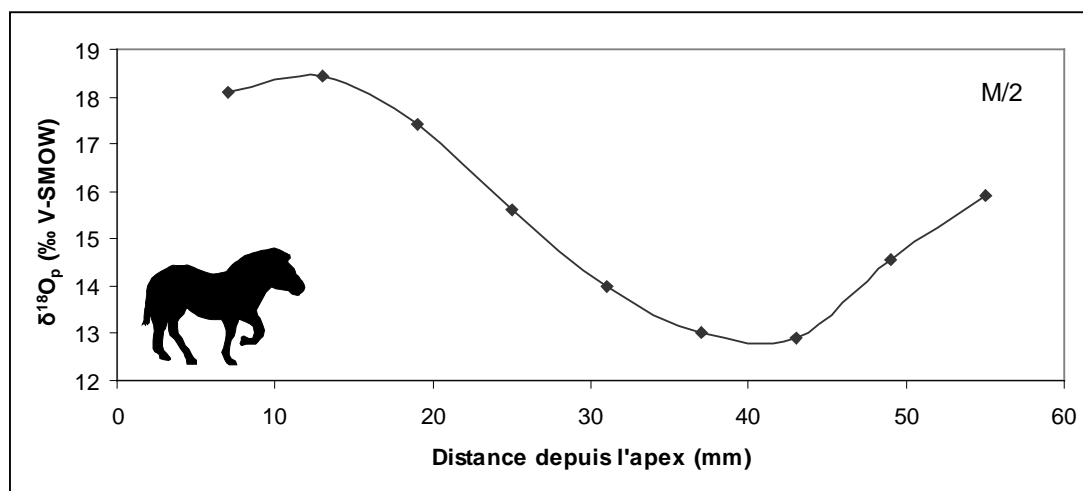


Fig. VII-1 (La Baume de Gigny ; couche XXIa). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la M/2 d'Equidé.

✓ P4/ Cheval

Neuf échantillons ont été prélevés le long des 49mm de hauteur de couronne. Les valeurs s'échelonnent entre 14,7 ‰ et 16,5 ‰ (tab.VII-2) et la moyenne est de 15,8 ‰ ( $1\sigma = \pm 0,3\text{‰}$ ). Contrairement à la dent M/2, aucun signal sinusoïdal n'est observé. Toutefois la moyenne est identique soit  $10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ .

La variation intra dent observée est de 1,8 ‰.

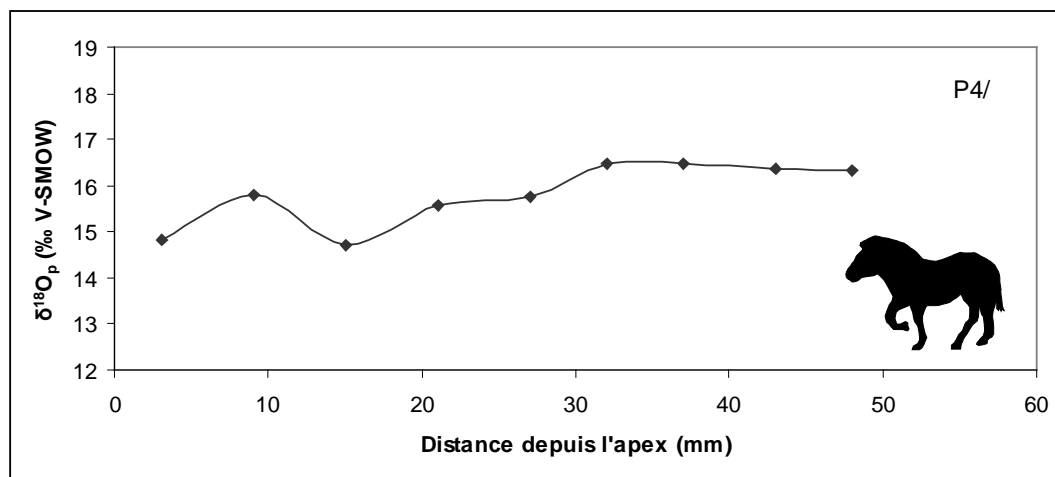


Fig. VII-2 (La Baume de Gigny ; couche XXIa). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.

✓ M/1 Cerf

Les valeurs du  $\delta^{18}O_m$  sont comparables à celles de la P4/ de Cheval. La température moyenne calculée est de  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ .



## II. Couche XX

Les deux dents d'Equidés appartenant à deux individus différents montrent des valeurs du  $\delta^{18}\text{O}$  du phosphate très proches : 15 et 14,8‰ (tab.VII-3). Le Cerf présente une valeur légèrement plus élevée de 1‰. Néanmoins cette différence est infime. De plus il est couramment admis que deux espèces distinctes vivant dans un même biotope n'ont pas nécessairement la même composition isotopique (Kohn,1996 ; Kohn *et al.*, 1996). Ceci est lié à la différence d'alimentation (Ayliffe & Chivas, 1990 ; Kohn, 1996 ; Kohn *et al.*, 1996), le fait de manger des feuilles peut entraîner un  $\delta^{18}\text{O}_p$  enrichi (Gonfiantini *et al.*, 1965 ; Cormie *et al.*, 1994 ; Luz *et al.*, 1990 ; Ayliffe *et al.*, 1992).

La température moyenne annuelle est estimée à  $9^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  à partir des dents de Chevaux et de  $11^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  pour le Cerf.

Espèce	Dent	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)
Cheval	P4/	15,0	-9,5
	P4/	14,8	-9,7
Cerf	M1/	16,0	-8,5

**Tab. VII-3** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.

## III. Couche XIXc

Dans cette couche, seules des dents d'Equidés ont pu être échantillonnées. Au total, six dents ont été analysées dont deux avec des prélèvements multiples (tab.VI-4). Les  $\delta^{18}\text{O}_p$  varient entre 14,2‰ et 15,5‰ ( $1\sigma = 0,1\%$ ), l'écart est donc de 1,3‰. H.C. Fricke & J.R. O'Neil (1996) ont montré que des variations inter-individuelles sont de l'ordre de 1 à 2‰. Les  $T^{\circ}\text{moy-an}$  s'échelonnent de 7 à  $10^{\circ}\text{C}$  avec une moyenne légèrement en dessous des  $9^{\circ}\text{C}$ .

Espèce	Dent	Distance (mm)	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)	Moyenne(‰)			
Cheval	M/1-2		15,2	-9,3				
		P4/		14,5	-10,1			
			M/1		15,5	-8,8		
		P4/	M3/		14,2	-10,6		
			5	16,7	-7,2	15,5 (-8,8)		
			10	16,8	-7,1			
			15	15,7	-8,6			
			20	15,9	-8,3			
			26	14,7	-9,9			
			31	15,1	-9,4			
			36	15,6	-8,7			
			42	14,8	-9,8			
			47	15,5	-8,9			
			52	15,8	-8,5			
			58	14,5	-10,2			
			63	15,3	-9,1			
			68	15,3	-9,2			
	M1/			6	14,7		-10,0	14,9 (-9,7)
				12	14,8		-9,8	
			18	14,6	-10,1			
		24	14,5	-10,2				
		30	14,8	-9,9				
		36	15,3	-9,2				
		41	15,5	-8,9				
		47	15,1	-9,4				
	53	14,8	-9,9					

**Tab. VII-4** (La Baume de Gigny ; couche XIXc) : Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire ; Composition isotopique de l'eau météorique.

## ✓ P4/ Cheval

Le long des 70mm de hauteur de couronne, 13 prélèvements ont été effectués. Les valeurs de  $\delta^{18}\text{O}_p$  s'échelonnent entre 14,5‰ et 16,8‰ (fig.VII-3). L'amplitude observée est de 2,3‰ et la moyenne de 15,5‰ ( $1\sigma=0,1$  ‰) indiquant une  $T^{\circ}\text{moy-an}$  de  $10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . L'enregistrement des variations isotopiques de cette dent ne s'apparente pas à une courbe sinusoïdale comme la P4/ du niveau XXIa. Néanmoins nous pouvons assimiler les extrêmes aux températures maximale et minimale. Les températures, les plus chaudes sont très légèrement inférieures à celles actuelles :  $18^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  et les hivers beaucoup plus froids de l'ordre de  $-1^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Ces valeurs sont équivalentes à celles de Cracovie aujourd'hui (Annexe 22).

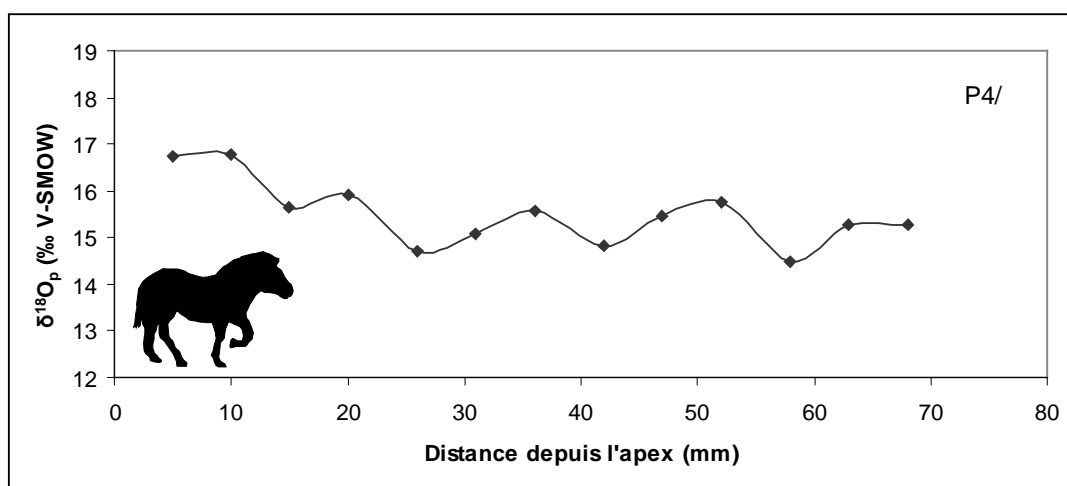


Fig. VII-3 (La Baume de Gigny ; couche XIXIc) : Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.

## ✓ M1/ Cheval

Les 9 échantillons prélevés le long de cette dent ont des valeurs de  $\delta^{18}\text{O}_p$  compris entre 14,5‰ et 15,5‰ (fig.VII-4) pour une valeur moyenne de 14,9 ‰ ( $1\sigma = 0,3$  ‰). La  $T^{\circ}\text{moy-an}$  qui en résulte est d'un peu moins de  $9^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ . L'aspect presque sinusoïdal de la courbe indique que la dent a bien enregistré les changements saisonniers, cependant l'amplitude observée est extrêmement faible surtout au regard de l'erreur analytique. Un tel schéma peut être attendu chez un animal qui s'abreuve dans une point d'eau où le renouvellement de cette dernière est suffisamment lent pour tamponner les variations comme par exemple un lac (Rozanski *et al.*, 2002).

J.D. Bryant et collaborateurs (1994) conseillent d'utiliser principalement des dents de formation tardive (telle que la M3) afin d'éviter toute influence du signal pré-sevrage entraînant une augmentation de 4‰. Cependant A. Zazzo *et al.* (2002) montrent que ce signal est négligeable par rapport à celui du climat. Aucun enrichissement n'est observé dans nos analyses. Ce résultat confirme donc celui d'A. Zazzo *et al.* (2002).

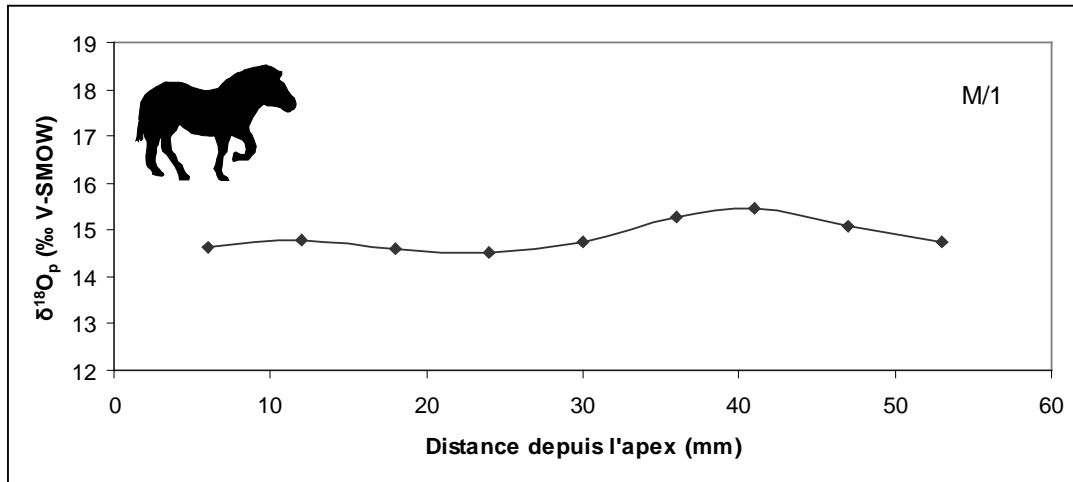


Fig. VII-4 (La Baume de Gigny ; couche XIXc) : Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la M1/ d'Equidé.

#### IV. Couche XIXb

Les  $\delta^{18}O_p$  provenant de l'émail dentaire de la M/1, P/4 et M/3 d'Equidés sont quasi identiques (tab. VII-5), respectivement : 15,1‰, 14,8‰ et 14,7‰ ( $1\sigma=0,2\text{‰}$ ). Il en résulte une température annuelle moyenne de  $8,5\pm 2^\circ\text{C}$ . La valeur obtenue pour la dent de Cerf est en accord avec celles obtenues pour le Cheval. Elle est très légèrement supérieure ( $\delta^{18}O_p=15,4\text{‰}$ ).

Espèce	Dent	$\delta^{18}O_p$ (‰)	$\delta^{18}O_m$ (‰)
Cheval	M/1	15,1	-9,3
	P/4	14,8	-9,7
	M/3	14,7	-9,9
Cerf	M2/	15,4	-9,0

Tab. VII-5 (La Baume de Gigny ; couche XIXb). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.

#### V. Couche XIXa

Le tableau VII-6 indique un écart de 1 ‰ entre les deux valeurs du  $\delta^{18}O_p$ . Cette différence peut s'expliquer par la variabilité inter-individuelle. La température annuelle moyenne se situant autour de  $8^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ .

Espèce	Dent	$\delta^{18}O_p$ (‰)	$\delta^{18}O_m$ (‰)
Cheval	M/2	14,1	-10,7
	M/3	15,2	-9,4

Tab. VII-6 (La Baume de Gigny ; couche XIXa). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.

D'un point de vue climatique, il ne semble pas y avoir de nette distinction entre les sous-couches XIXc, XIXb et XIXa.

## VI. Couche XVI

La dent de Cheval présente un rapport isotopique peu élevé ( $\delta^{18}\text{O}_p=14,7$  ; tab.II-7) correspondant à une température annuelle moyenne d'environ  $8\pm 1^\circ\text{C}$ . Les deux valeurs obtenues pour le Renne sont extrêmement différentes : 16,5‰ pour la M1-2/ et 10,9‰ pour la P4/ ( $1\sigma = \pm 0,1$  ‰). Une étude sur les Rennes actuels a montré qu'il était difficile d'établir une droite de fractionnement pour cette espèce, car au sein d'une même aire, le  $\delta^{18}\text{O}_p$  est fortement variable (Iacumin & Longinelli, 2002). Toutefois l'intervalle qu'ils obtiennent est plus faible (1,3 à 3,6‰) que celui de cette étude : 5,6‰.

Plusieurs facteurs peuvent être avancés afin d'expliquer ce large intervalle :

- la dent enregistre une période restreinte de la vie de l'animal, le rang dentaire peut alors avoir une influence.

- les spécimens peuvent appartenir à deux hardes distinctes ne tirant pas leur eau des mêmes ressources (ingestion de neige ?).

- l'enregistrement n'est pas forcément le reflet de l'environnement immédiat du fait des grands déplacements qu'ils sont susceptibles de faire (migration).

Nos résultats vont dans le même sens que ceux de Iacumin & Longinelli (2002), à savoir, que le Renne a une portée limitée lors d'étude quantitative du climat.

Espèce	Dent	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)
Cheval	P/3	14,7	-10,0
Renne	M1-2/	16,5	-9,0
	P4/	10,9	-14,0

**Tab. VII-7** (La Baume de Gigny ; couche XVI). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.

## VII. Couche XV

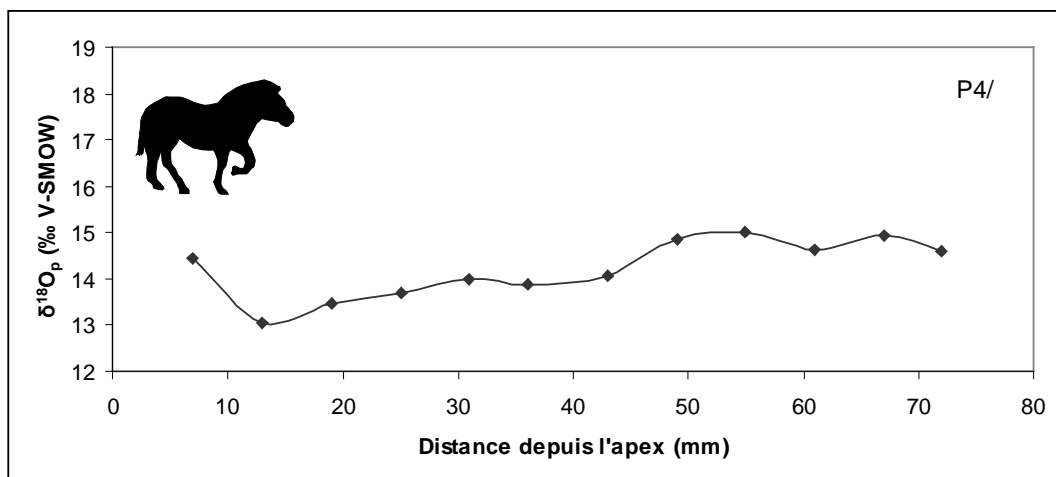
Le matériel disponible dans cette couche a permis de faire des analyses géochimiques sur les trois espèces : deux dents de Cheval, une de Cerf et deux de Renne. A l'exception d'une dent de Renne dont la valeur du  $\delta^{18}\text{O}_m$  a été estimée à -13,4‰ ( $1\sigma=\pm 0,1\%$ ), toutes les dents montrent une valeur moyenne du  $\delta^{18}\text{O}_m$  comprise entre -10,1‰ et -10,6‰. Il en résulte une température annuelle moyenne de  $7^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ . Cette fois encore les deux valeurs obtenues pour le Renne ne sont pas semblables entre elles, néanmoins la différence est plus faible (2,7‰) et correspond plus à celles observées par Iacumin & Longinelli (2002). L'hypothèse de l'influence du rang dentaire n'est pas à envisager puisque les dents analysées sont toutes deux des P4/.

Espèce	Dent	Distance (mm)	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)	Moyenne(‰)
Cheval	M/3		14,2	-10,6	14,2 (-10,6)
	P4/	7	14,5	-10,2	
		13	13,1	-12,1	
		19	13,5	-11,6	
		25	13,7	-11,3	
		31	14	-10,9	
		36	13,9	-11,0	
		43	14,1	-10,8	
		49	14,9	-9,7	
		55	15	-9,5	
		61	14,6	-10,0	
67	14,9	-9,6			
72	14,6	-10,1			
Cerf	M/3		14,2	-10,1	
Renne	P4/		11,6	-13,4	
	P4/		14,2	-11,0	

**Tab. VII-8** (La Baume de Gigny ; couche XV). Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et composition isotopique de l'eau météorique.

✓ P4/ Cheval

Douze échantillons ont été prélevés le long des 74mm de hauteur de couronne. Les valeurs s'échelonnent entre 13,1‰ et 15‰ avec une moyenne de 14,2‰ ( $1\sigma = \pm 0,1\%$ ). La température annuelle moyenne se situe autour de  $7^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . L'enregistrement des variations isotopiques le long de la couronne ne s'apparente pas à un signal sinusoïdal (fig.VII-5). Toutefois, comme pour la P4/ du niveau XIXc, les valeurs maximale et minimale sont considérées comme des approximations des températures de la bonne et de la mauvaise saison. Ainsi, lors de la période estivale les températures sont estimées à moins de  $16^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  tandis que celles hivernales descendent à  $-4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Ces valeurs et cette amplitude s'approchent des données actuelles de villes plus au Nord et plus à l'Est comme Helsinki ou Vilnius (Annexe 22). L'hiver est la période offrant le plus fort contraste.



**Fig. VII-5** (La Baume de Gigny ; couche XV). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.

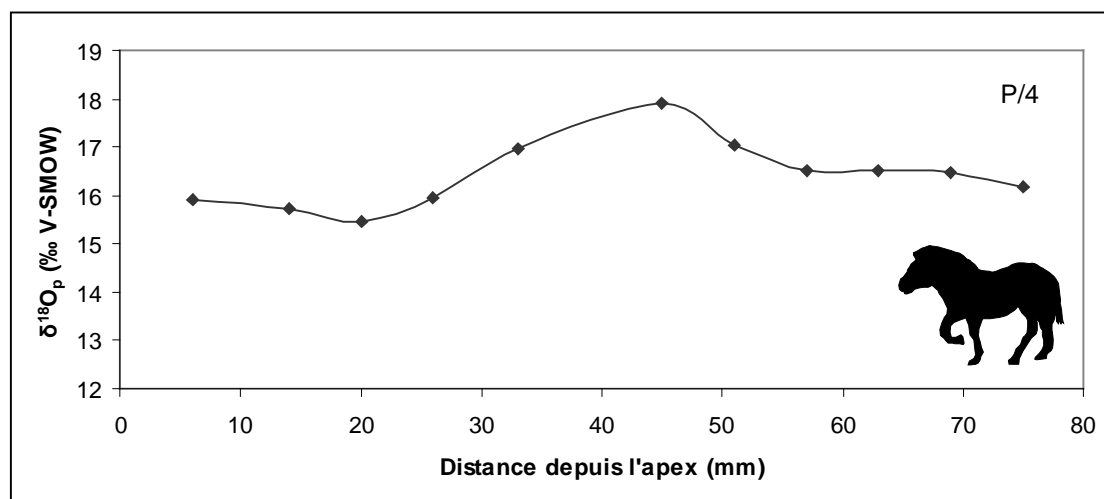
## VIII. Couche IX

Cette couche n'a livré qu'une dizaine de restes dentaires et osseux, parmi eux une mandibule de Cheval a pu fournir une quatrième prémolaire sur laquelle onze prélèvements ont été effectués (tab.VII-9). Les valeurs sont comprises entre 15,5‰ et 17,9‰ et la moyenne est de 16,4‰ ( $1\sigma = \pm 0,2$  ‰). La température annuelle moyenne est estimée à  $12\pm 2^\circ\text{C}$ . Elle correspond aux données actuelles pour la région, légèrement plus chaude.

Espèce	Dent	Distance (mm)	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)	Moyenne(‰)
Cheval	P/4	6	15,9	-8,3	16,4 (-7,6)
		14	15,7	-8,5	
		20	15,5	-8,9	
		26	15,9	-8,2	
		33	17,0	-6,8	
		45	17,9	-5,6	
		51	17,0	-6,8	
		57	16,5	-7,4	
		63	16,5	-7,5	
		69	16,5	-7,5	
		75	16,2	-7,9	

**Tab VII-9** (La Baume de Gigny ; couche IX). Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire ; Composition isotopique de l'eau météorique.

L'enregistrement des variations isotopiques montre un pattern cyclique avec une périodicité en accord avec celle de la M/2 de la couche XXIIa (fig.VII-6). L'amplitude observée est de 2,4‰. Après les corrections de l'amplitude liées à l'atténuation du signal, les températures d'été et d'hiver sont respectivement évaluées à  $20^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$  et  $1^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ . Ces valeurs sont proches de celles actuelles.



**Fig. VII-6** (La Baume de Gigny ; couche XV). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P/4/ d'Equidé.

## IX. Couche VIII

Une dent de Cheval et une de Cerf ont été analysées. Les résultats obtenus diffèrent d'1,8‰ ( $1\sigma = \pm 0,2 \text{ ‰}$ ) (tab.VII-10). L'estimation de la moyenne annuelle pour le Cheval est de  $14^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  tandis que pour le Cerf elle est de  $11^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Les analyses sédimentologiques évoquent la probabilité d'un remaniement de cette couche (Campy *et al.*, 1989). Ce phénomène pourrait alors expliquer cette différence. Malgré tout l'idée d'un climat tempéré peut être avancée.

Espèce	Dent	$\delta^{18}\text{O}_p$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_m$ (‰)
Cheval	M/2	17,2	-6,6
Cerf	M2/	16,0	-8,4

Tab. VII-10. (La Baume de Gigny; couche VIII). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et composition isotopique de l'eau météorique.

## X. Etude diachronique

La figure VII-7 retrace les variations de température le long de la séquence de l'ensemble moyen de la Baume de Gigny.

Le plancher stalagmitique correspondant à la couche XXIa est datée par les méthodes  $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$  et ESR d'environ 145000ans. Il s'agit d'un interstade où la température moyenne annuelle est semblable à celle d'aujourd'hui. Cependant l'amplitude entre l'été et l'hiver est plus importante avec des périodes estivales un peu plus chaudes et des hivers beaucoup plus froids.

La couche XX est la première couche après une longue période de non-dépôt. Elle constitue le début du complexe moyen qui s'achève avec la couche VIII. Malheureusement, les couches XIV à X n'ont pu être étudiées par manque de matériel. Néanmoins deux phases se distinguent. La première s'étend des couches XX à XV où un refroidissement graduel mais sensible est enregistré par le  $\delta^{18}\text{O}_p$  de l'émail dentaire du Cheval et du Cerf (fig.VII-7). La température moyenne annuelle chute de  $9^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  à  $7^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Ces valeurs sont en-dessous des températures moyennes annuelles actuelles de la région ( $11^{\circ}\text{C}$ ). Le contraste saisonnier était beaucoup plus accentué qu'aujourd'hui, avec des amplitudes entre hiver et été de  $19^{\circ}\text{C}$ - $20^{\circ}\text{C}$  (couche XV et XIXc) alors qu'actuellement les villes de Dijon, Besançon ou Luxeuil montrent des différences de l'ordre de  $16^{\circ}\text{C}$ . De tels écarts sont observés plus à l'Est (fig.VII-8), c'est-à-dire où le climat est plus continental. Or les limites de rivages ont évolué au cours du temps, livrant des espaces émergés lors des périodes froides. Cet éloignement par rapport à la côte permet d'expliquer la continentalisation du climat. Toutefois l'augmentation de l'amplitude ne se répartit pas également entre l'été et l'hiver. Si l'été est légèrement moins chaud, en revanche les hivers sont beaucoup plus froids.

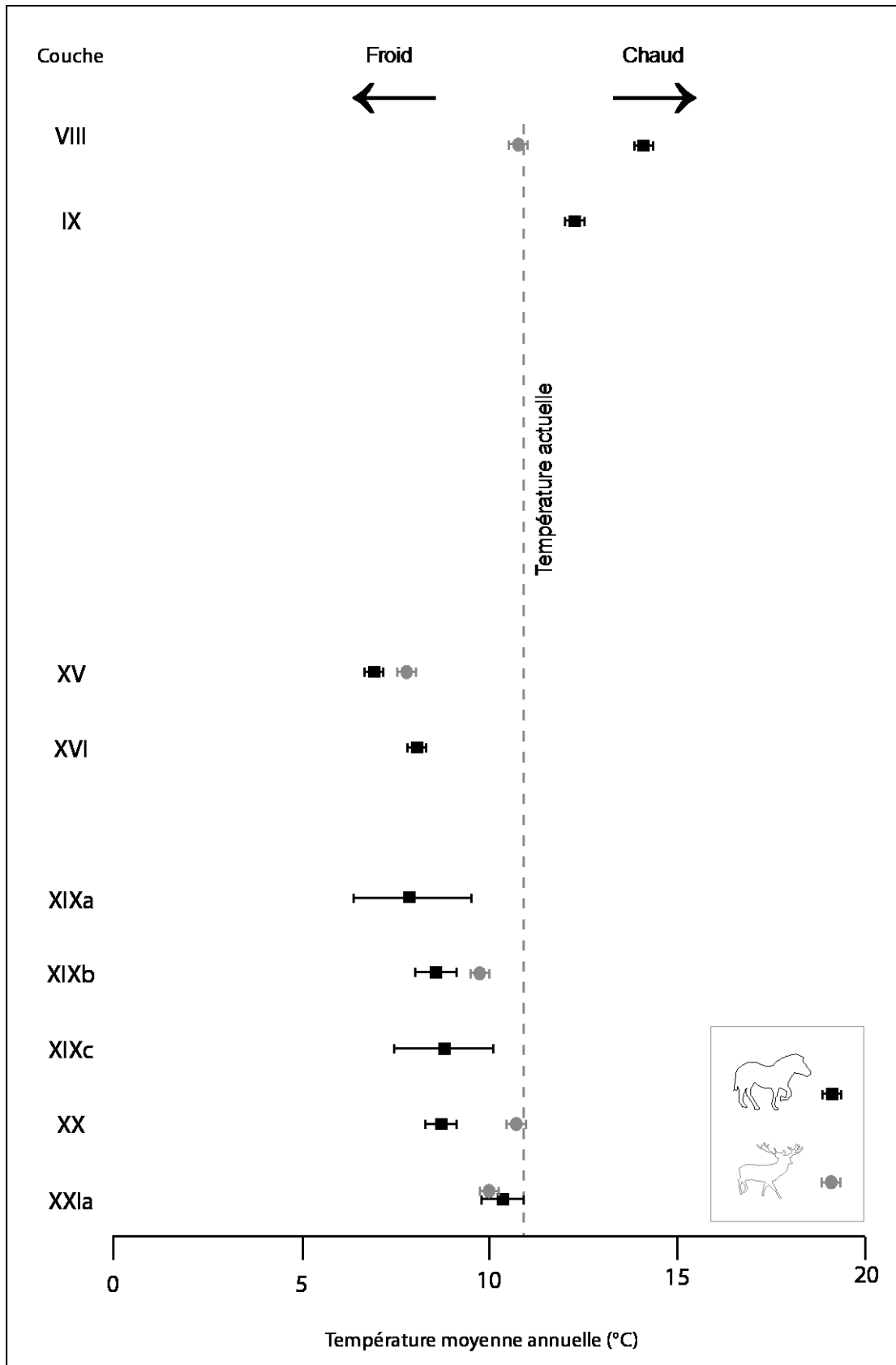


Fig. VII-7 (La Baume de Gigny): Evolution des températures estimées à partir des du  $\delta^{18}O_p$  moyen des dents de Cheval et de Cerf.





**Fig. VII-8 (La Baume de Gigny) :** Carte des capitales européennes. Les couches de la Baume de Gigny (chiffre romain en gras) ont été replacées par comparaison avec les données climatiques actuelles (amplitude saisonnière et moyenne annuelle des températures).

La seconde phase regroupe les couches IX et VIII. Les températures moyennes annuelles sont similaires ou légèrement plus chaude que celles actuelles. Cependant l'amplitude reste plus importante qu'aujourd'hui avec des étés aussi chauds ( $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) et des hivers un peu plus froids ( $1^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Ces couches correspondent à des interstades tempérés.

Synthèse des analyses biogéochimique :

- Le Cheval et le Cerf présentent des valeurs isotopiques moyennes proches confirmant ainsi la bonne conservation de l'enregistrement. Le Cerf est souvent légèrement enrichi en  $^{18}\text{O}$  à cause de son régime alimentaire.
- Les valeurs isotopiques de l'oxygène des dents de Renne sont extrêmement variables au sein même d'une couche. Son éthologie particulière est avancée pour expliquer de telles différences.
- L'enregistrement des variations intra-dent d'une M/1 confirme les observations d'A. Zazzo (2002) selon lesquelles le signal environnemental est plus important que le signal de pré-sevrage.
- Les analyses sériées intra-dent d'Equidés ne présentent pas systématiquement un enregistrement sinusoïdal reflétant un signal saisonnier.
- L'ensemble moyen présente deux phases distinctes : un refroidissement graduel des couches XX à XV ainsi qu'une période interstadière tempérée concernant les couches IX et VIII.
- Le climat est plus continental avec des amplitudes thermiques plus importantes qu'à l'heure actuelle.
- L'hiver est la saison montrant le plus de différence avec l'actuel. En effet, la mauvaise saison était beaucoup plus froide.

## **XI. Comparaison avec les données isotopiques des Rongeurs de la Baume de Gigny**

En 2004, N. Navarro a entrepris l'étude des variations isotopiques de l'oxygène issues de M/1 et d'incisives de Rongeurs. Ces derniers proviennent de prélèvements effectués le long de la séquence. Afin de pouvoir comparer avec nos résultats nous avons regroupé les mesures par couches. Le résultat est illustré par la figure VII-9. Les températures estimées *via* la macrofaune (Cheval et Cerf) sont en adéquation avec celles obtenues à partir des dents de Rongeurs. Les deux tendances observées précédemment sont également visibles chez ce groupe, à savoir une augmentation du froid de la couche XX à la couche XV puis une phase tempérée en fin de séquence. Les grandes différences interspécifiques des températures annuelles moyennes au niveau de la couche VIII renforce l'idée de remaniement dans cette couche. Bien que les mêmes tendances soient visibles, les dents de Rongeurs montrent quasi systématiquement des valeurs de température plus basses que celles des grands mammifères. Autre fait remarquable est la forte variabilité intra-couche des valeurs isotopiques des dents de Rongeurs par rapport aux ongulés. Au sein d'une même couche, l'estimation des températures peut différer de plus de 5°C.

Plusieurs paramètres expliquent ces différences :

- une durée de vie courte entraînant l'enregistrement d'une seule saison.
- une provenance variable qui est fonction des distances parcourues par les rapaces.
- une plus grande indépendance vis-à-vis de l'eau. L'oxygène provient principalement de l'eau de leur nourriture.

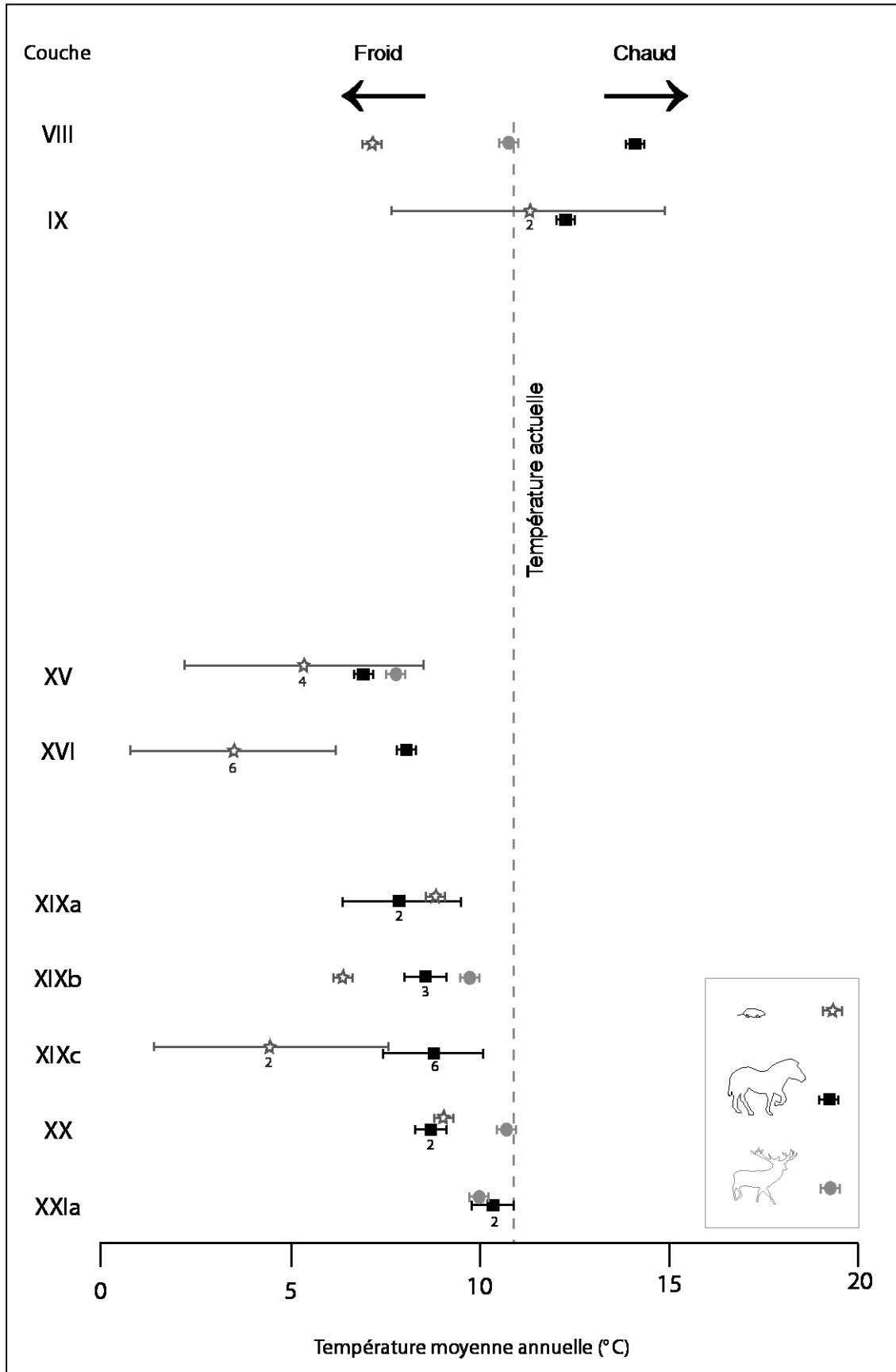


Fig. VII-9 (La Baume de Gigny) : Comparaison des températures estimées à partir du  $\delta^{18}O_p$  des dents de Rongeurs de la Baume de Gigny avec les résultats de cette étude. Les chiffres situés sous les symboles indiquent la taille de l'échantillon.

Ces comparaisons inter-spécifique permettent d'évaluer le potentiel informatif de chaque taxon lors de reconstitutions paléoclimatiques à partir des données isotopiques de l'oxygène provenant du phosphate de l'émail dentaire (tab.VII-11). Le Renne ne semble pas se prêter à ce type d'étude, les valeurs sont extrêmement différentes au sein d'une même couche. Le Cheval et le Cerf, s'ils ont été exploités par les Préhistoriques, présentent l'avantage de refléter le climat lors de l'occupation humaine. Les valeurs isotopiques fournies par les Chevaux semblent robustes, la variabilité intra-couche est relativement faible, de l'ordre de la variabilité inter-individuelle. A l'échelle de la couche, les dents d'Equidés sont à préférer à celles de rongeurs. Ces derniers montrent des données intra-couche très hétérogènes.

Higgins & MacFadden (2004) préconise l'utilisation des dents de Bisons plutôt que celles du Cheval, lors des reconstitutions des variations saisonnières. L'absence de dents de Bisons n'a pu apporter plus de précisions sur ce sujet. Toutefois 2 dents sur 6 présentent un signal sinusoïdal cyclique. Il serait intéressant de tester chaque dent d'une même rangée dentaire afin de voir si l'une d'elle serait plus appropriée pour ce type d'étude. Sur les 6 dents à échantillonnage multiple, 3 appartiennent à la rangée dentaire supérieure et 3 celle inférieure. Seules les dents jugales inférieures montrent un enregistrement sinusoïdal, cependant l'effectif est trop faible pour pouvoir généraliser ce résultat.

	Cheval	Cerf	Renne	Rongeur
Avantage	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Enregistrement variabilité saisonnière.</li> <li>▫ Information sur climat lors de l'occupation humaine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Information sur climat lors de l'occupation humaine</li> <li>▫ Permet de confirmer les données obtenues pour d'autres espèces</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Trouvé en grande quantité dans les gisements</li> <li>▫ Information régulière le long de la séquence --&gt; enregistrement plus continu</li> </ul>
Inconvénient	Information ponctuelle	Signal reflète plus eau nourriture que eau de boisson --> signal influencé par humidité et évapotranspiration	Régime alimentaire et éthologie masquent enregistrement climatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Enregistrement d'une saison en particulier</li> <li>▫ Provenance pouvant être relativement lointaine</li> </ul>

Tab. VII-11 (La Baume de Gigny) : Avantages et Inconvénients des différentes espèces pour les reconstitutions paléoclimatiques

## XII. Comparaison inter-site

Les sites de la Grande Pile, du lac du Bouchet, des Echets ou Gossau ont fournis de nombreuses informations bioclimatiques sur cette période (Woillard, 1978 ; de Beaulieu & Reille, 1984, 1989, 1992 ; Guiot *et al.*, 1989, 1993 ; Reille & deBeaulieu, 1990 ; Ponel, 1995 ; Fauquette *et al.*, 1999 ; Jost-Stauffer *et al.*, 2001, 2005). Les insectes et notamment les coléoptères présents le long des séquences sont de bons estimateurs des paléotempératures (Ponel, 1995 ; Jost-Stauffer *et al.*, 2001, 2005 ; Coope, 2002).

A la Baume de Gigny, le plancher stalagmitique correspondant à la couche XXIa datée à 145.000 ans environ, avait été associée au dernier interstade rissien ou à l'éémien (Campy *et al.*, 1989). La température annuelle moyenne estimée pour cette couche est de 10°C±2°C. Cette valeur

correspond avec celle obtenues à la Grande Pile (9°C à 12°C), aux Echets (8°C-12°C) ou encore au Lac du Bouchet (10°C à 13°C) pour des températures annuelles actuelles d'environ 10°C (Guiot, 1990 ; Ponel, 1995 ; Fauquette *et al.*, 1999). A la Grande Pile les différentes études ont montré une augmentation de l'amplitude saisonnière comme à la Baume de Gigny.

La couche 4 de Coudoulous I (Lot), a fait l'objet d'une étude biogéochimique de l'oxygène issu du phosphate de l'émail dentaire de Bison (Bernard *et al.*, 2009). Cette couche est également contemporaine de la couche XXIa de la Baume de Gigny (Jaubert *et al.*, 2005). La température moyenne annuelle obtenue est de 9°C±3°C soit inférieure de 3°C aux valeurs actuelles, à la Baume de Gigny sensiblement équivalente à celle d'aujourd'hui (tab.VII-12). En revanche, le même pattern d'amplitude saisonnière est observé avec des températures estivales légèrement plus chaudes qu'aujourd'hui alors que les hivers sont beaucoup plus froids.

	Actuel		à 140.000 ans	
	Villars	Besançon	Coudoulous I	Gigny
Température moyenne annuelle de l'air (°C)	12 ± 1	10.5 ± 1	9 ± 3	10 ± 2
Température hivernale (°C)	6 ± 1	3 ± 1	-1 ± 3	-7 °C ± 2
Température estivale (°C)	18 ± 1	19 ± 1	19 ± 3	22 ± 1
Amplitude thermique (°C)	12	16	20	29

**Tab. VII-12** (La Baume Gigny) : Températures actuelles et à 140.000 ans du Lot et du Jura



### 3. Caractérisation du climat et de l'environnement de la Baume de Gigny

La caractérisation du climat et de l'environnement des différentes couches de la Baume de Gigny s'appuie sur de nombreuses études (issues de la monographie : Campy *et al.*, 1989) :

- **sédimentologiques** : Campy, 1989\* ; Campy *et al.*, 1990

- **fauniques** :

  - *rongeur* : Chaline & Brochet, 1989 ; Chaline *et al.*, 1995 ; Montuire *et al.*, 1997 ; Navarro *et al.*, 2004, **thèse**

  - *macrofaune* : **thèse**

  - *oiseau* : Mourer-Chauviré, 1989

- **palynologiques** : Heim, 1989

- **isotopiques** : Navarro *et al.*, 2004, **thèse**

#### I. Couche XXIa (annexe 23)

Il s'agit d'un plancher stalagmitique qui s'est formé sous un climat tempéré. Cette couche est considérée comme un interstade. L'analyse combinée des cénogrammes, des rongeurs et de la grande faune indique un paysage ouvert (*Microtus agrestis*, *Microtus gregalis*, *Arvicola terrestris*, *Allocricetus bursae*, *Equus caballus*) dans une ambiance humide (*Microtus malei*, *Microtus agrestis*, *Microtus (Terricola) subterraneus*). La présence du Cerf et du Campagnol roussâtre suggère toutefois l'existence de bois non loin du site, certainement dans la vallée. Ce paysage mixte à tendance ouverte se confirme par la grande diversité des types de locomotion observés. On note cependant l'absence d'espèces pesant entre 1kg et 100 kg renforçant la prédominance d'un milieu ouvert. De grandes prairies devaient recouvrir les plateaux.

D'un point de vue des températures, toutes les données convergent vers un climat tempéré quasiment aussi chaud qu'aujourd'hui. Les données isotopiques réalisées sur l'émail dentaire de Chevaux et de Cerf s'accordent sur des températures de l'ordre de 10°C±2°C. La moyenne annuelle actuelle est d'environ 11°C. Aucune espèce de climat très froid n'est présente. La palynologie confirme le climat clémente de cette couche dominée par le pin ainsi qu'une pluviométrie accrue.

#### II. Couche XX (annexe 23)

Le degré d'ouverture de l'environnement et l'humidité du climat ressemblent à ceux de la couche précédente (*Microtus agrestis*, *Microtus gregalis*, *Arvicola terrestris*, *Microtus (Terricola) subterraneus*, *Cervus elaphus*, *Equus caballus*). Les oiseaux confirment la présence de milieu fermé au sein d'un paysage ouvert.

Toutefois le climat est plus frais : présence (faible) d'éléments cryoclastiques. Les informations concernant les températures (isotopes et indice climatique) suggèrent une température annuelle

moyenne d'environ  $9^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Cette valeur est également estimée en appliquant la méthode développée par C. Griggo (1996). Par ailleurs des analyses biogéochimiques menées sur les Rongeurs et sur les Chevaux montrent les mêmes résultats. Les données isotopiques obtenues à partir de dent de Cerf indiquent une température légèrement plus élevée ( $11^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Les analyses polliniques de part la présence d'espèces de climats océaniques suggèrent également un climat frais et humide.

### III. Couche XIX (annexe 23)

Sur la base de la sédimentologie, cette couche d'une puissance 1m20 avait initialement était subdivisée en 3 sous couches (XIXa, XIXb, XIXc). Cependant le contenu paléontologique et archéologique ne présente aucune différence. De nombreuses données isotopiques (n=2 pour XIXa ; n=3 pour XIXb ; n=6 pour XIXc) ont été réalisées, et toutes oscillent autour de 8-9°C. Avec toutefois une tendance à un refroidissement progressif. L'indice climatique calculé pour la température annuelle moyenne est estimé à 8°C. Cette valeur est cependant à nuancer puisque certaines espèces comme le Mégacéros, le Mammouth et l'Hydruntin n'ont pas été prises en compte dans l'analyse car nous ne disposons pas de leurs paramètres climatiques (cette méthode s'appuyant sur les répartitions actuelles, les espèces disparues telles que le Mammouth et le Mégacéros n'ont pu être intégrées). Néanmoins, étant donné la pondération par le NMI, ces trois espèces auraient peu d'impact.

La présence de taxon de grande taille tels que le Mammouth, le Bison, le Cheval, le Mégacéros souligne un environnement composé principalement de grands espaces ouverts. Le caractère ouvert du paysage est confirmé par plusieurs indices : la répartition pondérale des mammifères, la présence de nombreuses espèces hypsodontes, celle de grands mammifères coureurs ou encore par les niches écologiques des rongeurs (*Microtus agrestis*, *Microtus gregalis*, *Arvicola terrestris*). Les analyses polliniques ont montré une chute des espèces forestières au profit d'herbacées de type steppique. Quelques rares îlots boisés émergent tout de même du paysage comme le souligne les oiseaux forestiers, le Renard et le Cerf.

Le climat est toujours humide (*Microtus malei*, *Mucrotus agrestis*, *Microtus (Terricola) subterraneus*) toutefois un peu moins que la couche sous-jacente (*Microtus gregalis*, *Microtus arvalis*).

Bien que leur NMI soit faible, cette couche voit apparaître des espèces typiques de climat froid (*Mammuthus primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Dicrostonyx torquatus*, *Lagurus Lagurus*, *Microtus malei*).

### IV. Couche XVII-XVIII (annexe 23)

Le cénogramme de cette couche indique un milieu mixte, la pente des espèces supérieures à 500g est légèrement plus abrupte que celle de la couche précédente suggérant un environnement un peu plus sec que les niveaux sous-jacents. Les rongeurs déterminés sont majoritairement de milieu ouvert (*Microtus agrestis*, *Microtus gregalis*, *Arvicola terrestris*, *Marmotta marmotta*, *Cricetus cricetus*). Bien que faiblement représentées, des espèces forestières et de climat tempéré ont été observées (*Apodemus sylvaticus* et *Clethrionomys glareolus*). Même observation chez les oiseaux, les



espèces de milieu ouvert sont plus fréquentes que celles de milieu boisé. L'apparition d'espèces héliophiles (faune : marmotte et flore : *Juniperus*) renforce cette idée d'environnement dégagé.

Le Mammouth est absent de cette couche, en revanche le Rhinocéros laineux et le Renard polaire font leur apparition suggérant la persistance d'un climat froid avec la présence continue du Campagnol des hauteurs, de Male et du Lemming des steppes.

La liste faunique des rongeurs révèle un climat à dominante sèche (*Microtus arvalis*, *Lagurus lagurus*, *Microtus gregalis*, *Cricetus cricetus*). Les espèces de milieux humides sont cependant présentes (*Microtus agrestis*).

Pareillement à la couche précédente, la grande diversité observée dans les histogrammes écologiques, plaide en faveur d'un environnement mosaïque.

## V. Couche XVI (annexe 23)

Cette couche semble s'être formée lors de conditions climatiques légèrement plus favorables dans un climat froid malgré tout. En effet, si le Mammouth et le Rhinocéros laineux sont absents, le Renne augmente et le Renard polaire persiste ainsi que les rongeurs tels que le Campagnol des hauteurs, de Male et le Lemming des steppes. Quelques espèces de climat tempéré font leur apparition : *Capreolus capreolus* pour les grands mammifères et *Eliomys quercinus*, *Clethrionomys glareolus* et *Apodemus sylvaticus* pour les rongeurs. Les oiseaux confirment cette ambiance plus douce. Cependant ils montrent également un environnement fortement découvert tandis que les mammifères reflètent un milieu plus mixte, les espaces boisées sont de plus grande importance : présence du Chevreuil, du Cerf, du Renard, des Mustelidés, du Lérot, du Campagnol des bois et du Mulot alpestre. Le cénogramme et le spectre de la microfaune sont quasi identiques à ceux de la couche XVII. Les données isotopiques de l'émail du Cheval donnent une température de  $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

## VI. Couche XV (annexe 23)

D'un point de vue sédimentaire, changement radical, augmentation importante des éléments cryoclastiques (>50%), de cailloutis anguleux. Des blocs d'effondrements (phénomène lié au gel) sont présents dans cette couche. Un changement net est également observé dans le spectre faunique des rongeurs : forte réduction des rongeurs de milieu continental au profit des espèces de milieu humide et boréal. La liste faunique des grands mammifères reste quasiment inchangée, elle ne semble pas enregistrer de variation, seul le Mégacéros n'est plus observé.

L'indice climatique basé sur les grands mammifères est de  $8^{\circ}\text{C}$ . Les valeurs isotopiques des dents de Chevaux (n=2) sont identiques entre elles et propose une température plus froide  $7^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . La dent de Cerf indique une température similaire à celle des Chevaux :  $7^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Le cénogramme et l'association faunique des rongeurs signalent un milieu humide (*Microtus malei*, *Microtus agrestis*, *Microtus (Terricola) subterraneus*) et ouvert (*Microtus agrestis*, *Arvicola terrestris*, *Microtus gregalis*).

Le climat et l'environnement des couches XIV à X est plus difficile à appréhender. Les couches sont de faible puissance avec peu de matériel. Du point de vue des rongeurs, le Campagnol de Mâle domine nettement dans toutes ces couches. C'est une espèce boréale ayant besoin d'un peu

d'humidité. Le Lemming à collier y est systématiquement associé traduisant un caractère froid. Les oiseaux caractérisent également un milieu froid. En revanche, les analyses polliniques plaident en faveur d'une période clémente excepté dans les couches XIV et XI. De même, les analyses géochimiques sur l'émail des dents de Rongeurs suggèrent des conditions plus douces que dans les couches XX à XVI à l'exception de la couche XIV. Les isotopes de l'oxygène provenant de l'émail dentaire de Cheval indiquent que la couche IX correspond à une phase tempérée avec une température moyenne annuelle estimée à  $12^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Au niveau des mammifères, le Chevreuil et le Cerf sont présents dans les couches XIV et XIII puis ils sont remplacés par le Renne dans les couches XI à IX.

Malgré ces contradictions nous avons tenté de décrire et de définir au mieux l'environnement et le climat de ces couches.

## VII. Couche XIV (annexe 23)

Cette couche dont la puissance maximale de 1m se trouve sur les côtés ne contient que très peu de restes osseux de grands mammifères (NRD=31). Deux espèces ont pu être déterminées le Cerf et le Chevreuil, espèces de climat tempéré à couvert végétal forestier. On peut noter la présence de rongeur de climat identique à celui-ci (*Clethrionomys glareolus* et *Apodemus sylvaticus*) mais leur nombre d'individus se réduit à un ou deux, tandis que les espèces de milieu très froid (*Microtus malei*, *Dicrostonyx torquatus*, *Microtus gregalis*, *Lagurus lagurus*) dominent le spectre. Les oiseaux plaident également en faveur d'un climat froid. L'étude des rongeurs révèle un paysage mixte principalement ouvert (*Microtus agrestis*, *Microtus gregalis*, *Arvicola terrestris*) accompagné de petites zones boisées (*Clethrionomys glareolus*, *Apodemus sylvaticus*). L'agencement des droites du cénogramme reflète un environnement ouvert et aride. L'humidité est difficile à appréhender, il y a plus d'espèces de rongeurs de milieu sec que de milieu humide mais moins d'individus.

La palynologie montre l'apparition dans cette couche d'espèces héliophiles suggérant un milieu ouvert. Elle montre également une augmentation légère de l'humidité et du froid par la présence de plante circum-polaire (*Lycopodium*) et hygro-sciaphiles (*Alnus*, *Fagus*).

## VIII. Couche XIII (annexe 23)

Il s'agit d'une couche pauvre en restes osseux de grands mammifères (NRD=52). Malgré la présence de rares individus de milieu tempéré (Chevreuil, Cerf, Campagnol roussâtre et Mulot alpestre), le climat semble froid (Lemming à collier, Campagnol de Male et Campagnol des hauteurs). Le spectre faunique des rongeurs est totalement dominé par ce dernier (75%), c'est une espèce retrouvée actuellement en milieu boréal. Cette couche est toutefois moins froide que la précédente, les éléments cryoclastiques sont en nette diminution (25%).

Le cénogramme et les rongeurs indiquent un paysage ouvert à tendance aride.

## IX. Couche XII (annexe 23)

La couche XII est une petite couche de 15 cm d'épaisseur sur 2-3m de long et 50 cm de large, renfermant 112 restes osseux dont la moitié ont été déterminés spécifiquement. Parmi les espèces présentes, se trouvent le Cerf, le Chamois, l'Ours et le Renard.

Le spectre faunique des rongeurs est quasiment identique à celui de la couche précédente, les espèces forestières ont disparu, celles habituées à un environnement ouvert sont toujours fortement observées (*Microtus agrestis*, *Arvicola terrestris*, *Microtus gregalis*). Les espèces de milieu froid dominant à 92% le spectre.

Le cénogramme suggère un environnement ouvert et aride.

## X. Couche XI (annexe 23)

Le Renne vient remplacer le Cerf chez les grands mammifères. L'analyse des pollens indique un refroidissement identique à celui de la couche XIV, et un accroissement de l'humidité. Les rongeurs gardent la même richesse spécifique et la même diversité que dans les deux couches sous-jacentes. La sédimentologie souligne également un épisode très froid lors du dépôt de cette couche : éléments cryoclastiques très abondant.

Le cénogramme est caractéristique d'un paysage ouvert et plutôt humide.

## XI. Couche X (annexe 23)

Uniquement 16 restes ont été mis au jour dans cette couche, la majorité appartient au Renne, quelques restes proviennent du Renard polaire. Les rongeurs dominant nettement avec des espèces boréales voire arctiques. Au vu des mammifères (macro et micro-faune) observés dans cette couche, l'humidité est relativement élevée. Le cénogramme confirme cette hypothèse.

Les considérations sur l'ouverture du milieu sont délicates, le cénogramme et la grande faune signalent un environnement plutôt fermé, tandis qu'il n'est enregistré aucun rongeur de milieu forestier, au contraire la présence du Campagnol des champs et du Hamster des steppes sont des espèces typiques de milieu ouvert.

## XII. Couche IX (annexe 23)

Le Bison, le Cheval et le Renne caractérisent un paysage ouvert et froid. L'humidité est soutenue par l'agencement des droites du cénogramme ainsi que par les rongeurs. La microfaune est dominée à 78% par les espèces de milieu froid (boréal et arctique). La sédimentologie de part sa forte proportion d'éléments cryoclastiques est typique de milieu froid. L'avifaune est largement dominée par les lagopèdes caractéristiques de ce même climat.

Seule une dent d'Equidé a été étudiée en géochimie, cette dernière montre une température de  $12^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , température bien plus clémente que celle suggérée par les autres indices. Les deux dents de rongeurs étudiées donnent une température similaire :  $12^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . M. Campy (1989) lors de l'étude sédimentologique sur la répartition et la fréquence des galets allochtones montre que cette couche est

« génératrice » de ces galets et qu'ils correspondent à une période de réchauffement sensible du climat comme dans la couche XXIa.

Les différents indices utilisés ne permettent pas de trancher clairement sur la rigueur du climat.

### **XIII. Couche VIII (annexe 23)**

Le spectre faunique est largement dominé par le Chevreuil et le Cerf, espèces forestières, de climat tempéré. Le Renard confirme l'aspect plutôt fermé de l'environnement, des espaces découverts peuplés de rares Chevaux et Rennes devaient exister sur le plateau. Le cénogramme indique un milieu fermé et humide. L'hétérogénéité du milieu est soulignée par la diversité des types de locomotion, et la distribution pondérale des espèces.

Le spectre de la microfaune et le cénogramme indiquent un climat humide (*Microtus agrestis*, *Arvicola terrestris*).

Le Cheval et le Cerf ont fait l'objet d'analyses biogéochimiques. Des températures élémentaires caractéristiques d'interstade sont obtenues,  $14^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  et  $11^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  respectivement. Cette couche a été datée par  $^{14}\text{C}$  de 29.500 +/-1.400 BP (deux dates) soit 33.400 ans BP. Chaline & Brochet (1989) proposent une corrélation de cet interstade qu'ils nomment de Loisia avec celui d'Arcy-sur-Cure dans le Bassin Parisien, de Grand-Bois à la Grande Pile, à celui de Denekamp en Europe du Nord. N. Navarro (2004) corrèle ce niveau avec l'interstade d'Hengelo-Les Cottés (33500 BP).

La figure VIII-1 résume les variations des principaux paramètres définissant le climat et l'environnement.

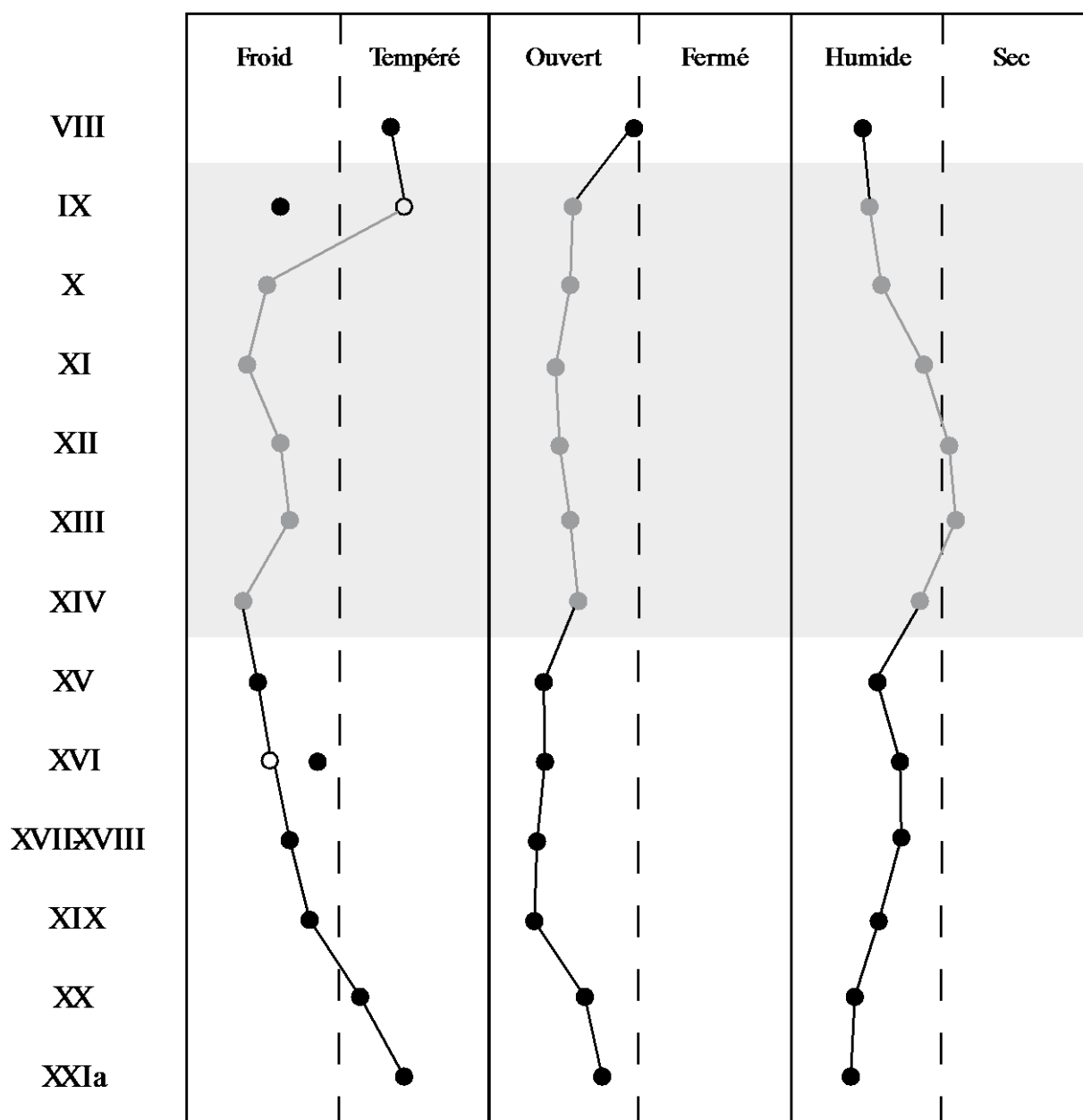


Fig. VIII-1 (La Baume de Gigny) : Evolution des paramètres climatiques et environnementaux le long de la séquence de l'ensemble moyen. La zone grisée représente les couches avec peu de matériel et par conséquent une plus grande incertitude concernant les paramètres climatiques. Les ronds vides correspondent aux données obtenues à partir des isotopes de l'oxygène chez les grands mammifères et les rongeurs.



## 4. Etude taphonomique et archéozoologique de la Baume de Gigny

### I. Présentation du matériel

L'ensemble moyen de la Baume de Gigny (soit 13 couches) a livré 10801 restes osseux et dentaires (tab.IX-1). Les couches IX, X et XI n'ont pas fait l'objet d'étude en raison du faible nombre de restes (respectivement 11, 16 et 4). Les matériaux lithiques et osseux sont inégalement distribués au sein des dix couches étudiées. Afin de faciliter les comparaisons inter couches, le tableau IX-1 rapporte les densités de matériel par m<sup>3</sup> de manière à s'affranchir du volume des couches et de la surface fouillée. Le nombre d'os par m<sup>3</sup> varie fortement selon les couches considérées s'échelonnant de 16 restes pour la couche XIV à 859 pour la couche VIII. Pour la couche XIII le rapport os/lithique est très élevé, c'est-à-dire que pour un artefact lithique il y a 34,5 restes osseux. Cependant cette couche contient une faible quantité de matériel, tant osseux que lithique. La proportion obtenue pour la couche XII est à nuancer car il s'agit également d'un reliquat de couche de faible extension (1,5 m<sup>2</sup> fouillée sur 15 cm d'épaisseur) de plus vers l'extérieur elle se mélange aux autres couches (XI et XIII). Les couches VIII, XVI, XIX et XXI présentent un rapport os/lithique sensiblement équivalent. Concernant les couches XV et XX, malgré des densités de vestiges différentes, elles montrent des rapports os/lithiques très faibles mais proches.

	VIII	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII-XVIII	XIX	XX	XXI
NRT os	1095	112	207	99	1613	1541	1164	3779	1002	158
NRT lithique	170	29	6	12	655	384	Indét	745	298	30
Surface fouillée	8,5	1,5	5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5
Epaisseur	0,15	0,15	0,2	0,75	1	0,4	0,6	1,2	0,25	0,3
Densité Os	859	498	207	16	190	453	228	371	472	105
Densité Lithique	133	262	6	2	77	113	Indét	73	140	20
Os / Lithique	6,4	1,9	34,5	8	2,5	4	Indét	5,1	3,4	5,3

Tab. IX-1 (La Baume de Gigny) : Densité (en m<sup>3</sup>) osseuse et lithique des couches de l'ensemble moyen.

La richesse des couches en restes osseux est très hétérogène (tab.IX-2). Les couches XII, XIII, XIV et XXIa comptent entre 100 et 200 vestiges tandis que les autres en livrent plus d'un millier. La couche XIV est la plus pauvre avec 99 restes pour un volume d'environ 6m<sup>3</sup>, soit 16 restes/m<sup>3</sup> ce qui est la densité la plus faible. La densité la plus forte s'observe dans la couche VIII avec 859 restes/m<sup>3</sup>. Les couches XIII, XV, XVII-XVIII et XXIa oscillent entre 100 et 230 restes/m<sup>3</sup> et les couches XII, XVI, XIX et XX présentent une densité de vestiges plus élevée entre 370 et 500 restes/m<sup>3</sup>.

Les taux de déterminations anatomique et taxonomique varient de 9 et 47 % (tab.IX-2). Les couches XX et XXI présentent un taux de détermination élevé qui peut être mis en parallèle avec le faible nombre d'espèce d'autant plus que ces taxons sont de tailles différentes.

	VIII	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII-XVIII	XIX	XX	XXI
NRT	1095	112	207	99	1613	1541	1164	3779	1002	158
NRD	160	21	23	16	141	181	227	781	414	74
NRDa	131	34	29	15	283	239	268	655	132	6
% Dét.	<b>14,6</b>	<b>18,8</b>	<b>11,1</b>	<b>16,2</b>	<b>8,7</b>	<b>11,7</b>	<b>19,5</b>	<b>20,7</b>	<b>41,3</b>	<b>46,8</b>
N espèce	10	5	5	5	12	15	15	12	5	3

Tab. IX-2 (La Baume de Gigny) : Répartition des vestiges osseux de l'ensemble moyen.

La prise en compte de l'intégralité des restes osseux mis au jour a permis de compléter certaines listes fauniques établies lors de la monographie (tab.IX-3)(Campy *et al.*, 1989). Le Rhinocéros laineux fait son apparition dans la séquence de Gigny, espèce non signalée auparavant, a pu être identifiée de manière certaine grâce à une troisième phalange dans la couche XVII-XVIII. Certaines espèces signalées lors d'études antérieures (Chagneau *et al.*, 1989) n'ont pas été retrouvées lors de cette étude, il s'agit à chaque fois d'une espèce représentée par un seul reste. C'est par exemple le cas du cheval dans la couche XIV. S'agit-il d'un problème de détermination ou d'une perte de matériel ? Il semblerait que la seconde hypothèse soit favorisée, étant donné que la collection a subi plusieurs déplacements. De plus les « belles » pièces avaient été isolées lors du stockage.

	VIII	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII-XVIII	XIX	XX	XXIa
<i>Cervus elaphus</i>	x	x	<b>X</b>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Capreolus capreolus</i>	x		x	x	x	x				
<i>Rangifer tarandus</i>	x				x	x	x	x		
<i>Megaloceros giganteus</i>						x	<b>X</b>	x		
<i>Capra ibex</i>					<b>X</b>	x	x			
<i>Rupicapra rupicapra</i>	x	<b>X</b>			<b>X</b>	x	x	x		
<i>Equus caballus</i>	x				x	x	x	x	x	x
<i>Equus hydruntinus</i>								x		
<i>Bison priscus</i>			x		x	x	x	x	<b>X</b>	
<i>Coelodonta antiquitatis</i>							<b>X</b>			
<i>Mammuthus primigenius</i>								x		
N Herbivore	5	2	3	2	7	8	8	8	3	2
<i>Canis lupus</i>				x	x	x	x	<b>X</b>		
<i>Vulpes vulpes</i>	x	x			x	x	x	x	x	
<i>Alopex lagopus</i>						x	x			
Mustelidae	x				x	x	x			
<i>Ursus sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Panthera spelaea</i>										x
N Carnivore	3	2	1	2	4	5	5	3	2	1
<i>Lepus timidus</i>	x		<b>X</b>		<b>X</b>	x		x		
<i>Ochotona pusillus</i>						x				
<i>Castor fiber</i>	x	<b>X</b>					<b>X</b>			
NRtot	1095	112	207	99	1613	1541	1164	3779	1002	158

Tab. IX-3 (La Baume de Gigny) : Spectres fauniques des différentes couches de l'ensemble moyen. Les croix de plus grande dimension en gras et en italique signalent les nouvelles espèces identifiées lors de cette étude.

Les Lagomorphes et le Castor ne composent qu'une part infime des spectres fauniques et leur variation ne semble pas liée à celle des Carnivores et des Herbivores (fig.IX-1).

La figure IX-2 montre la variation des classes de taille des espèces composant les assemblages. Dans la partie basale de la séquence, les espèces de moyenne et grande taille sont très largement majoritaires jusqu'à la couche XV incluse, en particulier dans les couches XVII et XIX, où sont également présents les taxons de très grande taille tels que le Rhinocéros et le Mammouth. Ces taxons suggèrent un milieu ouvert (*cf.* chapitre paléoenvironnement). Dans la partie supérieure de l'ensemble moyen, les espèces de petite taille sont bien plus fréquentes.



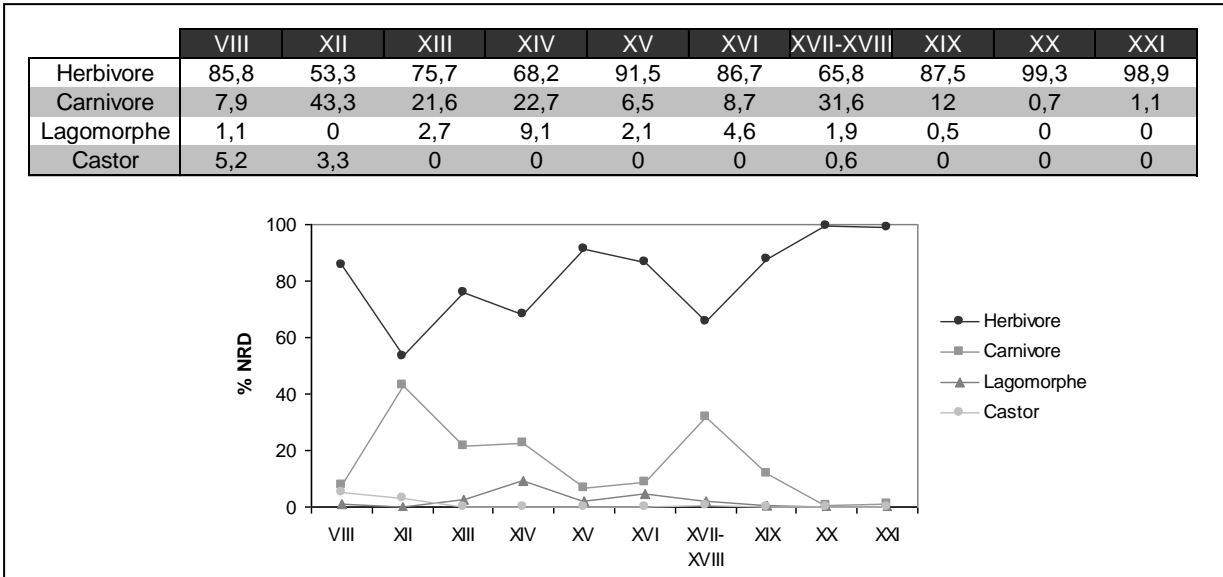


Fig. IX-1 (La Baume de Gigny) : Variation des % NRD des différents ordres le long de la séquence (tableau + figure).

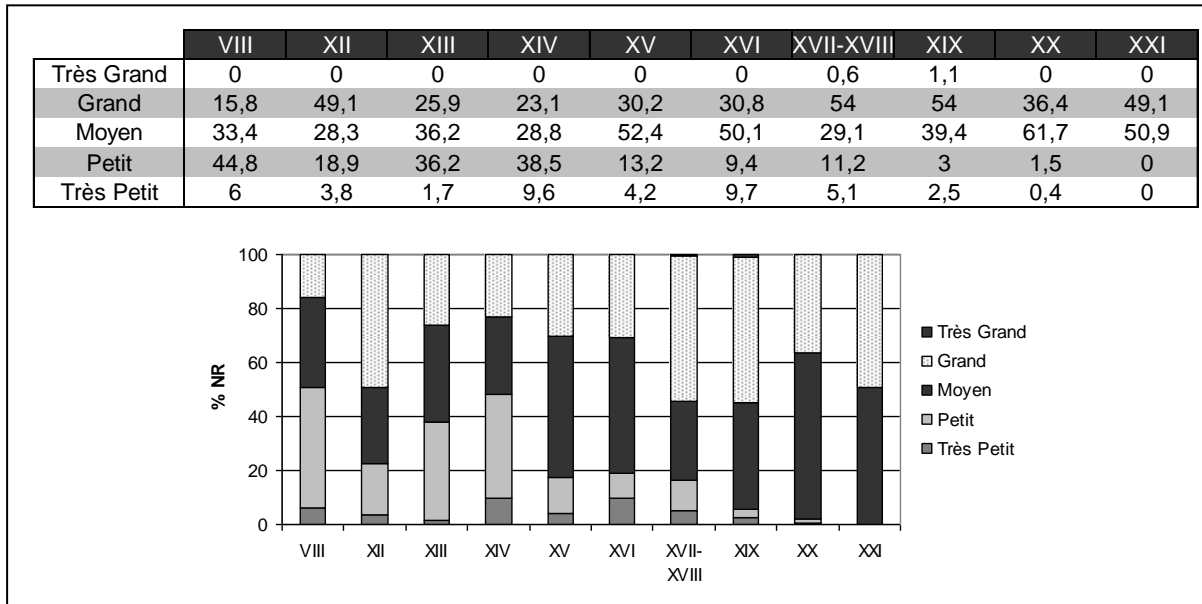


Fig. IX-2 (La Baume de Gigny) : Répartition des vestiges osseux selon la taille des espèces (en % de NR).

## II. Représentativité de l'échantillon

Seules les « belles » pièces (crâne, dent, pièce entière) ont fait l'objet d'un relevé tridimensionnel précis. Néanmoins tous les restes osseux ont été systématiquement récoltés comme l'atteste la grande quantité de vestiges inférieure à 3 cm (fig.IX-3). La rareté des fragments inférieurs à 1 cm suggère malgré tout l'utilisation d'un tamis à maille relativement large.

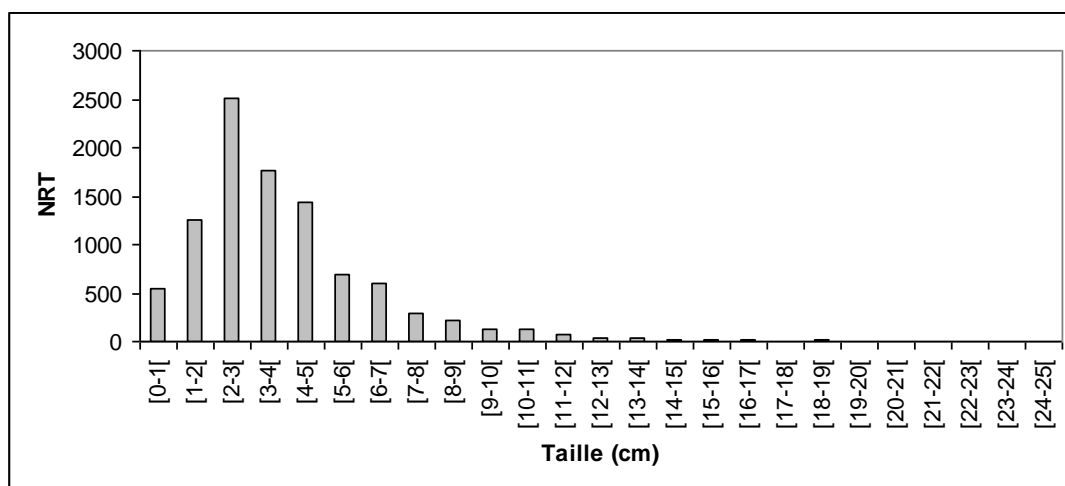


Fig. IX-3 (La Baume de Gigny) : Taille des fragments de l'ensemble moyen

Le pourcentage de détermination (tab.IX-2) est en accord avec celui obtenu lorsque toutes les pièces sont prélevées (Klein & Cruz-Uribe, 1984). En effet, lors des anciennes fouilles où seuls les vestiges remarquables étaient récupérés, le pourcentage de détermination était très important. La fouille et le stockage du matériel ont entraîné une fragmentation artificielle des pièces qu'il a été possible de corriger en recollant les fragments montrant des cassures récentes. Le matériel examiné lors des précédentes analyses (F. Delpech pour les Mustélicés ; J. Chagneau pour les Ursidés ; F. Delpech & F. Prat pour les Cervidés ; A. Martini-Jacquin pour les Bovidés et J.-L. Guadelli pour les Equidés) a bien été intégré à cette étude. Comme il a été vu précédemment, quelques pièces semblent manquer, leur faible nombre ne gêne toutefois pas la poursuite de cette étude.

### III. Couche XXIa

Les Carnivores ne sont représentés que par un unique reste de *Panthera spelaea*. Deux ongulés (Cerf et Cheval) dominent le spectre de manière équivalente (tab.IX-4). La prise en compte des fragments a permis d'augmenter le corpus de restes appartenant au Cerf (annexe 24). Ce dernier devient ainsi équivalent au Cheval tant en nombre de restes qu'en nombre d'individus.

Espèce	NRD	% NRD	NMif	NMlc
<i>Cervus elaphus</i>	37	50	3	3
<i>Equus caballus</i>	36	48,6	3	3
<i>Panthera spelaea</i>	1	1,4	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>74</b>			
NRDa Moyen mammifère	1			
NRDa Grand mammifère	4			
NRDa	1			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>6</b>			
Moyen mammifère indét.	22			
Grand mammifère indét	18			
Indéterminés	39			
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>			

Tab. IX-4 (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Composition de l'assemblage

L'analyse histologique révèle une grande différence en fonction de la taille des taxons (fig.IX-4). Le Cheval présente principalement de l'émail tandis que chez le Cerf, le tissu compact domine.

Plus de la moitié des restes osseux sont de nature compacte. Sur un squelette complet de moyen ongulé, la proportion de l'os compact par rapport à l'os spongieux est d'environ 33% (Castel, 1999a). Selon cet auteur, cette observation peut être étendue aux grands ongulés. Il existe donc une sous représentation des os spongieux. Plusieurs explications peuvent être avancées : une conservation différentielle, une consommation par les Carnivores ou encore une utilisation à but culinaire ou technique par les Hommes préhistoriques. La part de ces différents agents sera discutée ultérieurement.

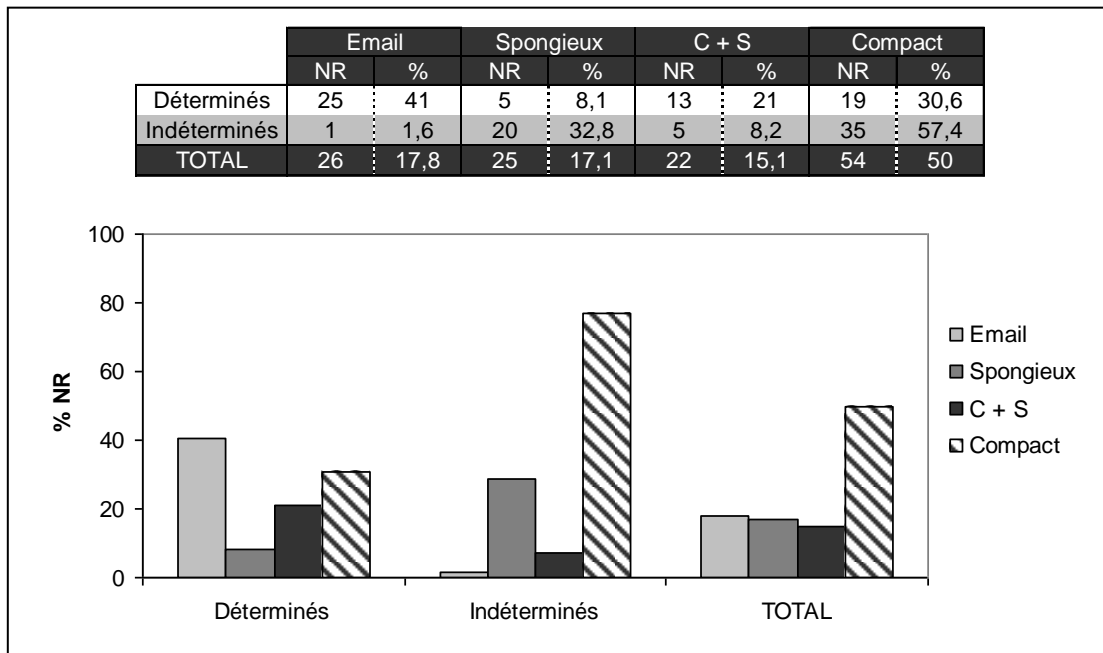


Fig. IX-4 (La Baume de Gigny ; couche XX1a) : Histologie des fragments.

### III.1. Caractérisation des espèces

Le tableau IX-5 résume le nombre de restes déterminés pour chaque espèce ainsi que le nombre minimum d'éléments obtenus. Le décompte des restes déterminés ne tient pas compte de l'âge des individus. En revanche pour l'estimation du nombre minimum d'élément ce critère est pris en considération.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>P. spelaeus</i>	
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME
Céphalique	Bois	12	1				
	Crâne			1	1		
	Mandibule	1	1				
	Incisive						
	Canine						
	Dent Jugale >			19	6		
Dent Jugale <			6	6			
Ceinture	Scapula	1	1	2	2		
	Coxal			1	1		
Axial	Vertèbre			1	1		
	Côte	2	1	1	1		
Os Long	Humérus	3	3				
	Radius	1	1	1	1	1	1
	Ulna			1	1		
	Métacarpe						
	Mcc Vest.						
	Fémur	6	5				
	Tibia	4	4	1	1		
	Métatarse	3	2				
Mtt Vest.							
Os Court	Carpe						
	Talus						
	Calcaneum						
	Autre Tarse						
	Patella						
	Sésamoïde						
	Os malléolaire						
Autopode	Phalange 1	2	1	1	1		
	Phalange 2						
	Phalange 3						

Tab. IX-5 (La Baume de Gigny ; couche XX1a) : Représentation squelettique par espèces.

### III.1.1. Le Cerf

#### III.1.1.1. Représentation squelettique

Le Cerf est principalement caractérisé par des os longs et des bois. La partie céphalique est uniquement représentée par une mandibule de jeune individu où la dP/3, la dP/4 et la M/1 sont encore enchâssées. Parmi les fragments de bois, un seul est constitué de la meule et d'un fragment de merrain indiquant ainsi qu'il s'agit d'un bois de chute. Les autres ne sont que des fragments indéterminés ou des époïs (n=3). Le squelette axial et les ceintures sont quasi inexistantes puisque seulement deux fragments de côtes et de scapula sont présents. Concernant les os longs, la patte postérieure est mieux représentée (n=11) que l'antérieure (n=4). A noter également que les segments supérieurs des membres (les os les plus charnus) sont plus fréquents. En revanche, les métapodes sont rares (n=2). Aucun os court n'est observé et les phalanges ne sont qu'au nombre de 2.

#### III.1.1.2. Age et Sexe des individus

Le nombre minimum d'individu est de 3. La présence d'une mâchoire avec des dents déciduales et une M/1 signale qu'il y a un jeune individu âgé de 6 mois à 2 ans. Les deux autres individus sont des adultes. L'un des deux pourrait être un mâle car chez le Cerf seul le mâle porte des

bois mais il faut toutefois garder à l'esprit que ce bois a pu être introduit dans la grotte suite à un ramassage et non à un abattage.

### III.1.2. Le Cheval

#### III.1.2.1. Représentation squelettique

Le profil squelettique du Cheval diffère nettement de celui du Cerf. Les dents comptent pour 70% du NRD. Le crâne est également représenté par un fragment de basi-occipital. Un fragment de côte et un fragment de sacrum illustrent le squelette axial. Deux radio-ulnaire et un tibia sont les seuls restes attestant la présence des os longs. Ces deux éléments concernent la partie moyenne des membres. Les os courts sont absents et les phalanges rares (n=1).

#### III.1.2.2. Age et sexe des individus

L'application de la méthode quadratique proposée par P. Fernandez et S. Legendre sur 6 dents a permis d'estimer l'âge de ces individus (tab.IX-6) (Fernandez & Legendre, 2003 ; Fernandez, 2009). Deux adultes et un vieil individu sont donc présents. Au vue de la fragmentation du matériel aucune donnée concernant le sexe des individus ne peut être apportée.

	6-9 ans	9-12 ans	12-15 ans
P3/			1
P4/	1		
P/4	1		
M/2		1	
TOTAL	1	1	1

Tab. IX-6 (La Baume de Gigny ; couche XX1a) : Estimation de l'âge des Chevaux.

### III.1.3. Le Lion des cavernes

La présence du Lion des cavernes dans la couche n'est attestée que par un unique fragment de radius. Il s'agit d'une extrémité proximale rattachée à un fragment de diaphyse. La circonférence de cette dernière est complète. L'épiphyse étant soudé à la diaphyse, il s'agit d'un individu adulte.

## III.2. Etude taphonomique

### III.2.1. La fragmentation

L'étude de la fragmentation osseuse est réalisée uniquement sur les fragments supérieurs à 5cm ou déterminé afin de ne pas noyer l'information et de restreindre au minimum l'impact des cassures récentes. L'analyse de la fragmentation des os longs s'est fait selon deux parties distinctes en raison de la différence de structure qui les compose : la diaphyse (os compact) et les extrémités (os spongieux). De plus l'exploitation de ces deux zones par les carnivores ou les hommes préhistoriques est différente. La diaphyse est souvent fracturée dans le but de récupérer la moelle contenue dans la

cavité médullaire, tandis que la partie spongieuse riche en graisse peut être consommée par les carnivores, pilée par les préhistoriques pour faire des bouillons gras ou juste pour faciliter l'ingestion, elle peut également servir de combustible.

A l'aide des critères établis par P. Villa et E. Mahieu (1991), l'aspect et la morphologie des cassures ont été utilisés afin de caractériser l'état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.

Les éléments squelettiques de Cerf et de Cheval sont tous fragmentés (tab.IX-7).

	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	20	100	3	100	55	100
Fragmentation globale	25	100	11	100	86	100

**Tab. IX-7** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

D'un point de vue global, les circonférences des diaphyses d'os longs ont conservé moins de la moitié de la circonférence initiale (tab.IX-8).

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	3	25			12	26,1
	< 1/2	6	50	2	100	25	54,3
	> 1/2	3	25			6	13
	Complète					3	6,5
Extrémité	Baguette					2	22,1
	< 1/2	1	33,3			1	11,1
	> 1/2	1	33,3			3	33,3
	Complète	1	33,3			3	33,3

**Tab. IX-8** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.

Le tableau IX-9 présente les différents types de cassures observés. La majorité des cassures ont été faites lorsque l'os était sec. Cela signifie qu'elles sont le résultat de facteur post enfouissement, comme par exemple l'effet du concrétionnement lors de la formation du plancher stalagmitique.

		TOTAL	
		NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	22	39,3
	Escalier	5	8,9
	Total cassure sur os sec	27	65,9
Cassure sur os frais	Oblique	6	10,7
	V-Shaped	1	1,8
	Spirale	7	12,5
Total cassure sur os frais	14	34,1	
Os sec ou frais	Longitudinale	15	26,8

**Tab. IX-9** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.

La figure IX-5 montre la répartition de la taille des fragments. La classe 0-1 est absente et les restes de moins de 3 cm ne représentent que 19% du NRT.

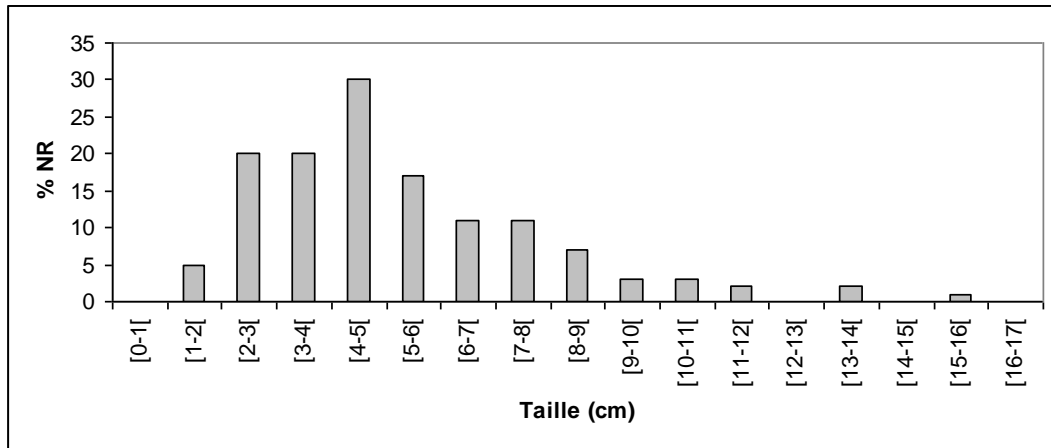


Fig. IX-5 (La Baume de Gigny ; couche XXla) : Répartition de la taille des fragments.

### III.2.2. Les altérations abiotiques

Les altérations abiotiques sont multiples. Elles peuvent se regrouper en trois catégories : les altérations dues à l'eau : dissolution, coloration/oxydation, concrétion ; celles dues au climat : fissure et desquamation ; et enfin celles liées à l'action des sédiments : abrasion et charriage. Le matériel dentaire et les bois sont exclus de l'analyse.

La figure IX-6 résume les proportions de chaque altération sur l'assemblage osseux. L'intensité de ces altérations est rapportée en annexe 26.

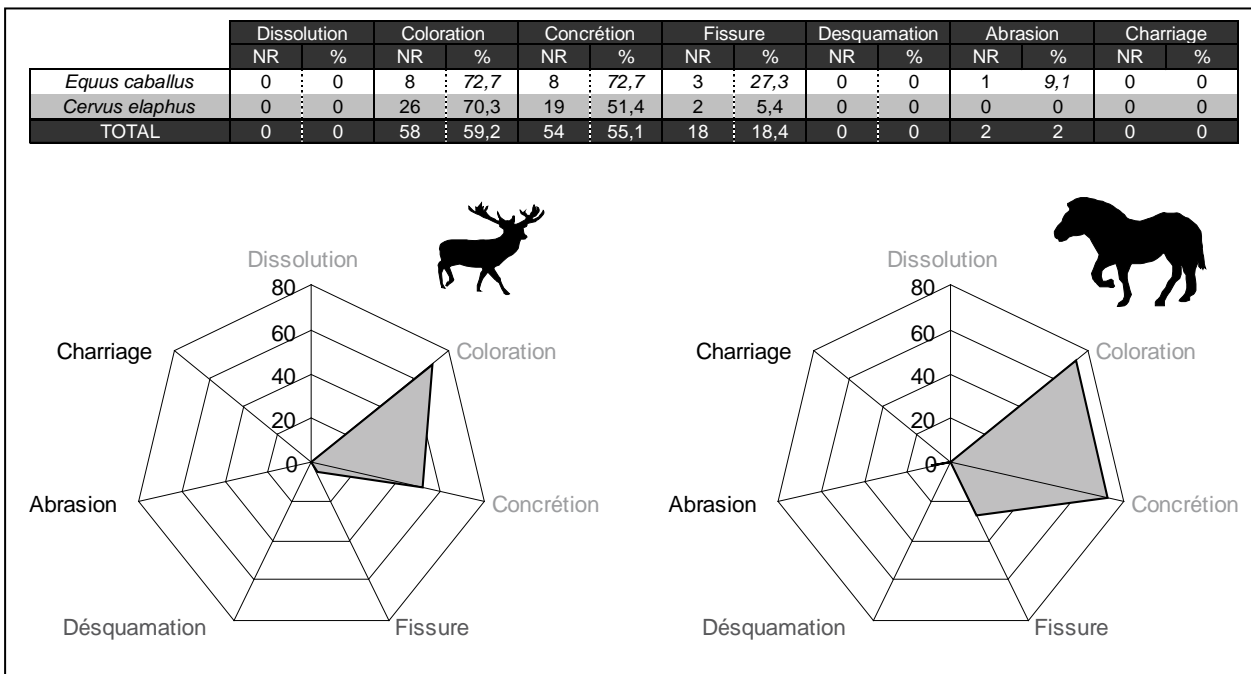


Fig. IX-6 (La Baume de Gigny ; couche XXla) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment

### III.2.2.1. Action de l'eau

Dans cette couche, l'eau a joué un rôle important puisque plus de la moitié des vestiges présente soit des dépôts noirs soit des concrétions calcaires (fig.IX-6). Ces dernières suggèrent que les restes ont été soumis à l'action de l'eau pendant une durée prolongée. En revanche, aucune trace de dissolution n'est à mentionner, indiquant un caractère plutôt neutre ou basique de l'eau. Le dépôt noir s'observe dans des proportions équivalentes chez le Cheval et le Cerf. Globalement, l'intensité est moyenne (66% des pièces altérées) pouvant être forte sur 9% d'entre elles en particulier chez le Cerf.

### III.2.2.2. Action du climat

Les restes de la couche XX1a sont très bien conservés. En effet, aucun vestige n'appartient au stade 3 du *weathering* (tab.IX-10). Les fissures sont fines et peu nombreuse. La figure IX-6 montre que le Cheval est plus affecté par les fissures et la desquamation que le Cerf. Sa grande taille peut expliquer cette différence car les éléments sont plus gros. Par conséquent, ils sont exposés plus longtemps aux intempéries.

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Equus caballus</i>	24	68,6	11	31,4		
<i>Cervus elaphus</i>	25	67,6	12	32,4		
TOTAL	62	63,3	36	36,7		

Tab. IX-10 (La Baume de Gigny ; couche XX1a) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeyer, 1978).

### III.2.2.3. Action du sédiment

Seuls deux restes (2%) présentent des traces d'abrasion, l'un deux appartient au Cheval.

Certaines altérations physico-chimiques peuvent masquer les traces (coloration, concrétion...) voire faire disparaître la partie corticale de l'os (dissolution, desquamation...) entraînant une perte d'information. La moitié des pièces montrent une bonne lisibilité de leur surface corticale. Les modifications subies par le Cheval ont parfois engendré une perte de lisibilité (fig.IX-7).

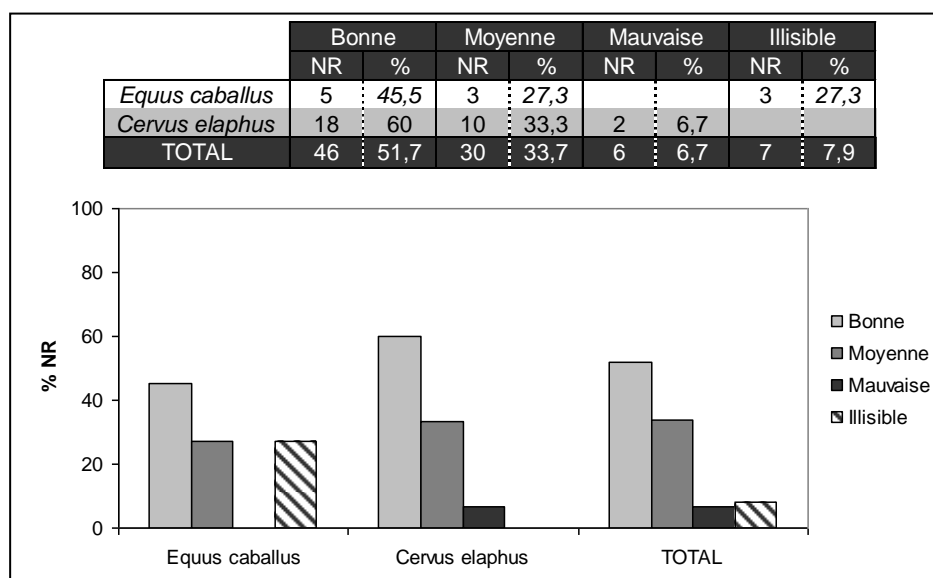


Fig.IX-7 (La Baume de Gigny ; couche XX1a) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.



### III.2.3. Les altérations biologiques non humaines

Aucune altération biologique non humaine n'est observée. L'absence de traces de Carnivore souligne un assemblage d'origine anthropique.

### III.3. Activité anthropique (annexe 27)

L'impact anthropique se manifeste sous la forme de stries de raclage et de découpe, de percussion, d'os brûlé ou encore d'industrie osseuse. Les stries de découpe regroupent diverses pratiques : l'éviscération, le dépouillement, la désarticulation ou le décharnement, La percussion se matérialise soit par la présence de point d'impact soit d'éclat osseux. Lors de cette étude, les pourcentages se basent uniquement sur les restes observables (NRO).

Le nombre de restes présentant des traces anthropiques est très faible, seuls 4 restes de Cerf et de Cheval atteste d'une action des Préhistoriques (tab.IX-11). Un autre fragment de diaphyse d'os long indéterminé porte des traces de décharnement.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	2	5,4			2	5,4				
<i>Equus caballus</i>	2	25			2	25				
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>8,1</b>			<b>5</b>	<b>8,1</b>				

**Tab. IX-11** (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

Deux fémurs de Cerf (appartenant à deux individus) ont été décharnés (annexe 32). Le Cheval, quant à lui, présente des stries de boucherie laissées lors de la récupération de la viande sur un radius et des marques relevant de l'éviscération (face médiale d'une côte). De telles traces confirment un accès primaire à la carcasse. Malgré l'absence de trace évidente de fracturation de l'os, sous la forme d'impact ou d'éclat osseux, la récupération de la moelle est documentée par l'existence de cassures sur os frais.

S'il ne fait aucun doute que les Néandertaliens soient les premiers à consommer les carcasses, il est en revanche plus difficile de déterminer le type d'acquisition. Les deux espèces présentent des adultes et des individus plus vulnérables (jeunes et vieux).

## IV. Couche XX

Le spectre est peu diversifié. Les Carnivores sont quasiment absents alors que le Cerf et le Cheval représentent 93% du spectre (tab.IX-12). Le Cerf est largement majoritaire avec 275 restes (soit 66% du NRD) représentant 8 individus. L'intégration des fragments est considérable puisque le nombre de restes déterminés du Cerf et du Cheval a septuplé, permettant ainsi une étude des profils squelettiques plus précise (annexe 25). Par ailleurs, la prise en compte de tous les fragments a permis

de déceler la présence du Bison au sein de la couche ainsi qu'une meilleure estimation du nombre minimum d'individu. En revanche, le rang de chaque espèce au sein du spectre de faune n'est pas modifié.

Espèce	NRD	% NRD	NMIf	NMIc
<i>Cervus elaphus</i>	275	66,4	6	8
<i>Equus caballus</i>	110	26,6	3	6
<i>Bison priscus</i>	24	5,8	2	2
<i>Vulpes vulpes</i>	3	0,7	1	1
<i>Ursus spelaeus</i>	2	0,5	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>414</b>			
NRDa Moyen mammifère	14			
NRDa Grand mammifère	30			
NRDa	88			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>132</b>			
Moyen mammifère indét.	142			
Grand mammifère indét.	81			
Indéterminés	233			
<b>TOTAL</b>	<b>1002</b>			

Tab. IX-12 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Composition de l'assemblage.

L'émail, élément extrêmement résistant, est peu fréquent. Comme dans la couche précédente, les os spongieux sont présents mais fortement sous représenté (fig.IX-8).

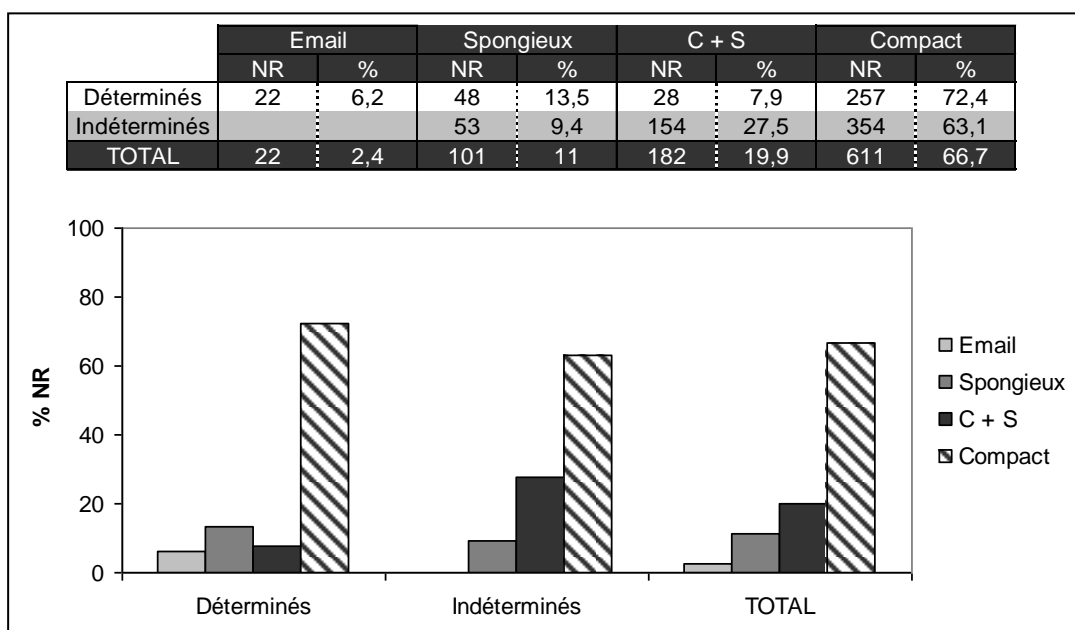


Fig. IX-8 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Histologie des fragments.

## IV.1. Caractérisation des espèces

La répartition des restes déterminés par espèce est donnée dans le tableau IX-13.

		<i>B. prisus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>U. spelaeus</i>	
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.	15	2	15	1						
	Crâne			5	1	2	1				
	Mandibule			17	9	7	2				
	Incisive					8	8			1	1
	Canine					2	2				
	Dent Jugale >			4	4	4	4				
	Dent Jugale <			29	29	6	6				
Ceinture	Scapula			5	5	5	2				
	Coxal	1	1	9	4	1	1				
Axial	Vertèbre			7	3	4	3				
	Côte			3	1	2	1				
Os Long	Humérus	4	3	24	8	12	4				
	Radius			14	6	7	5				
	Ulna	1	1	3	3	1	1				
	Métacarpe			9	2	1	1				
	Mcc Vest.										
	Fémur	3	2	22	7	9	6				
	Tibia			38	10	23	5				
	Métatarse			25	5	4	2	2	2		
Mtt Vest.					1						
Os Court	Carpe										
	Talus			2	2						
	Calcaneum			5	3			1	1		
	Autre Tarse			2	2					1	1
	Patella			1	1						
	Sésamoïde										
Autopode	Os malléolaire										
	Phalange 1			3	3	1	1				
	Phalange 2			1	1						
	Phalange 3			3	3						

Tab. IX-13 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Représentation squelettique par espèces.

### IV.1.1. Le Cerf

#### IV.1.1.1. Représentation squelettique

Le squelette entier est présent, néanmoins les os longs dominant (annexes 29, 30, 32, fig.IX-9). Ce constat vaut pour les individus adultes et les jeunes. Les vestiges appartenant à ces derniers comptent pour 5,8% du NRD. Les figures IX-8 et IX-9 ne concernent que les individus adultes.

✓ **Céphalique** : Le crâne et les dents supérieures sont observés en faible quantité, alors que la mandibule et les dents inférieures sont nettement plus fréquentes. Les dents sont, en grande majorité, encore enchâssées dans la mandibule. Un fragment de branche horizontale de mandibule peut être rapporté à un jeune individu. Ainsi que des fragments de bois qui appartiendraient à un dague.

✓ **Axial** : le squelette axial est représenté par des vertèbres cervicales et des vertèbres thoraciques, quelques côtes sont également présentes.

✓ **Ceintures** : la scapula et le coxal sont tous deux présents dans l'assemblage. Deux fragments d'acétabulum appartiennent à de jeunes individus.

✓ **Os longs** : que ce soit les os longs charnus (humérus, radius, fémur et tibia) ou les métapodes, tous sont bien représentés. Il n'y a pas de différence notable entre les membres avants et arrières ni entre la partie supérieure des membres et la partie moyenne. Le NME des métapodes paraît plus faible que celui des autres os longs mais il s'agit là plus d'un problème méthodologique qu'une sous représentation réelle de ces éléments (Stiner, 1991 ; Castel, 1999a, 2004a). Le tibia, os facilement déterminable, est généralement l'élément le mieux représenté dans les assemblages. Le nombre minimum d'élément des os longs est systématiquement obtenu à partir des fragments de diaphyse. Cela illustre bien l'importance de prendre en compte tout le matériel et pas seulement les extrémités articulaires (Marean & Spencer, 1991 ; Bartram, 1993 ; Bartram & Marean, 1999 ; Pickering *et al.*, 2003, 2005). Le squelette appendiculaire des jeunes individus est également bien observé (humérus : n=2 ; radius : n=2 ; ulna : n=1, fémur : n=1 et métapodes : n=3).

✓ **Os courts** : les os courts présents dans l'assemblage se composent essentiellement de tarsiens.

✓ **Phalanges** : elles sont relativement rares (n=7) dont 2 appartiennent à de jeunes individus.

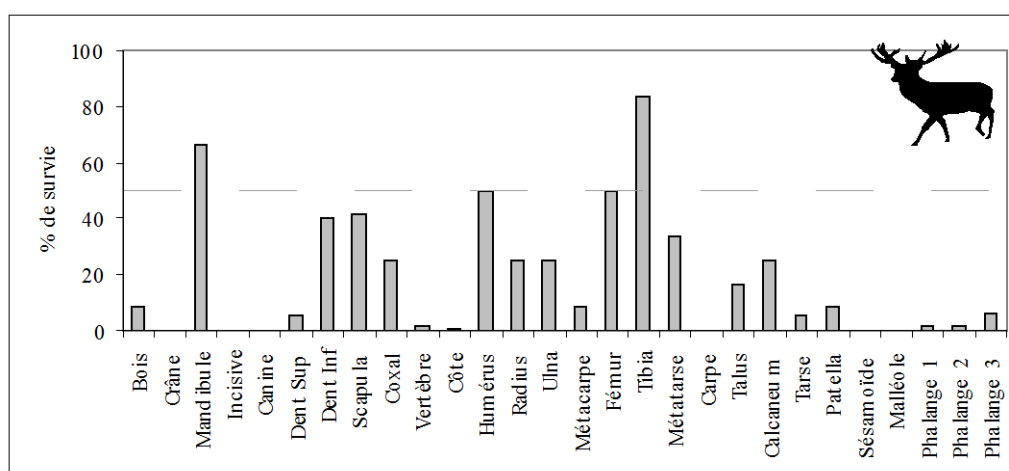


Fig. IX-9 (La Baume de Gigny ; couche XX) Représentation squelettique du Cerf.

La figure IX-10 indique qu'il n'y a pas de corrélation significative entre la densité d'un élément et son pourcentage de survie. Par conséquent la présence ou l'absence d'un élément n'est pas le reflet de son potentiel de préservation, d'autres facteurs tels que l'action des Carnivores et l'activité anthropiques doivent être pris en compte. Leur effet respectif sera explicité ultérieurement.

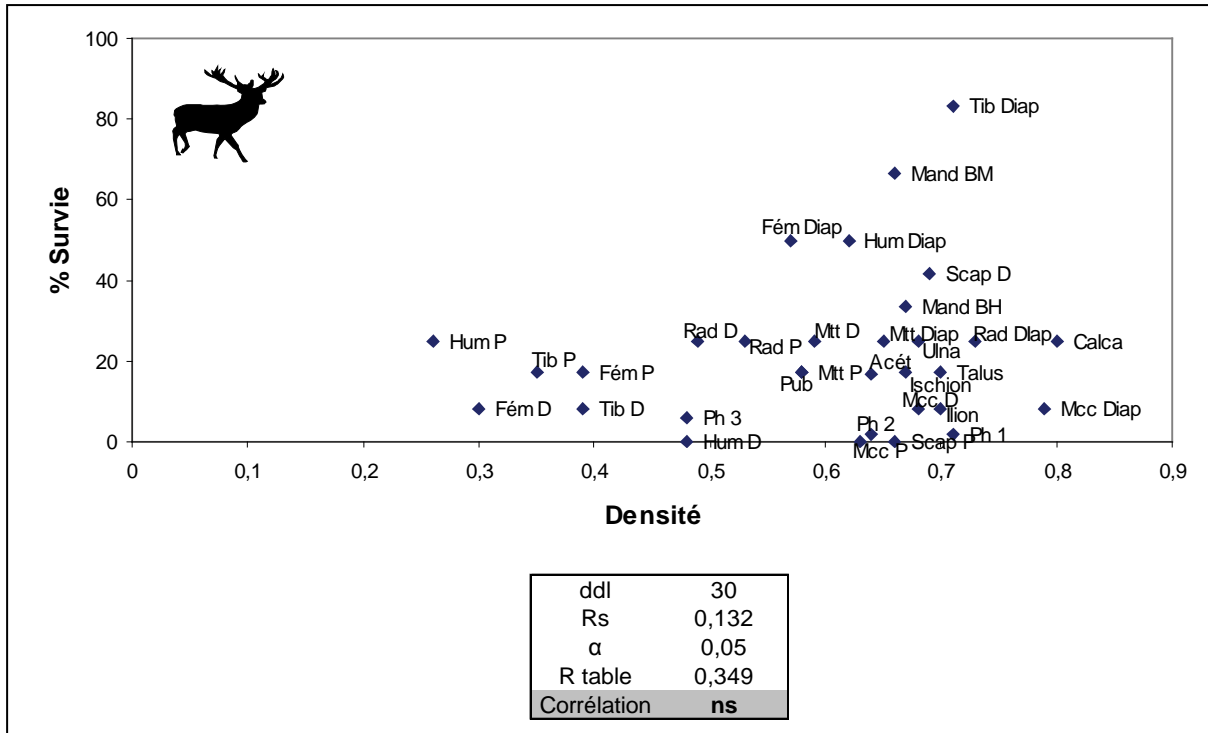


Fig. IX-10 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Relation entre la densité et le pourcentage de survie chez le Cerf.

#### IV.1.1.2. Age et sexe des individus

Deux radius gauche dont les extrémités proximales ne sont pas épiphysées signalent la présence de 2 jeunes individus de moins d'un an. Les adultes sont au nombre de 6, parmi eux un vieil individu est à signaler (une M/3 fortement usée). Les dents montrent toutes des stades d'usure postérieurs à 5-6 ans (d'après Briot & Voilquin, 1986).

Le sexe des individus est difficile à appréhender. Les pièces sont trop fragmentées pour faire une étude biométrique du dimorphisme. La présence de jeunes permet de penser que les adultes seraient plutôt des femelles. Les bois mis au jour ne sont que des fragments de merrain ou d'andouiller. Par conséquent ils ne fournissent aucune indication sur la présence de mâle ou non au sein de l'assemblage car les bois auraient pu être collectés (bois de chute).

#### IV.1.2. Le Cheval

##### IV.1.2.1. Représentation squelettique

Le tableau IX-13 et les annexes 29 et 31 montrent que les os courts et les bas de pattes sont absents et les métapodes rares. Toutes les autres parties du squelette sont bien représentées que ce soit la partie céphalique, axiale, les os longs charnus ou les ceintures. Les vestiges appartenant à de jeunes individus comptent pour 19% du NRD.

✓ **Céphalique** : les restes céphaliques sont principalement des fragments de mandibules et des dents inférieures. Deux des restes dentaires sont des dents déciduales appartenant au même individu.

✓ **Axial** : deux fragments de vertèbres thoraciques et deux de vertèbres lombaires ont été mis au jour. L'une des vertèbres lombaires appartient à un jeune individu. Le squelette axial est également illustré par deux fragments de côte. De nombreux fragments de côte (n=25) de grands herbivores sont présents dans l'assemblage, toutefois leur détermination spécifique n'a pu être réalisée.

✓ **Ceinture** : la scapula est l'élément le mieux observé.

✓ **Os longs** : les os longs charnus sont très bien représentés par rapport aux métapodes qui sont quasiment absents. Il n'y a pas de différences notables entre les ossements de la patte antérieure et ceux de la patte postérieure, ni entre les membres supérieurs et les membres inférieurs. Les jeunes individus sont représentés pour chaque os long. Le seul métapode vestigial trouvé provient d'un jeune individu, de même pour l'unique reste de métacarpe. Comme pour le Cerf, le tibia est l'os le plus observé, les lignes poplitées marquées rendent sa détermination très aisée.

✓ **Os courts** : les os courts sont totalement absents de l'assemblage.

✓ **Phalanges** : l'unique reste illustrant les phalanges est une extrémité proximale non épiphysée d'une première phalange provenant d'un jeune individu.

Toutes ces observations suggèrent un transport différentiel de la carcasse, avec un abandon sur le *kill site* des métapodes et des bas de pattes. Seul un jeune individu a pu être ramené entier dans la grotte.

#### IV.1.2.2. Age et Sexe des individus

Cette espèce est représentée aussi bien par des jeunes (n=3) que par des adultes (n=3). La phalange non épiphysée indique la présence d'un individu de moins de 15 mois. Les deux autres jeunes individus ont moins de 3 ans car 3 fémurs droits ne sont pas épiphysés proximement. Sur la base des dents, il est possible de déterminer la présence de 3 individus adultes. Une M/3 non usée signale que l'un d'eux a entre 3 et 4 ans. La hauteur de couronne d'une P/4 corrobore ce résultat. L'aspect fragmentaire des restes dentaires ne permet pas de préciser l'âge de tous les individus.

Deux canines supérieures provenant d'un même individu pourraient appartenir à un mâle car seulement 6 à 7% des femelles en sont dotées (Lévine, 1979 ; Eisenmann, 1980).

La structure de la cohorte s'apparente à celle d'un harem avec un étalon, plusieurs femelles et des jeunes.

#### IV.1.3. Le Bison

Les restes de Bison concernent essentiellement des os longs charnus et des fragments de chevilles osseuses (tab.IX-13). A l'exception d'un reste, tous les fragments d'os longs se rapportent à des éléments supérieurs des membres (humérus ou fémur). Ces os sont des éléments très riches en

viande. La présence de 2 fragments d’humérus droit avec le foramen nourricier indique qu’il y a au moins 2 individus dans l’assemblage. Il n’est cependant pas possible d’estimer leur âge.

#### IV.1.4. Le Renard

Seuls un calcanéum et deux fragments de métatarses ont été mis au jour. Tous ces restes peuvent provenir du même individu.

#### IV.1.5. L’Ours

L’Ours est illustré par un 1° cunéiforme et une incisive très fortement usée suggérant un vieil individu.

## IV.2. Etude taphonomique

### IV.2.1. La fragmentation

Quelque soit l’espèce tous les os longs sont fragmentés (tab.IX-14). La fragmentation de la couche est extrêmement forte.

	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	195	100	78	100	8	100	451	99,8
Fragmentation globale	249	96,9	99	99	9	100	687	98,3

**Tab. IX-14** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

Qu’il s’agisse du Cerf ou du Cheval, les diaphyses montrent un même modèle de complétude des circonférences (tab.IX-15). Près des 90% des os longs ont conservés moins de la moitié de leur circonférence. Les circonférences entières sont proportionnellement légèrement plus nombreuses chez le Cheval. En tenant compte de tous les restes, les fragments de type « baguette » sont les plus fréquentes.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	66	41,0	25	41,7	182	47,4
	< 1/2	78	48,4	27	45	170	44,3
	> 1/2	14	8,7	4	6,7	20	5,2
	Complète	3	1,9	4	6,7	12	3,1
Extrémité	Baguette	6	18,8	3	20	10	16,1
	< 1/2	17	53,1	10	66,7	34	54,8
	> 1/2	1	3,1	2	13,3	5	8,1
	Complète	8	25			13	21

**Tab. IX-15** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d’os longs.

D’un point de vue global, la fragmentation des os se fait majoritairement (66%) quand l’os est frais. Néanmoins des différences nettes sont observées entre les espèces (tab.IX-16). Les cassures sur os frais sont bien plus fréquentes chez le Cerf (81%) que chez le Cheval (50%). Le Bison, malgré une

faible quantité de restes, se rapproche des proportions du Cerf. Les cassures longitudinales sont présentes dans des proportions sensiblement équivalentes entre les espèces.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	8	8,2	13	39,4	1	20	57	25,9
	Escalier	5	5,1						
Total cassure sur os sec		13	18,8	13	50	1	25	57	34,3
Cassure sur os frais	Oblique	10	10,2	3	9,1	1	20	19	8,6
	V-Shaped							7	3,2
	Spirale	46	46,9	10	30,3	2	40	83	37,7
Total cassure sur os frais		56	81,2	13	50	3	75	109	65,7
Os sec ou frais	Longitudinale	29	29,6	7	21,2	1	20	54	24,5

Tab. IX-16 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation

#### IV.2.2. Les altérations abiotiques

Tous les types d'altérations sont observés (fig.IX-11). Néanmoins leur impact est extrêmement variable. Il n'y a pas de quasiment aucune différence entre le Cerf et le Cheval. Seule la desquamation n'est observée que chez ce dernier.

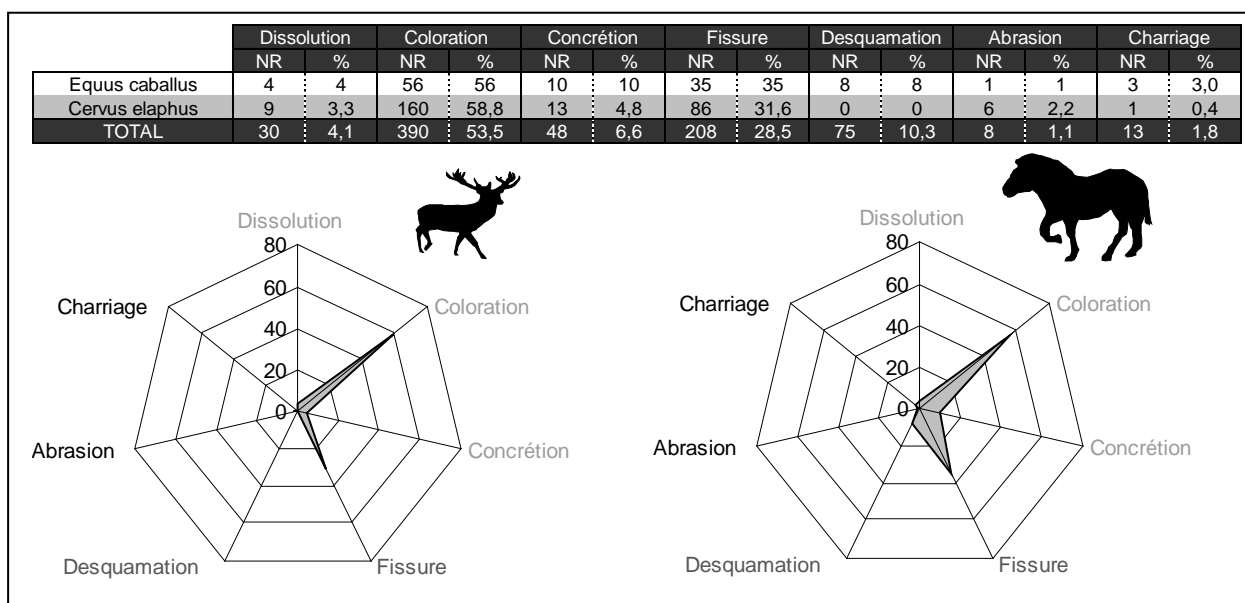


Fig. IX-11 (La Baume de Gigny ; couche XX) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment

##### IV.2.2.1. Action de l'eau

Toutes les altérations causées par l'eau sont documentées. Plus d'un reste sur deux montrent une coloration noire (sous forme de dendrite). L'intensité est moyennement élevée toutefois la présence de vestiges ayant une intensité plus forte voire totale n'est pas négligeable (>30% des restes affectés ; annexe 26) et ce pour les deux principales espèces. Des concrétions sont visibles sur une



cinquantaine de restes (soit 7%). Ces concrétions sont très peu couvrantes. La dissolution ne concerne que 4% des restes et est de faible intensité. Elle se manifeste sous la forme de petites cupules de 2-3mm de diamètre.

IV.2.2.2. Action du climat

Un peu moins du ¼ des pièces présentent un stade de type 1 c'est-à-dire une altération très faible (tab.IX-17). Contrairement à la couche précédente, le stade 3 du *weathering* est observé sur quelques pièces (n=11). Les fissures et la desquamation sont plus fréquentes chez le Cheval. On retrouve un impact du climat proportionnel à la taille de l'animal et donc à la vitesse d'enfouissement.

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Equus caballus</i>	72	72	25	25	3	3
<i>Cervus elaphus</i>	220	80,9	50	18,4	2	0,7
TOTAL	533	73,3	183	25,2	11	1,5

Tab. IX-17 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeyer, 1978).

IV.2.2.3. Action du sédiment

Il s'agit du l'agent ayant le moins impacté le matériel. Néanmoins il est visible au travers de l'abrasion des parties saillantes ou de la présence de stries de charriage/piétinement sur les os.

La quantité de pièce offrant une bonne lisibilité des traces sont aussi nombreuses voire plus que dans la couche précédente (59% ; fig.IX-12). Cependant les restes osseux illisibles sont eux aussi plus fréquents. Le Cheval, de part sa dégradation légèrement plus avancée, présente des surfaces corticales un peu moins lisibles.

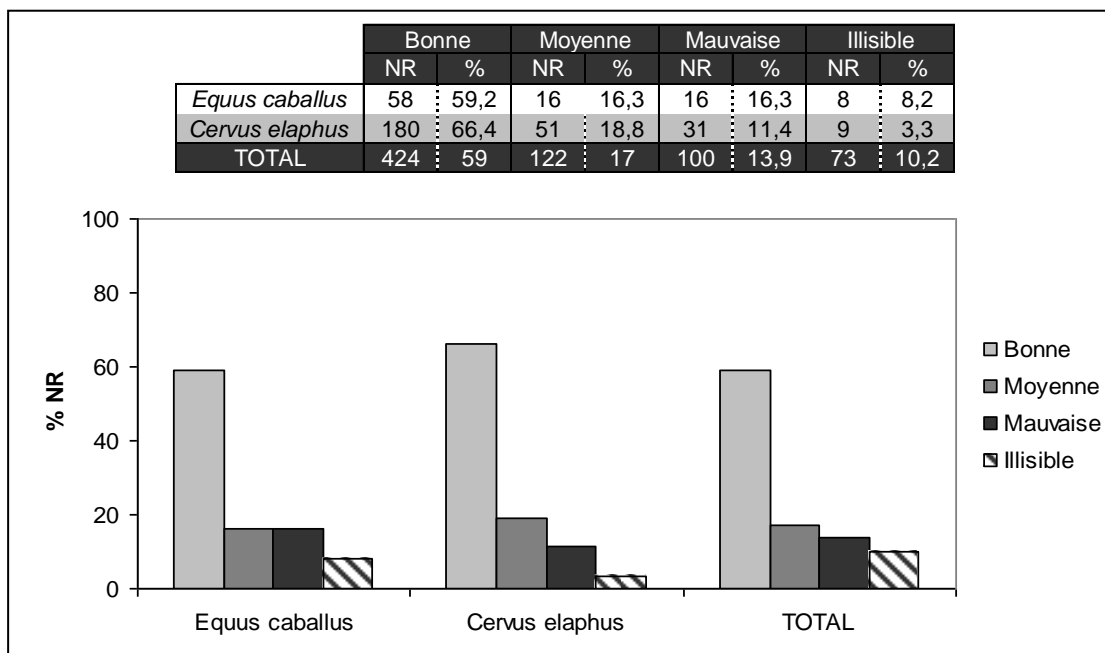


Fig. IX-12 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### IV.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

Seuls 3 restes montrent des traces de végétaux (0,4 %) : 2 de Cerf et 1 de Bison.

## IV.3. Activité des Carnivores

Au Paléolithique Moyen, la mise en évidence de la présence de Carnivores, à un moment donné sur un site est très fréquente, soit par la découverte de restes leur appartenant (os, coprolithes) soit par les traces qu'ils laissent lorsqu'ils rognent les os et bien souvent les deux à la fois (Straus, 1982 ; Stiner, 1991). Ils passent brièvement dans la grotte ou s'y installent de manière plus prolongée en l'utilisant comme tanière. Les Carnivores et les Hommes préhistoriques occupent alors la cavité de manière alternée (Stiner, 1994 ; Mondini, 2002 ; Villa *et al.*, 2004). Le rôle qu'ils ont joué sur l'assemblage osseux est très variable, ils peuvent en être à l'origine (en tant qu'agent accumulateur), ils peuvent charogner une carcasse laissée par un autre prédateur (y compris l'Homme). Leur action peut être intense depuis la dispersion du matériel jusqu'à la destruction complète d'os. Il semble alors important de bien évaluer leur impact ; pour cela, nous avons choisi d'utiliser les critères définis par Binford (1981) que nous avons appliqué à tous les restes observables supérieurs à 5cm et observables.

### IV.3.1. Impact des Carnivores

Le Cerf, espèce la mieux représentée, est la moins affectée par les traces de carnivores avec seulement 7% de restes modifiés (tab.IX-18). Le Cheval est sensiblement plus touché. La présence du Renard au sein de cette couche et la petite taille des impacts de dents observées laissent suggérer qu'il en est l'auteur. Les traces sont principalement des petits enfoncements au niveau de l'os compact.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated edge		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	18	6,8	17	6,5	3	1,1	3	1,1			1	0,4	4	1,5	1	0,4
<i>Equus caballus</i>	14	15,2	12	13	1	1,1	2	2,2	2	2,2			3	3,3		
<i>Vulpes vulpes</i>	1	100	1	100	1	100										
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>9,3</b>	<b>57</b>	<b>8,7</b>	<b>6</b>	<b>0,9</b>	<b>9</b>	<b>1,4</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>	<b>7</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>

**Tab. IX-18** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)

### IV.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

Le Renard roux et l'Ours des cavernes sont les deux seuls Carnivores présents dans la couche. L'âge avancé de l'Ours soulignée par l'usure de la dent, permet d'envisager une mort naturelle lors de l'hibernation. En ce qui concerne le Renard, les restes sont peu nombreux (métapodes et calcaneum). L'animal est certainement mort *in situ*.

### IV.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche

Le pourcentage du nombre de restes présentant des traces de Carnivores est relativement faible. Un taux de traces inférieur à 20% suggère un accès secondaire des Carnivores à la carcasse

(Blumenschine, 1988). Ce pourcentage seul n'est pas un critère discriminant car il peut être affecté par la fragmentation (Faith, 2007). Il convient donc de le coupler avec d'autres paramètres comme le ratio Herbivore/Carnivore ou encore la représentation squelettiques des éléments consommés.

Le NMIc des Carnivores est de 2 et celui des Herbivores de 16, par conséquent les Carnivores représentent 11% des individus. Ce taux est cohérent avec celui attendu lors d'un accès secondaire à la carcasse (Klein, 1975 ; Cruz-Uribe, 1991).

Les traces se localisent principalement sur les éléments céphaliques, les ceintures et les bas de patte (fig.IX-13). Seul un reste de Cerf (un radius) présente un point d'impact provoquant une fracturation. Cette absence peut s'expliquer soit par la difficulté que peut rencontrer un Renard à fracturer des diaphyses de forte épaisseur, soit parce que les diaphyses avaient été systématiquement fracturées au préalable par d'autres agents. Un autre argument en faveur d'un accès secondaire à la carcasse vient du fait qu'ils s'agissent de proies de moyenne et grande taille, il est donc improbable que le Renard ait pu abattre de telles espèces. Il n'y a pas de classe d'âge visée, les restes altérés proviennent d'individus jeunes et adultes quelque soit l'espèce.

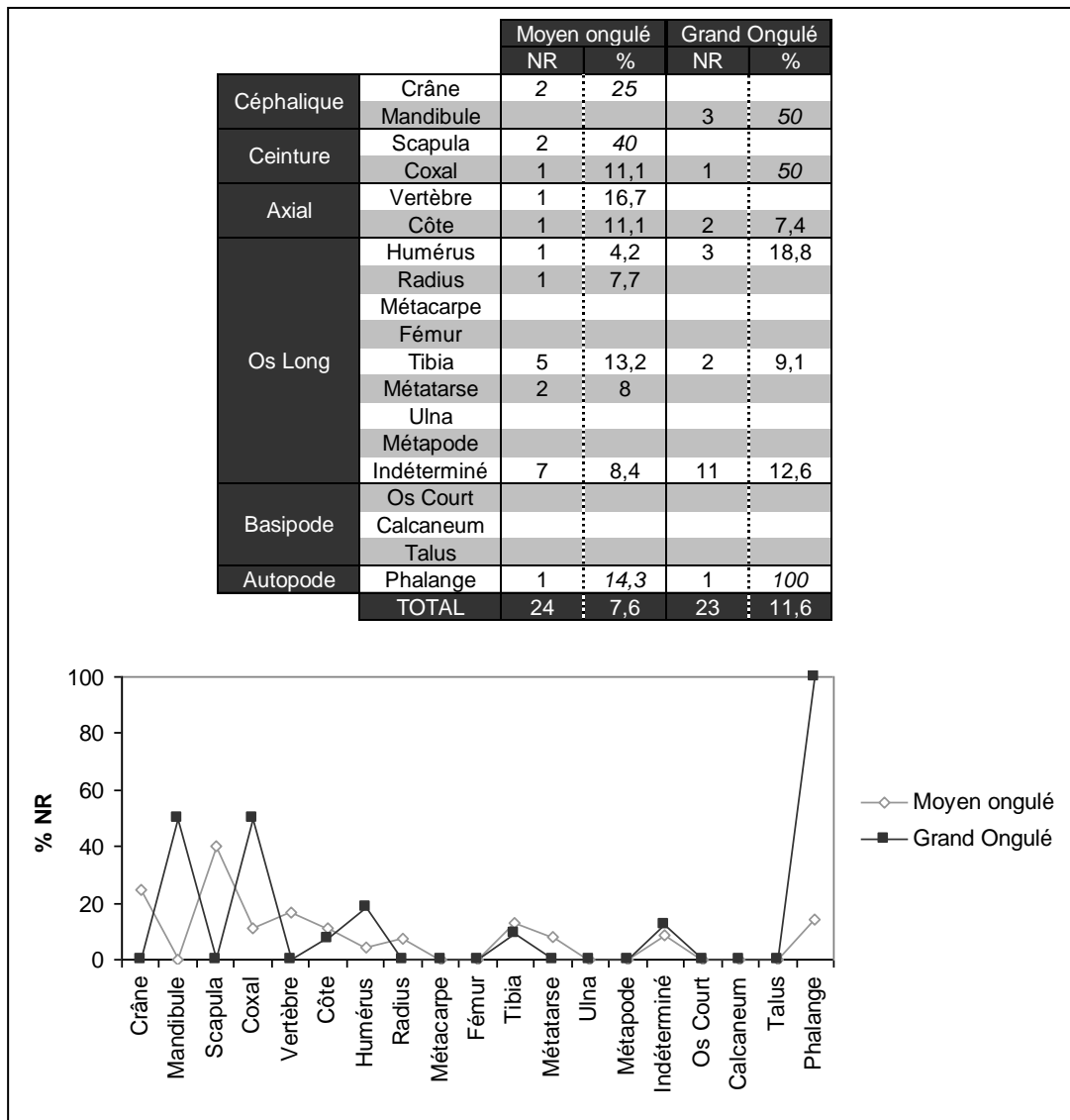


Fig. IX-13 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.

Les traces de morsures se localisent principalement sur les extrémités spongieuses d'os longs (tab.IX-19). La sous représentation des extrémités pourrait donc être expliquée en partie par une destruction liée à l'action des carnivores.

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	4	12,5	10	5,7			4	20	1	4,5
<i>Equus caballus</i>	2	12,5	7	10,1	3	27,3			1	16,7
<i>Vulpes vulpes</i>							1	100		
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>10,1</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>10,7</b>	<b>3</b>	<b>6,8</b>	<b>14</b>	<b>9,5</b>

**Tab. IX-19** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

#### IV.4. Activité anthropique

La couche XX est la couche de l'ensemble moyen la plus affectée par l'action anthropique. Bien que l'espèce dominante de la couche soit le Cerf, tous les herbivores présents montrent des traces d'origine anthropique dans des proportions quasi identiques (tab.IX-20). Les types de modifications (raclage, strie de découpe, percussion, industrie osseuse) sont comparables quelque soit l'espèce.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	110	41,8	23	8,7	69	26,2	39	14,8	17	6,5
<i>Equus caballus</i>	44	47,8	8	8,7	33	35,9	11	12	11	12
<i>Bison priscus</i>	4	44,4	2	22,2	3	33,3	1	11,1		
<b>TOTAL</b>	<b>220</b>	<b>35,8</b>	<b>41</b>	<b>6,7</b>	<b>148</b>	<b>24,1</b>	<b>68</b>	<b>11,1</b>	<b>30</b>	<b>4,9</b>

**Tab. IX-20** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

##### IV.4.1. Le Cerf (annexes 33 à 37)

Toutes les grandes sub-divisions du squelette sont affectées par des traces anthropiques, seul le crâne semble intact (tab.IX-72). La figure IX-14 souligne la forte différence entre les traces anthropiques et celle laissées par les Carnivores. Les Préhistoriques ont fortement modifié les éléments squelettiques riches en nutriments (viande, moelle et graisse). Ces observations associées à la forte occurrence de strie de décharnement viennent appuyer l'accès primaire, de l'Homme, à la carcasse (fig.IX-40) (Bunn & Kroll, 1986 ; Marean & Assefa, 1999 ; Dominguez-Rodrigo, 2002). Cette hypothèse avait déjà été avancée lors de l'étude sur l'impact des carnivores.

	NRDo	Anthropique		Carnivore		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne	5											
	Mandibule	17	5	29,4					5	29,4			
Ceinture	Scapula	5	1	20	2	40			1	20			
	Coxal	9	3	33,3	1	11,1			2	22,2			
Axial	Vertèbre	7	1	14,3	1	14,3							
	Côte	3	1	33,3	1	33,3			1	33,3			
Os Long	Humérus	24	9	37,5	1	4,2	1	4,2	6	25	4	16,7	
	Radius	14	4	28,6	1	7,1			4	28,6	1	7,1	1
	Ulna	3	1	33,3					1				
	Métacarpe	9	4	44,4			1	11,1	3	33,3	2	22,2	
	Fémur	22	8	36,4			2	9,1	4	18,2	5	22,7	1
	Tibia	38	21	55,3	5	13,2	6	15,8	16	42,1	7	18,4	3
	Métatarse	25	15	60	2	8	7	28	10	40	9	36	3
	Métapode	13	6	46,2			2	15,4	1	7,7	3	23,1	1
	Indéterminé	45	27	60	3	6,7	4	8,9	11	24,4	8	17,8	7
Basipode	Carpe	0											
	Talus	2	1	50					1	50			
	Calcaneum	5	2	40					2	40			
	Autre Tarse	2											
	Patella	1											
	Sésamoïde	0											
	Os malléolaire	0											
Autopode	Phalange	9	1	11,1	1	11,1			1	11,1			

Tab. IX-21 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de restes de Cerf comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.

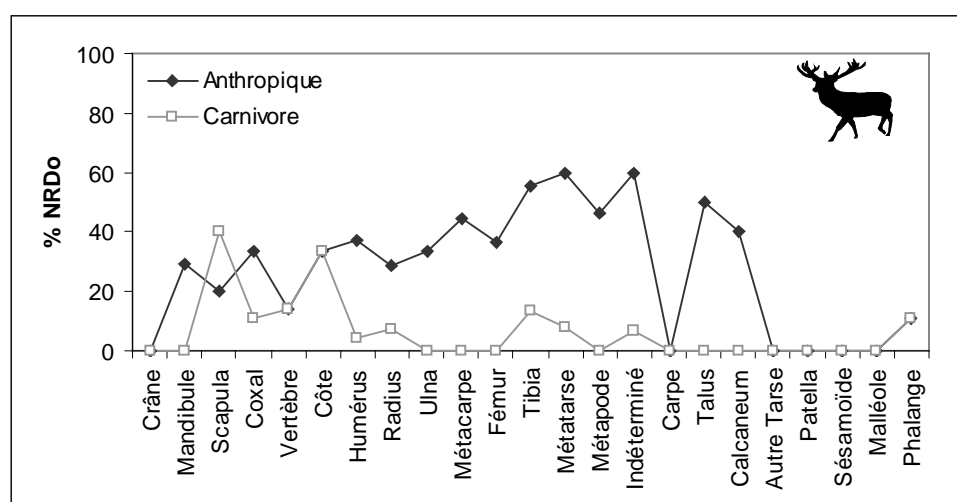


Fig. IX-14 : Comparaisons des pourcentages de restes de Cerf présentant des traces anthropiques avec carnivores.

Cinq restes montrent des traces de Carnivores et anthropiques : un tibia, un radius, un métatarse et deux fragments de diaphyse d'os long indéterminé. Les traces de découpes sur ces derniers éléments concernent la récupération de la viande.

Il y a une corrélation hautement significative entre le nombre de restes déterminés avec des traces anthropiques (NRDa) et le nombre de restes déterminés observables (NRDo) (fig.IX-15). Cela conforte l'idée que l'Homme préhistoriques est à l'origine de l'assemblage.

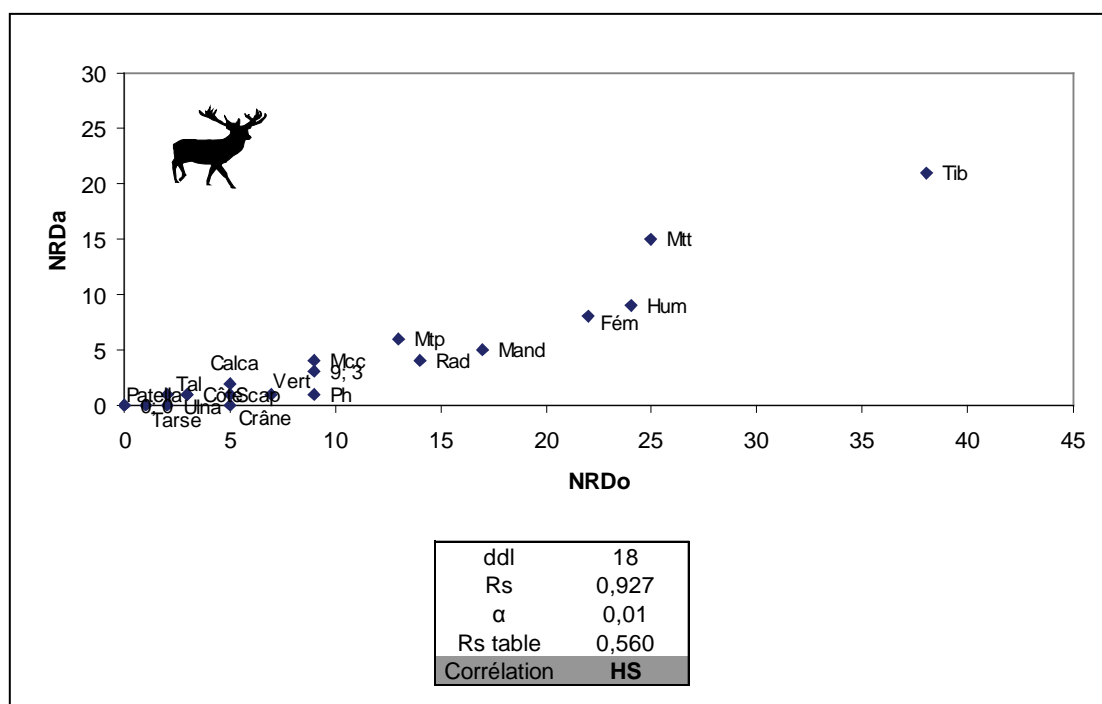


Fig. IX-15 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément.

#### IV.4.1.1. Stries de découpe

##### ✓ Dépouillement

Des traces dues au retrait de la peau sont visibles sur 8 restes : 1 mandibule, 2 extrémités distales de métatarses (dont un jeune), 2 extrémités distales de tibias, 2 calcanei et 1 deuxième phalange. La présence de stries liées au dépouillement sur la deuxième phalange laisse supposer une récupération intentionnelle de la peau pour une utilisation ultérieure. En revanche, le retrait de la peau au niveau de l'extrémité distale du tibia est plus à mettre en relation avec une boucherie primaire. Il n'est toutefois pas exclu que ces marques soient obtenues lors de la désarticulation comme le souligne L.R. Binford (1981). La même remarque peut être faite pour le calcaneum.

##### ✓ Désarticulation

Le Cerf présente différentes zones de désarticulation :

- **Crâne / Mandibule** : 4 fragments de branche montante de mandibule montrent des stries liées à la désarticulation.
- **Scapula / Humérus** : 5 stries sont observées sur un fragment de scapula.
- **Coxal / Fémur** : nombreuses stries localisées près de l'acétabulum.
- **Fémur / Tibia** : une extrémité proximale de tibia comporte 9 stries de découpe.
- **Tibia / Tarse / Métatarse** : 2 extrémités distales de tibia (problème de convergence cf dépouillement), 2 fragments de calcaneum et 1 talus.

La séparation du crâne et du squelette axial n'est pas observée cependant il n'est pas possible de dire qu'elle n'a pas été pratiquée. En effet, un seul basi-occipital et deux fragments de vertèbres cervicales ont été mis au jour. L'atlas et l'axis sont absents de l'assemblage. De même pour la

désarticulation humérus/radius : aucune extrémité distale d'humérus n'a été retrouvée et uniquement 3 extrémités proximale de radius.

#### ✓ Décharnement

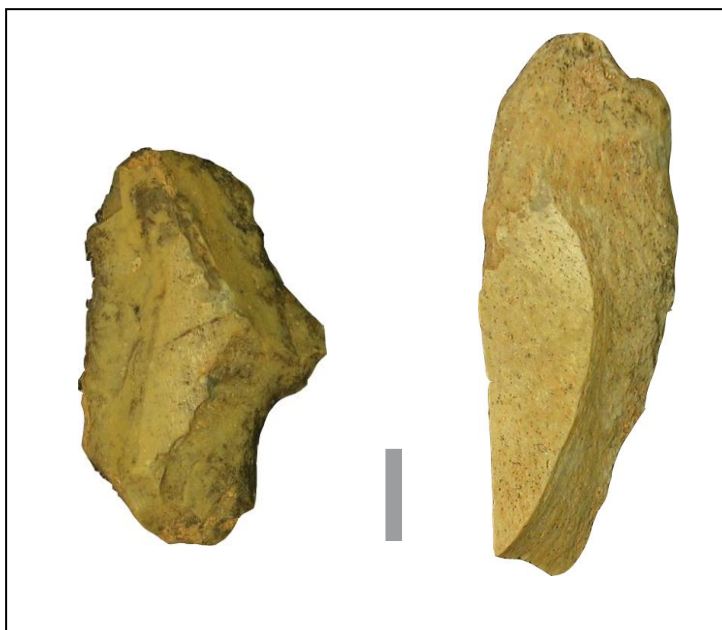
Le prélèvement de la viande s'observe sous la forme de longues stries parallèles ou subparallèles (angle supérieur à 45°) à l'axe d'allongement de l'os et de courtes stries rapprochées au niveau des zones d'insertion des muscles. Le coxal et le fémur, os les plus charnus, sont ceux comportant le moins de stries (tab.IX-22). Un fragment de côte de moyen ongulé montre 7 stries appuyées sur la face latérale témoignant de l'enlèvement de la viande.

	NRDo	%
Scapula		
Humérus	6	25
Radius	3	21,4
Ulna	1	33,3
Coxal	1	11,1
Fémur	3	13,6
Tibia	10	26,3

**Tab. IX-22** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre de Restes de Cerf présentant des traces liées au décharnement.

#### IV.4.1.2. Fracturation

La fracturation d'un os long a plusieurs objectifs comme la récupération de la moelle contenue dans la cavité médullaire ou encore l'obtention de fragments compacts en vue de supports utilitaires (*i.e.* os à impressions). La fracturation intentionnelle est illustrée par la présence de point d'impact sur les diaphyses d'os long ou celle d'éclat osseux (fig. IX-16).



**Fig. IX-16** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Eclat osseux.

L'absence d'os long complet, la forte quantité d'os long dont la circonférence est de type baguette (tab. III-14) ainsi que le nombre élevé de points d'impact signale une exploitation intensive

de la moelle. Le fig.IX-17 indique que les os présentant la plus grande cavité médullaire sont ceux avec le plus de traces de percussion. Cela signifie qu'il y a eu un choix de la part des préhistoriques de fracturer les os longs ayant la plus grande quantité de moelle (Binford, 1978 ; Metcalfe & Jones, 1988, Madrigal & Zimmermann Holt, 2002 ; Madrigal, 2004 ; Morin, 2007). Les métapodes montrent une fracturation intense par rapport à leur volume (fig.IX-17). L'avantage des métapodes est qu'ils sont dépourvus de viande et demandent donc un investissement en temps et en énergie moindre. De plus, L.R. Binford lors de son ethnologie sur les Nunamiuts (Peuple d'esquimaux d'Alaska) a souligné la qualité et l'intérêt gustatif de ces éléments (Binford, 1978 ; Morin, 2007). Ni la mandibule, ni les phalanges n'ont été brisées. Ces différents constats permettent d'avancer que l'occupation de la cavité s'est faite pendant une période « faste », où le gibier était abondant et en bonne condition physique offrant la possibilité d'une sélection préférentielle envers les os avec une grande quantité de moelle (fémur et tibia) ou de bonne qualité (métapode).

Les annexes 35 à 37 montrent la localisation des points d'impact sur les éléments. Le point d'impact sur l'humérus se situe au niveau de sa zone de torsion sur la face médiale de la diaphyse mésiale. Les métapodes montrent des points d'impact proche de la « gouttière » antérieure et sur les faces latérales. Le tibia a été fracturé essentiellement au niveau des diaphyses proximales et distales.

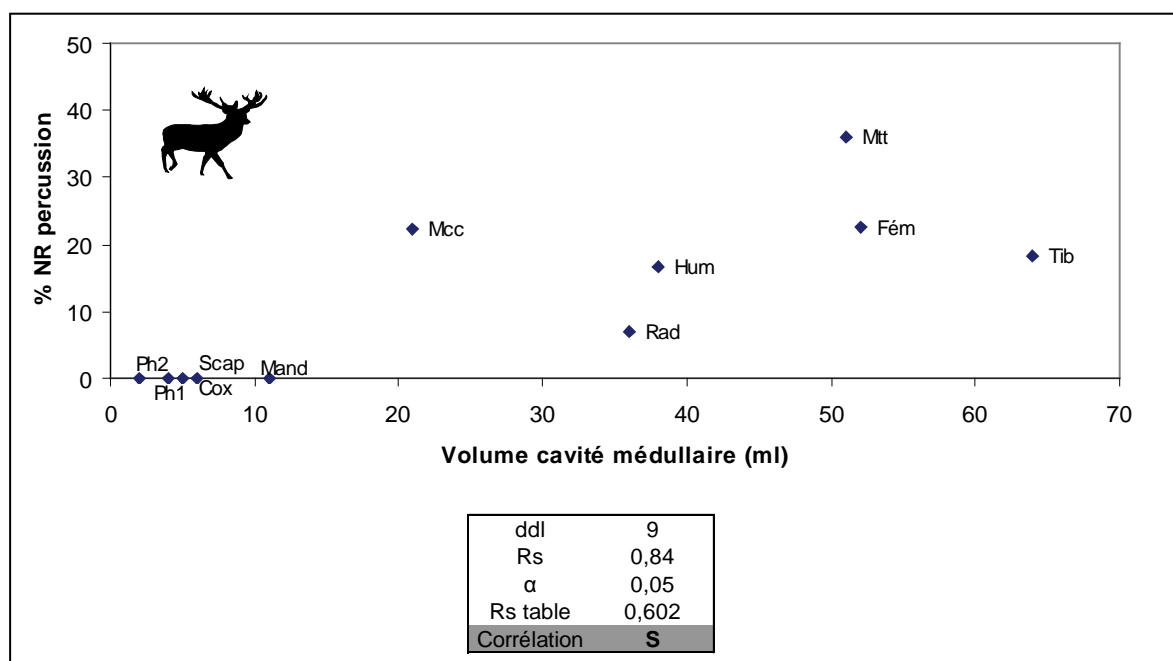


Fig. IX-17 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre le NRDo montrant des traces de percussion et le volume de la cavité médullaire de chaque l'élément.

Par ailleurs, la fracturation des os longs en vue d'acquérir la moelle, s'effectue généralement sur le site d'habitat (Binford, 1978). Ces observations viennent soutenir l'interprétation de M. Vuillemeys (1989) selon laquelle la couche XX serait un site d'habitat.

Sur 3 fragments de diaphyses, des contre-impacts sont visibles sur la face opposée indiquant l'utilisation d'une enclume lors de la fracturation.



✓ Raclage

La majorité des traces de raclages concerne des restes avec un point d'impact (n=8) ou des os à impressions (n=8). Il semblerait donc que le raclage ait été pratiqué dans le but de retirer le périoste afin de faciliter la percussion.

IV.4.1.3. Transport des carcasses

La figure IX-18 indique une corrélation hautement significative entre le SFUI et le % MAU des ossements attestant d'une sélection des éléments offrant le plus grand intérêt alimentaire. C'est le cas des pattes postérieures.

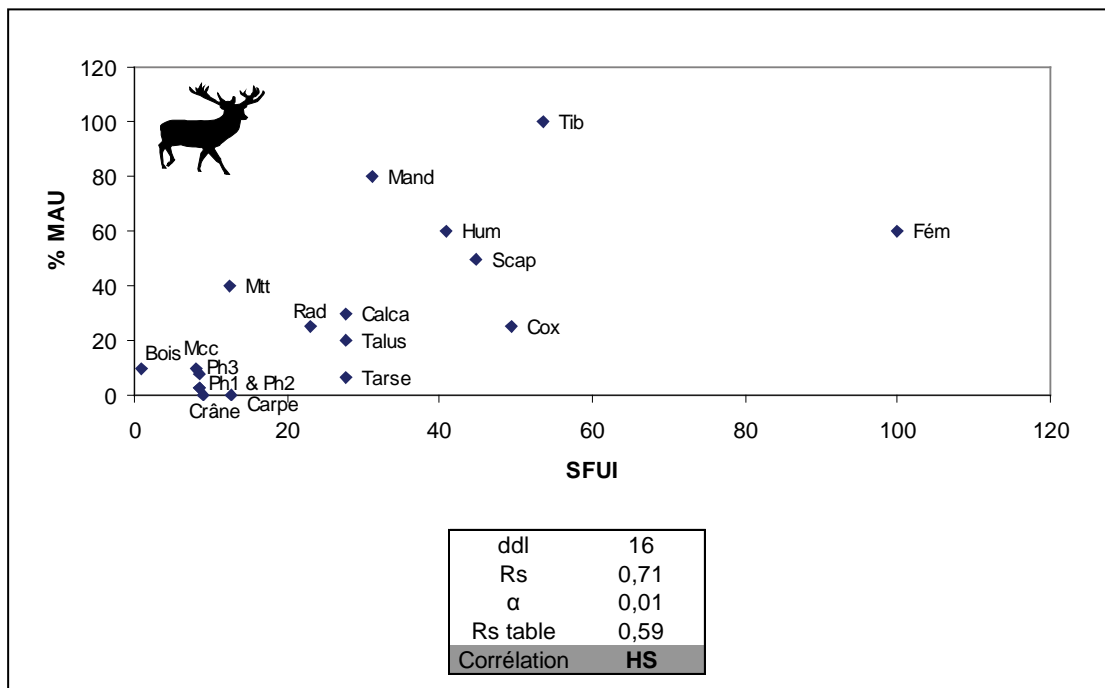
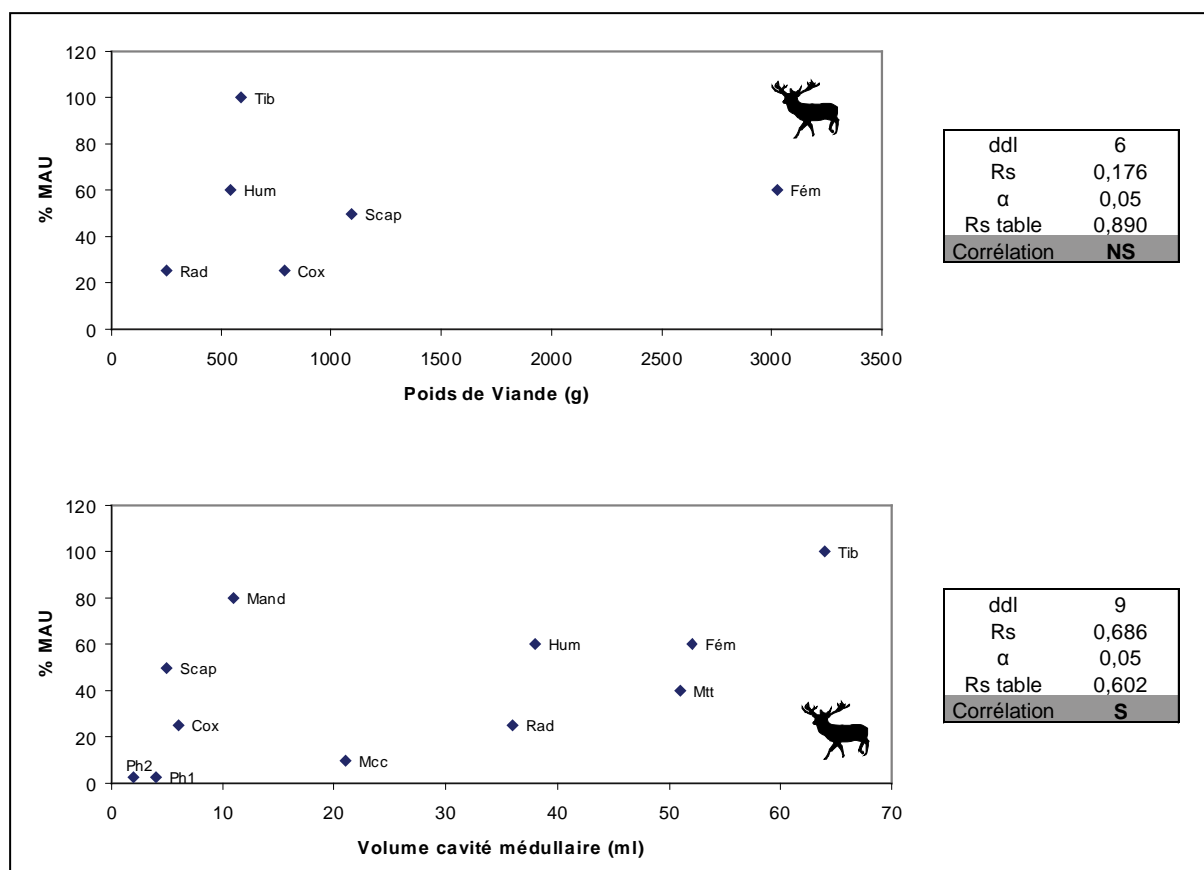


Fig. IX-18 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cerf.

Il n'y a pas de corrélation entre le poids de viande fourni et la présence de l'élément squelettique dans l'assemblage (fig.IX-19). En revanche, une corrélation positive est observée avec le volume de la cavité médullaire et par conséquent avec la quantité de moelle.



**Fig. IX-19** (La Baume de Gigny ; couche XX) : *en haut* : Comparaison entre le poids de viande et le % MAU (d'après les données de Madrigal & Zimmermann Holt, 2002); *en bas* : comparaison entre volume de la cavité médullaire et le % MAU (d'après les données de Metcalfe & Jones, 1988).

#### IV.4.2. Le Cheval (annexes 28, 38 et 39)

De tous les types d'éléments présents sur le site, seuls les mandibules, les côtes, l'ulna et la phalange ne sont pas affectés par des traces anthropiques (tab.IX-23). Comme pour le Cerf, les traces concernent principalement les individus adultes. Les os longs et les ceintures sont principalement modifiés.

		NRDo	Anthropique		Carnivore		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
			NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne	2	1	50					1	50				
	Mandibule	6			3	50								
Ceinture	Scapula	5	2	40					2	40				
	Coxal	1	1	100	1	100							1	100
Axial	Vertèbre	5	2	50			1	25	2	50				
	Côte	2												
Os Long	Humérus	12	4	33,3	3	25	2	16,7	4	33,3			1	8,3
	Radius	5	4	80					3	60	2	40	1	20
	Ulna	1												
	Métacarpe	1	1	100					1	100				
	Fémur	9	5	55,6			1	11,1	5	55,6	1	11,1		
	Tibia	22	12	54,5	2	9,1	3	14	9	40,9	5	22,7		
	Métatarse	3	1	33,3			1	25	1	25				
	Métapode	0												
	Indéterminé	18	10	55,6	3	16,7	3	15,8	6	31,6	3	15,8	8	42,1
Basipode	Carpe	0												
	Talus	0												
	Calcaneum	0												
	Autre Tarse	0												
	Patella	0												
	Sésamoïde	0												
Autopode	Malléole	0												
	Phalange	1			1	100								

Tab. IX-23 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de restes de Cheval comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.

La corrélation entre le nombre de restes d'un élément squelettique avec le nombre de restes portant des traces est hautement significative (fig.IX-20).

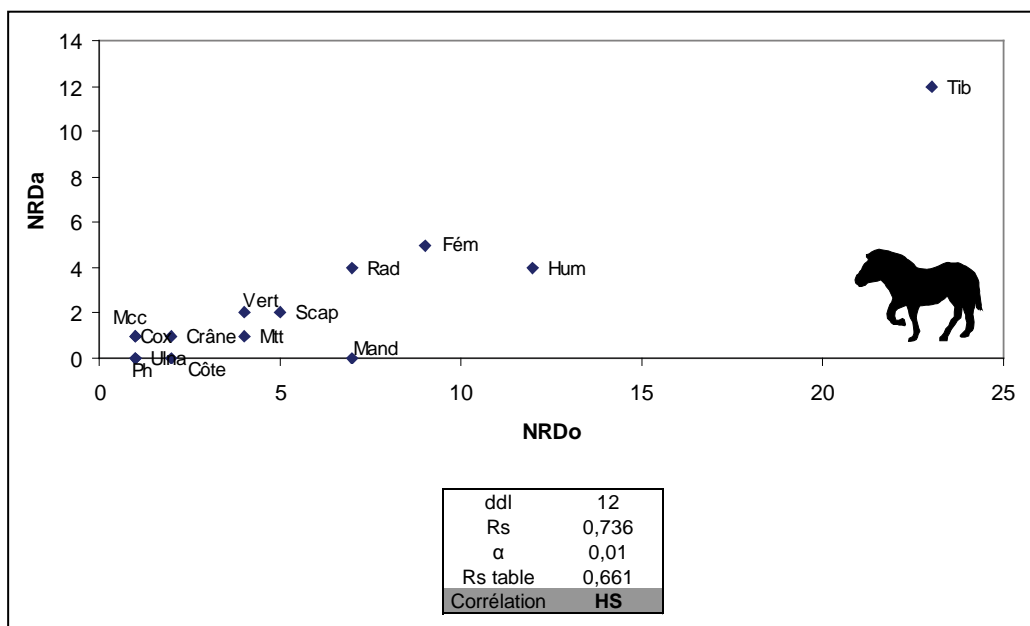


Fig. IX-20 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément

#### IV.4.2.1. Stries de découpe

##### ✓ Eviscération

Cette pratique est visible sur un reste de corps vertébral d'Equidés (vertèbre thoracique). De telles traces ne sont observées que si les Préhistoriques ont eu un accès primaire à la carcasse.

✓ Dépouillement

Seuls trois extrémités distales de tibia montrent des stries pouvant être rapportées au dépouillement. L'absence de bas de patte et la présence de strie de dépouillement sur le tibia pourrait indiquer un faible intérêt pour la peau du cheval. Néanmoins, il s'agit là d'une hypothèse basée sur le fait que la récupération de la peau dans un but utilitaire se fait toujours en maximisant la surface obtenue (du crâne au bas des métapodes ou phalanges), fait qui paraît quelque peu réducteur.

De plus, comme il a été signalé précédemment, ces traces peuvent refléter la désarticulation du tibia avec tarse/métatarse.

✓ Désarticulation

La désarticulation n'est illustrée que par un faisceau de stries sur la face externe d'un maxillaire ainsi que sur l'extrémité proximale d'un métacarpe appartenant à un jeune individu.

✓ Décharnement

Le prélèvement de la viande est une des activités prépondérantes, soulignant l'accès primaire à la carcasse. Contrairement au Cerf, le fémur, os long le plus riche en viande (Outram & Rowley-Conwy, 1998), a été fortement décharné (tab.IX-24). La patte postérieure montre une activité plus importante. Les annexes 38 et 39 montrent la localisation des stries de décharnement.

	NRDo	%
Scapula	2	40
Humérus	3	25
Radius	2	40
Ulna	1	100
Coxal		
Fémur	5	55,6
Tibia	9	40,9

**Tab. IX-24** (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre de Restes de Cheval présentant des traces liées au décharnement.

#### IV.4.2.2. Fracturation

La partie inférieure des membres (radius et tibia) est celle présentant le plus d'impact lié à une fracturation anthropique. D'après les données obtenues par Outram & Rowley-Conwy (1998), ces os se placent au 4<sup>o</sup> et 5<sup>o</sup> rang (en terme d'apport énergétique par rapport au temps d'obtention et de traitement) derrière le fémur, l'humérus et la mandibule. Cependant la moelle qu'ils contiennent semble être attractive d'un point de vue gustatif et apporte certains acides gras essentiels en plus grande quantité (Morin, 2007). Aucune trace de raclage n'est reliée à un point d'impact. Un des restes montre un contrecoup sur sa face opposée.

✓ Raclage

Trois os à impressions sont concernés par une action de raclage. Un tibia présentant un point d'impact montre également une trace de raclage.

#### IV.4.2.3. Transport des carcasses

La représentation squelettique montre que les métapodes et les bas de pattes sont extrêmement rares. Ces éléments de faible utilité alimentaire ont certainement été laissés sur le site d'abattage. Le fémur, os long le plus charnu est également celui présentant le plus fort NME et le plus de strie de décharnement.

#### IV.4.3. Le Bison

Deux restes d'humérus et deux de fémur portent des traces d'activités anthropiques. Il s'agit d'os long très charnus.

✓ Décharnement

Toutes les stries de découpe observées correspondent à des pratiques bouchères de décharnement. Ces éléments très riches en viande soulignent un accès primaire à la carcasse.

✓ Fracturation

Un des fragments de fémur montre un point d'impact associé à du raclage.

✓ Transport de la carcasse

Les éléments squelettiques présents dans l'assemblage suggèrent un apport des parties hautement nutritives que sont le coxal, le fémur et l'humérus. Le fait, que seuls ces éléments soient observés plaide en faveur d'un charognage primaire de cette espèce.

#### IV.4.4. Les Os brûlés

Le nombre de restes osseux présentant des traces de combustion est très faible (NR=9). Etant donné la quantité non négligeable d'os brûlés contenue dans la couche sus-jacente (couche XIX, NR=313), nous pouvons nous interroger sur la légitimité de leur présence au sein de la couche XX.

L'action du feu est observée sur un humérus de moyen ongulé, sur une vertèbre, sur deux côtes, ainsi que sur deux diaphyses d'os long, et trois restes spongieux indéterminés. L'histologie est variée bien que l'os spongieux domine (tab.IX-25).

Couleur	Histologie			Total
	Spongieux	C + S	Compact	
Noir	5	1	2	8
Gris		1		1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>9</b>

Tab. IX-25 (La Baume de Gigny ; couche XX): Histologie et couleur dominante des os brûlés.

#### IV.4.5. Les Os à impression

Les retouchoirs proviennent assez logiquement des espèces les mieux représentées : Cerf (n=18) et Cheval (n=12). Un bref résumé des caractéristiques des os à impressions est donné par le tab.IX-26, pour plus de détails se référer en annexe 40.

	N	N plage		Profil		Localisation		Raclage	Strie	Intensité		
		1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu			Faible	Moyenne	Forte
Cerf	18	16	2	14	4	12	6	10	4	9	9	3
Cheval	12	8	4	7	5	11	1	6	5	2	10	3
TOTAL	30	24	6	21	9	23	7	16	9	11	19	6

Tab. IX-26 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Description des retouchoirs.

La figure IX-21 ainsi que les tests de Mann-Whitney appliqués indiquent qu'il n'y a aucune différence de longueur entre les retouchoirs sur fragment d'os de Cerf et de Cheval. En revanche une différence significative est observée sur les largeurs en lien avec la taille de l'animal.

Tous les os longs sont représentés, deux fragments de coxaux (un de chaque espèce) sont même utilisés.

Les ¾ des retouchoirs ne montrent qu'une seule plage d'utilisation. Néanmoins il existe une différence entre le Cerf et le Cheval. Le Cheval indique proportionnellement plus de fragments avec deux plages. Toutefois cette observation est nuancée avec le fait que le Cerf présente un nombre important de plage centrale signifiant bien souvent que la pièce a été cassée (Malerba & Giacobini, 2002). La moitié des pièces présente des traces de raclage préalables : préparation du support.

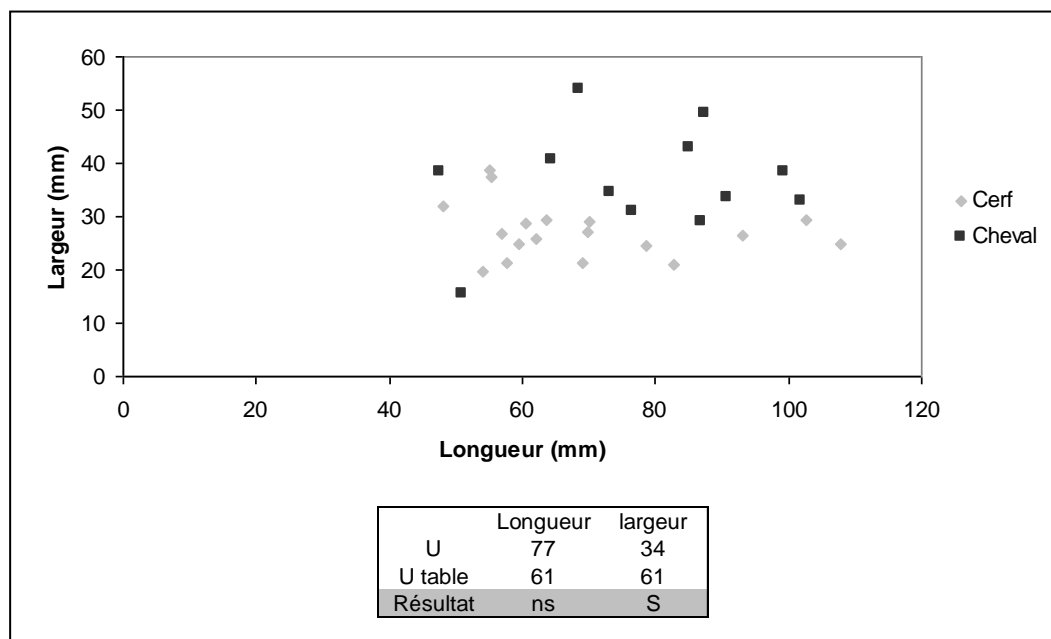


Fig. IX-21 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Dimensions des retouchoirs.

La figure IX-22 indique l'absence de différence entre les surfaces des plages d'utilisation et l'espèce concernée. En revanche, l'intensité est variable. En effet, les retouchoirs sur fragments osseux de Cerf signalent une intensité globalement plus faible. Seul un quart des pièces présente une forte intensité modifiant le profil de la pièce.

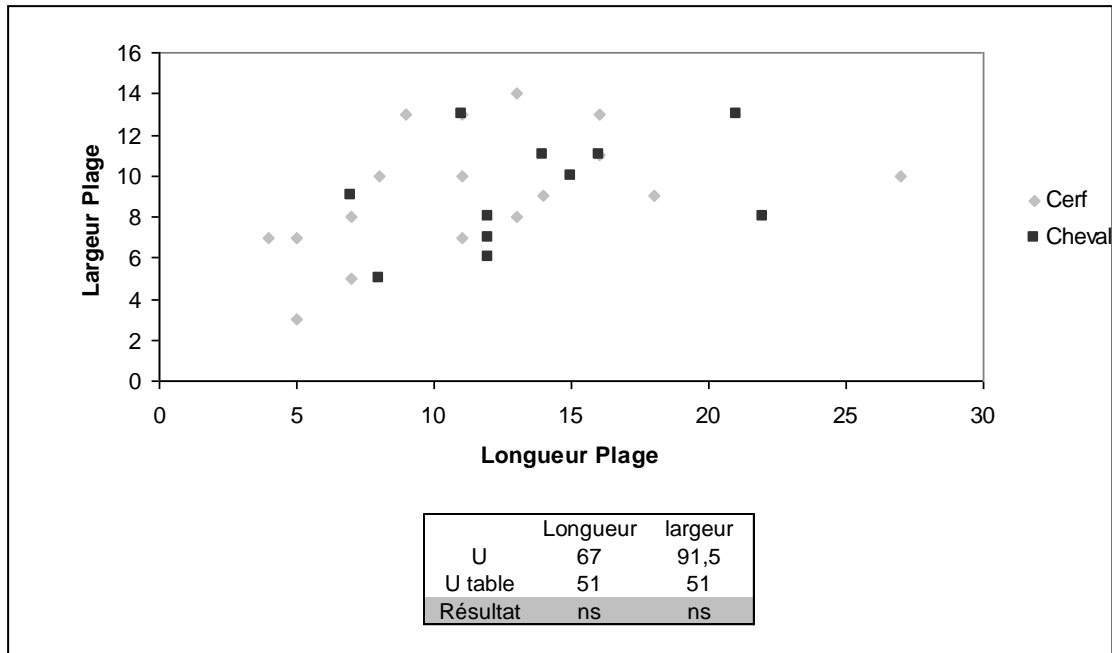


Fig. IX-22 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Dimensions des plages d'utilisation.

Pour conclure, la couche XX présente une activité anthropique intense orientée vers l'acquisition préférentielle du Cerf et dans une moindre mesure du Cheval. La prépondérance d'adultes permet d'envisager une acquisition des animaux *via* la chasse. Seuls les éléments les plus intéressants d'un point de vue nutritionnel sont ramenés au camp.

## V. Couche XIX

La couche XIX diffère des précédentes par un élargissement du spectre avec 12 espèces différentes (tab.IX-27). Le Cerf et le Cheval sont de nouveau majoritaires avec respectivement 225 restes pour 7 individus et 314 restes pour 13 individus. L'Ours est lui aussi bien représenté avec 9 individus (NRD=102). L'annexe 41 indique que l'intégration de tous les fragments a multiplié le nombre de restes déterminés d'un facteur 5 environ. L'ordre des espèces principales reste identique mais celui des espèces secondaires change.

La figure IX-23 indique une sous représentation de l'os spongieux et du matériel dentaire.

Espèce	NRD	% NRD	NMlf	NMlc
<i>Equus caballus</i>	314	40,2	7	13
<i>Cervus elaphus</i>	225	28,8	5	7
<i>Bison priscus</i>	63	8,1	2	2
<i>Rangifer tarandus</i>	15	1,9	1	1
<i>Mammuthus primigenius</i>	14	1,8	1	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	10	1,3	1	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	0,3	1	1
<i>Equus hydruntinus</i>	1	0,1	1	1
<i>Ursus spelaeus</i>	102	13,1	4	9
<i>Vulpes vulpes</i>	22	2,8	2	2
<i>Canis lupus</i>	7	0,9	1	2
<i>Lepus timidus</i>	6	0,8	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>781</b>			
NRDa très petit mammifère	14			
NRDa petit mammifère	28			
NRDa Moyen mammifère	232			
NRDa Grand mammifère	233			
NRDa	148			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>655</b>			
Très petit mammifère indét.	3			
Petit mammifère indét.	18			
Moyen mammifère indét.	244			
Grand mammifère indét.	240			
Très grand mammifère indét.	6			
Indéterminés	1832			
<b>TOTAL</b>	<b>3779</b>			

Tab. IX-27 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Composition de l'assemblage.

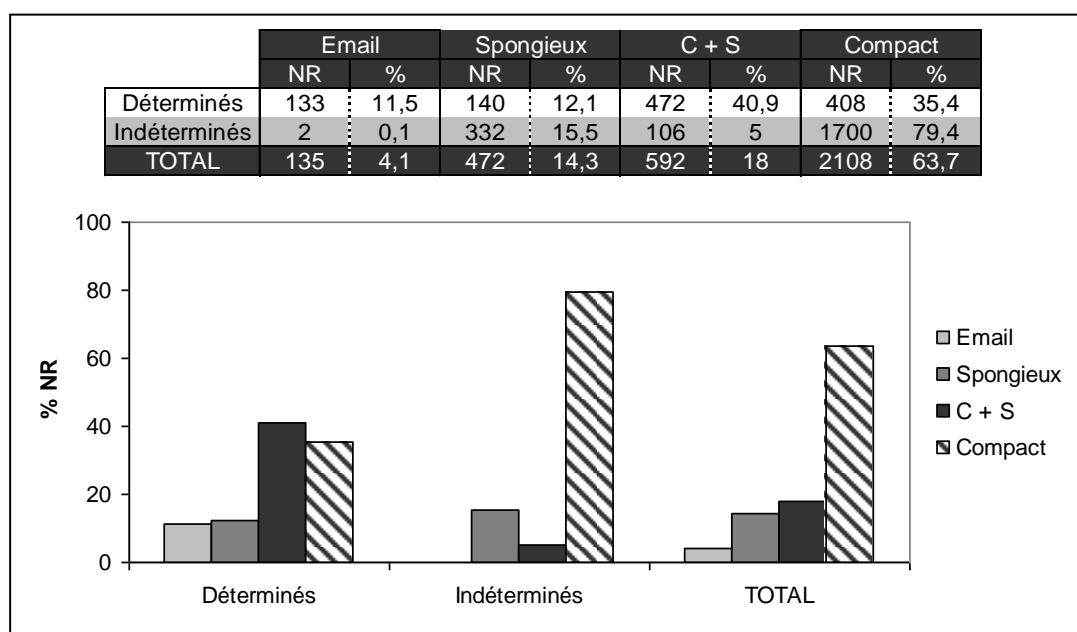


Fig. IX-23 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Histologie des fragments.

## V.1. Caractérisation des espèces

Le tableau IX-20 montre la répartition des restes déterminés au sein de chaque espèce. Seuls des fragments de restes dentaires signalent la présence du Mammouth et de l'Hydruntin tandis que le Chamois est illustré par un fragment de métatarse et une deuxième phalange.



		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>M. giganteus</i>		<i>M. primigenius</i>		<i>R. rupicapra</i>		<i>E. hydruntinus</i>		<i>L. timidus</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>C. lupus</i>		
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	
Céphalique	Bois/Chev. Oss.	1	1	7	1			2	1	1	1															
	Crâne			1	1	10	2			1	1															
	Mandibule	2	1	4	4	26	6														1	1				
	Incisive	1	1	1	1	10	10														1	1				
	Canine					1	1					13	1										2	2		
	Dent Jugale > Dent Jugale <	3 3	3 3	2 2	2 2	47 44	42 39	1 1	1 1						1 1	1 1					3 4	3 4				
Ceinture	Scapula			9	5	7	5			1	1							1	1	1	1	1	1			
	Coxal			5	2	8	4													2	2	1	1			
Axial	Vertèbre	1	1	3	3	9	8													22	15	3	3	1	1	
	Côte																			6	2					
Os Long	Humérus	7	2	15	6	29	9													4	4	3	2	2	2	
	Radius			20	8	15	6	1	1											4	4	2	1			
	Ulna	2	2	9	6	6	4													1	1					
	Métacarpe	1	1	15	3	6	5			2	1							3	3	4	4	1	1			
	Mcc Vest.					1	1																			
	Fémur	11	3	23	7	27	11	1	1									1	1	4	4			1	1	
	Tibia	10	4	29	9	34	9	1	1	3	1									5	4	1	1	2	2	
	Métatarse Mtt Vest.			17 1	3 1	2 1	2 1	4 1	1 1	1 1	1	1		1	1					10	10	1	1	1	1	
Os Court	Carpe	1	1	2	2	2	2	2	2											6	6					
	Talus			1	1	1	1													2	2					
	Calcaneum					1	1															1	1			
	Autre Tarse			1	1																1	1				
	Patella	1	1	1	1															4	4					
	Sésamoïde Os malléolaire	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1																			
Autopode	Phalange 1	3	3	5	5	3	3											1	1	2	2	4	4			
	Phalange 2			2	2									1	1					4	4					
	Phalange 3			3	3															4	4					

Tab. IX-28 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Représentations squelettiques.

### V.1.1. Le Cheval

#### V.1.1.1. Représentation squelettique (annexes 42, 44 et 45)

Bien que toutes les grandes sub-divisions du squelette soient présentes, il y a une nette différence entre elles. La partie céphalique, les os longs charnus et les ceintures sont abondants alors que les os courts et les phalanges sont fortement sous-représentés (tab.IX-28 ; fig.IX-24). A noter la présence de restes appartenant à des fœtus (n=5 soit 1,6% du NRD) et à de jeunes individus (n=24 soit 7,6% du NRD).

✓ **Céphalique** : les restes crâniens sont variés : des fragments de maxillaire (n=4), un fragment de pariétal, de frontal. Un os hyoïde est également observé. Les fragments de mandibules sont nombreux (n=26). La plupart des dents mis au jour sont des dents isolées. Parmi ces restes dentaires, quatre correspondent à des dents déciduales.

✓ **Axial** : toutes les catégories de vertèbres sont présentes. L'absence des côtes est liée à la difficulté de les déterminer au niveau de l'espèce. Toutefois, elles sont présentes en grande quantité (n=151) au sein des restes de la classe de taille des grands mammifères.

✓ **Ceinture** : la scapula et le coxal sont observés en quantité sensiblement égale. Les fœtus et les jeunes individus sont documentés par un reste de chaque élément.

✓ **Os longs** : les éléments squelettiques des membres sont extrêmement bien illustrés. Le pourcentage de survie atteint 70% pour le fémur et près de 50% pour l'humérus et le tibia (fig.III-10). En revanche, le pourcentage de survie des métapodes est inférieur à 20%. Ce sont donc les os longs charnus qui sont le plus fréquemment observés. Le fémur et l'humérus qui sont les plus riches en viande sont également les plus nombreux. La patte arrière est légèrement mieux documentée. Deux humérus et un radius proviennent de fœtus. Les jeunes individus sont identifiés par des fragments de métacarpes (n=2), de radius (n=3), de tibia (n=2), d'ulna (n=2).

✓ **Os courts** : ils sont quasiment absents (n=5) et appartiennent tous à de jeunes individus.

✓ **Phalanges** : Comme dans la couche sous-jacente, les phalanges sont rares (n=3). Deux d'entre elles sont entières

La figure IX-25 indique qu'il n'y aucune corrélation entre la densité de l'élément (ou portion d'élément) et son pourcentage de survie d'autres facteurs sont à envisager pour expliquer un tel profil squelettique.

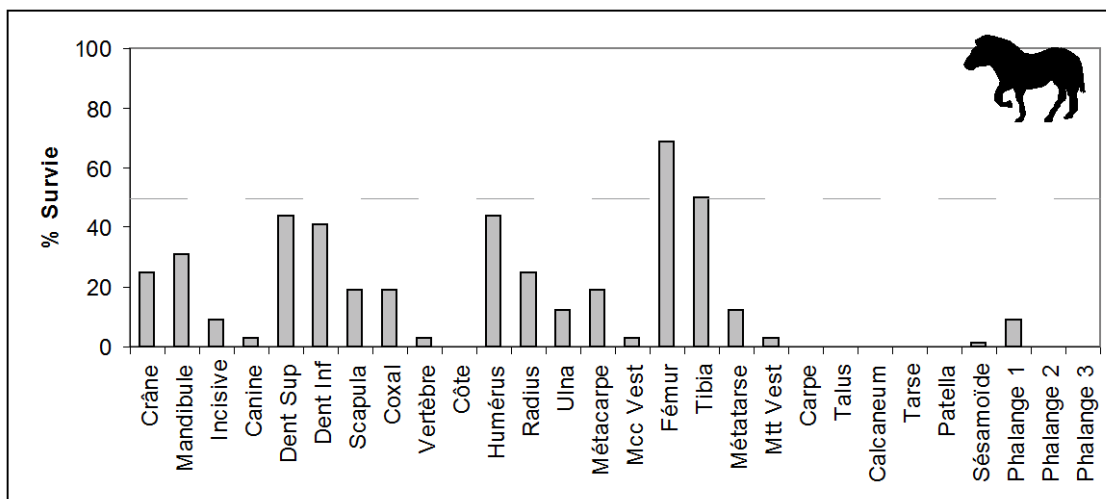


Fig. IX-24 (La Baume de Gigny ; couche XIX): Représentation squelettique du Cheval.

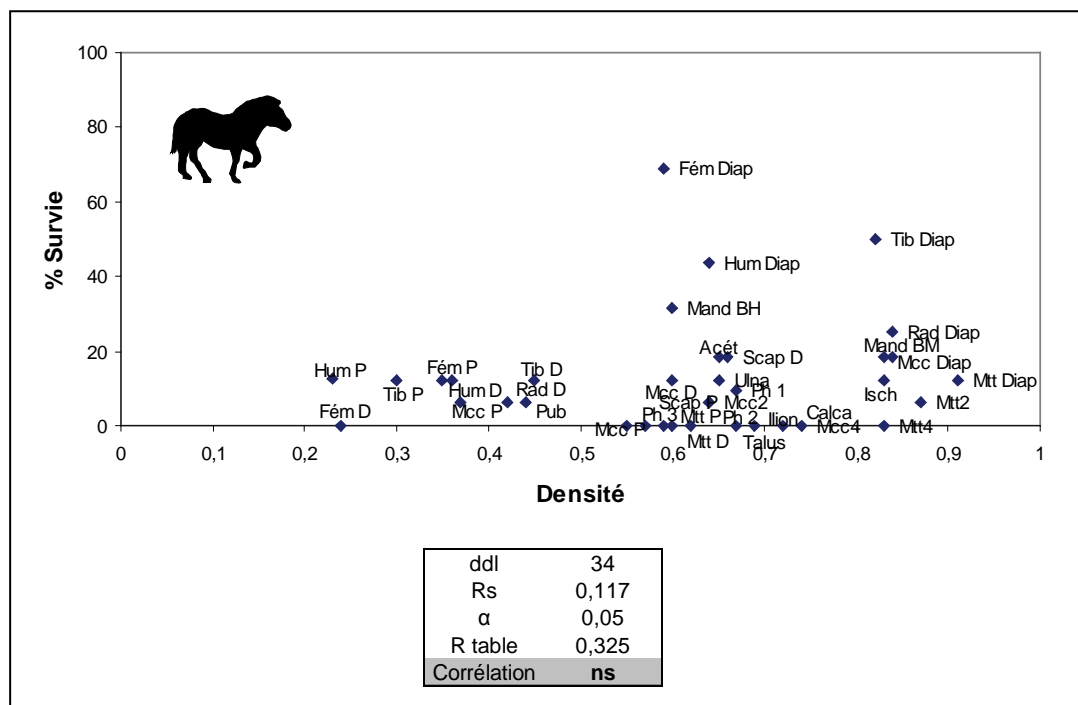


Fig. IX-25 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Relation entre la densité et le pourcentage de survie chez le Cheval.

#### V.1.1.2. Age et sexe des individus

La longueur des diaphyses des os longs de fœtus a été utilisée afin d'estimer leur état de développement *via* les fonctions de régressions pré-établies par Guffy *et al.*, 1970 (*in* Morin, 2004). Deux os entiers ont permis ces calculs : 1 humérus (19mm) et 1 radius (35mm). Les résultats obtenus donnent respectivement 3,5 mois et 4,5 mois correspondant à un décès en **automne**.

Les jeunes individus sont au nombre de 3. Un radius non épiphysé dans sa partie proximale indique que l'un d'eux est âgé de moins de 18 mois. Deux M2 (inférieure et supérieure) non usée illustre un deuxième jeune individu âgé de 20-26 mois (**fin hiver-début été**). Enfin, une P2/ non usée

signale un jeune âgé d'environ 28-30 mois soit une mort entre septembre et novembre (**fin été-automne**).

L'application de la méthode quadratique proposée par P. Fernandez et S. Legendre (2003) permet de préciser l'âge approximatif des individus adultes (tab.IX-29). Le NMic de la classe 0-3 ans correspond au NMic des jeunes individus.

	3-6 ans	6-9 ans	9-12 ans	12-15 ans
P2/		1	1	
P3/		1		
P4/	1	2		
M1/	1	1		
M2/		1	3	
M3/		2		
P/2		1		
P/4	1		1	
M/1	1			
M/3	1	1		2
TOTAL	1	2	3	2

Tab. IX-29 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.

Le profil de mortalité du Cheval est dominé par les adultes (fig.IX-12). La classe 3-6 ans est la moins bien représentée. Deux vieux adultes de plus de 12 ans sont observés.

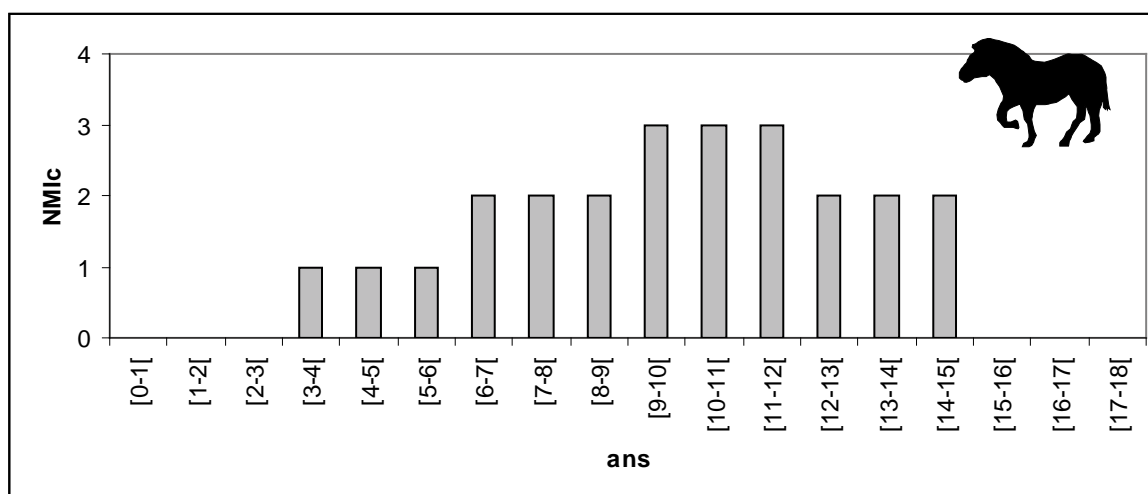


Fig. IX-26 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Profil de mortalité du Cheval.

La présence de fœtus atteste que certains individus adultes sont des femelles. L'absence de canine plaide également en faveur de cette hypothèse. La structure de la cohorte serait comme pour la couche précédente de type harem.

## V.1.2. Le Cerf

### V.1.2.1. Représentation squelettique (annexes 42, 43 et 46)

Toutes les grandes sub-divisions du squelette sont représentées (fig.IX-13). Les dents considérées comme les restes les plus denses et les plus résistants sont quasiment absentes de la couche. Les restes de juvéniles comptent pour 5% du NRD.

✓ **Céphalique** : Contrairement à la couche XX les dents sont extrêmement rares. Les fragments de mandibules ne montrent aucune dent enchâssée ; deux d'entre eux appartiennent à de jeunes individus. Les restes de bois concernent principalement des portions d'andouiller indéterminé, un épais est également visible. Au niveau du crâne même, seul un rocher est présent.

✓ **Axial** : le sacrum et les vertèbres cervicales sont les uniques restes du squelette axial déterminés pour cette espèce. Les vertèbres thoraciques et les lombaires, ainsi que les côtes (n=138) sont bien documentées à l'échelle de la classe de taille.

✓ **Ceinture** : la scapula est l'élément des ceintures le mieux renseigné avec 50% de pourcentage de survie.

✓ **Os longs** : les os longs sont très abondants. Tous les os longs charnus montrent un pourcentage de survie d'au moins 50%, voire de 80% pour les membres inférieurs (radius et tibia). La sous représentation des métapodes s'explique par un biais méthodologique. En effet, le nombre de restes déterminés pour ces éléments est proche, bien que légèrement inférieur à celui des autres os longs. Les jeunes sont illustrés par tous les os longs.

✓ **Os courts** : leur quantité est équivalente à celle du Cheval. Par conséquent ils sont présents dans l'assemblage mais très peu fréquent (3,3% de survie). L'un d'eux provient d'un individu jeune.

✓ **Phalanges** : leur nombre est un peu plus élevé que chez le Cheval, toutefois le pourcentage de survie ne dépasse pas 13% quelque soit le rang (fig.IX-27).

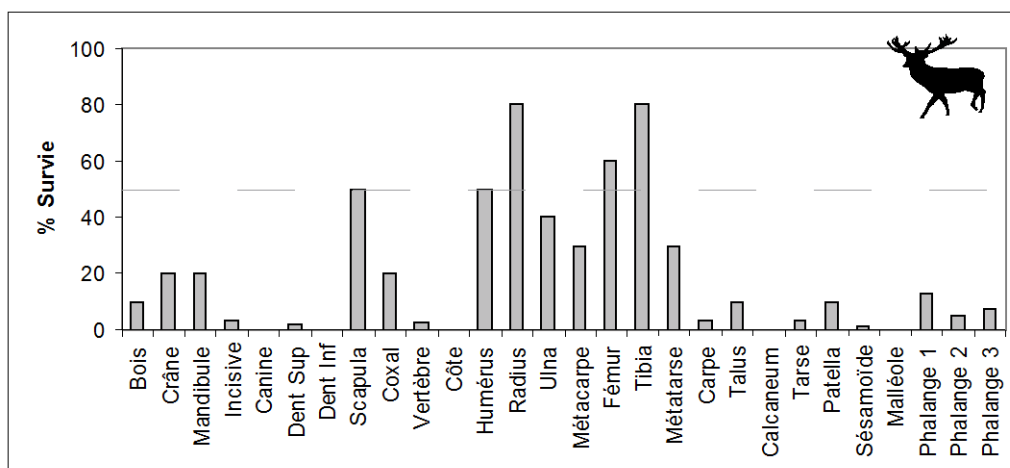


Fig. IX-27 (La Baume de Gigny ; couche XIX): Représentation squelettique du Cerf.

La figure IX-28 signale qu'il n'y a aucune corrélation entre la densité et la présence d'un élément ou portion d'élément dans un assemblage.

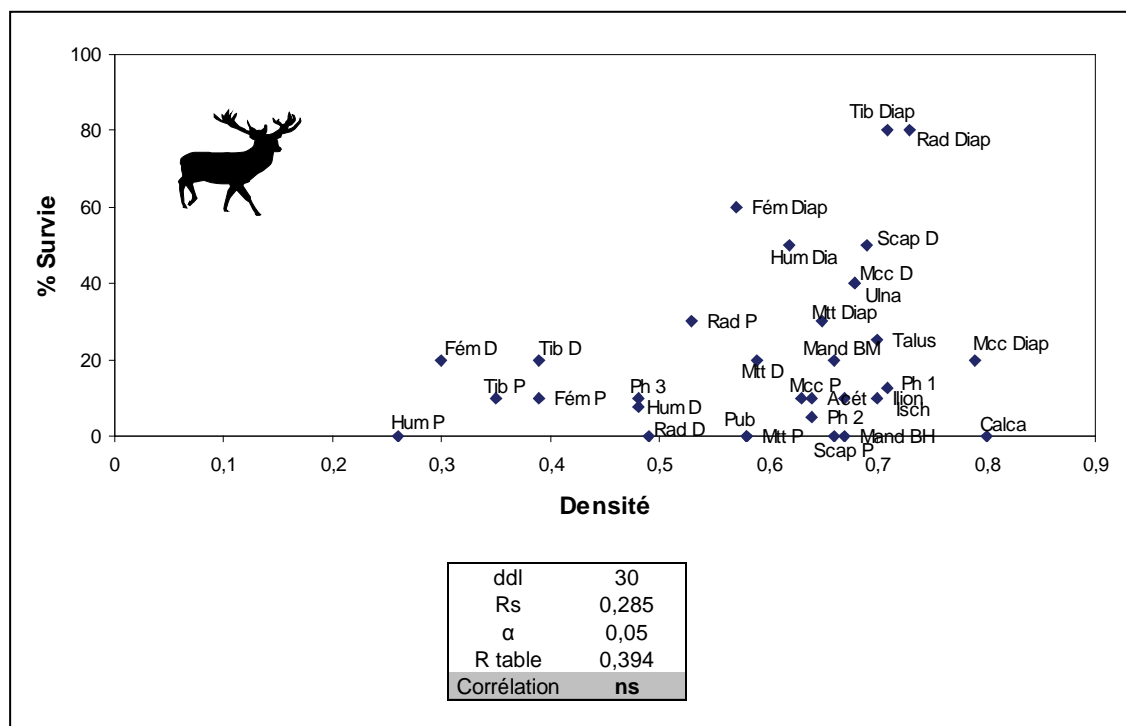


Fig. IX-28 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Relation entre la densité et le pourcentage de survie chez le Cheval.

#### V.1.2.2. Age et sexe des individus

Deux ulna non soudés au radius indiquent la présence de deux jeunes individus. L'âge de l'un est estimé à moins de 18 mois sur la base d'un humérus non épiphysé au niveau de son extrémité distale. Une M3/ non usée montre que le deuxième jeune individu a entre 26 et 31 mois, cela correspond à un décès pendant **l'été ou l'automne**.

Le nombre minimum d'adulte est de 5. La quasi absence de dents rend toute caractérisation plus fine du profil d'abattage impossible.

Des fragments de bois sont présents mais sans indice permettant de différencier bois de chute et bois de massacre, il est difficile de se prononcer sur le sexe des individus. Néanmoins il semblerait qu'il s'agissait d'un groupement de femelle avec leurs petits.

#### V.1.3. Le Bison

Seuls les os des ceintures sont totalement absents (tab.IX-28). Les autres sub-divisions sont observées cependant leurs proportions sont variable. Le squelette céphalique est illustré essentiellement par des dents (n=4). Deux fragments de mandibules et un fragment de cheville osseuse sont présents. Une vertèbre cervicale est l'unique reste attestant de la présence du squelette axial.

Les os longs sont les plus nombreux, ils permettent d'ailleurs de dénombrer deux individus adultes. Les éléments concernés sont uniquement des os longs charnus. Les métapodes ne sont documentés que par un unique fragment. Les os longs de la patte arrière dominant.

Concernant les os courts et les phalanges, le même constat que pour le Cerf et le Cheval peut être fait : ils sont très rares.

Une M1/ très usée et une P4/ présentant une usure relativement forte indique que l'un des adultes est un vieil individu. Aucun jeune n'est à mentionner.

#### V.1.4. Le Renne

Les restes sont peu nombreux (tab.IX-28). Un seul individu est observé. L'usure d'une M/3 est très prononcée indiquant qu'il s'agit d'un vieil individu. Deux fragments de bois dont un épeiro sont présents. Les os longs charnus sont représentés sous la forme d'un seul fragment pour chacun, excepté l'humérus qui est absent. Les restes de métatarse sont les plus fréquents.

#### V.1.5. Le Mégacéros

Cette espèce est tout aussi rare. La mise au jour d'un fragment de bois signale que l'individu est un mâle. De même que pour le Renne, les métapodes sont bien présents.

#### V.1.6. L'Ours

L'Ours est la troisième espèce en termes de restes et d'individus. Toutes les grandes catégories du squelette sont observées, dans des proportions équivalentes. Les dents, les métapodes et les phalanges sont légèrement plus abondants s'accordant avec leur plus forte résistance à la destruction. Ce modèle a déjà été observé par plusieurs auteurs dans des grottes où l'Ours est mort naturellement (Fosse *et al.*, 2002 ; Stiner, 2002 ; Quilès, 2003 ; Germonpré, 2004).

L'attribution d'un âge précis est très difficile sur le matériel fossile (Quiles, 2003). Néanmoins trois fœtus (n=6 ; soit 6% du NRD) ont été décomptés : deux d'entre eux montrent des restes de fémur et d'humérus de petites dimensions (environ 30mm) sous-entendant un développement peu avancé, tandis que deux restes (un radius et un ulna) appartiennent à un individu néonatal. Ce dernier est donc mort pendant l'hiver. Huit éléments ne sont pas épiphysés et se rapportent à un jeune individu dont l'âge n'a pu être estimé. Cinq adultes sont présents dont un individu sénile (dent extrêmement usée). L'observation de fœtus démontre l'existence d'individus adultes femelles (NMIc=3) au sein de la couche. Deux os pénien indiquent la présence de deux adultes mâles.

#### V.1.7. Le Renard

Bien qu'en faible quantité, les restes se répartissent de manière homogène entre les grandes divisions du squelette. Tous les fragments se rapportent à des individus adultes. Deux parties proximales d'humérus droit signalent la présence de deux individus.

### V.1.8. Le Loup

Il est essentiellement documenté par ses os longs. Une épiphyse distale d'humérus indique la présence d'un louveteau de moins de 8 mois. Au total, deux individus sont présents : un adulte et un jeune.

## V.2. Etude taphonomique

### V.2.1. La fragmentation

Une distinction claire entre les Herbivores et les Carnivores est observée (tab.IX-30). Les premiers présentent une fragmentation beaucoup plus intense. Plus d'un reste sur deux d'Ours est retrouvé entier, leur taille pouvant dépasser 30cm (fig.IX-29). Le seul os long de Cheval non fragmenté est un humérus appartenant à un fœtus.

	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>M. giganteus</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>V. vulpes</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	181	100	148	99,3	51	100	10	100	7	100	16	43,2	10	71,4	815	95,3
Fragmentation globale	205	95,8	203	94,9	53	91,4	10	83,3	10	100	46	49,5	13	65	1566	93,8

Tab. IX-30 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

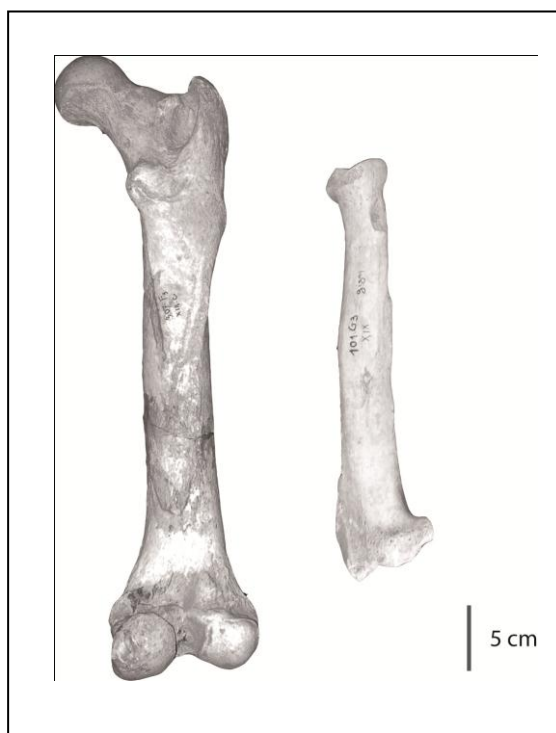


Fig. IX-29 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Fémur et Radius entiers d'Ours.

Cette dichotomie Herbivore/Carnivore s'observe également au niveau de la circonférence des fragments d'os longs (tab.III-31). Que l'on considère les extrémités ou la diaphyse, la circonférence des os longs d'Ursidés est systématiquement complète, tandis que pour les Herbivores, elle est inférieure à la moitié dans plus de 70% des cas et ce quelque soit l'espèce. Au sein même des Herbivores, les différences sont beaucoup plus faibles.



Deux des trois diaphyses dont la circonférence est complète de Cerf appartiennent à de jeunes individus. De la même façon pour le Cheval, deux proviennent de fœtus et l'autre d'un jeune individu. Les fragments dits « en baguette » sont beaucoup moins fréquents que dans la couche XX, alors que les fragments de diaphyse dont plus de la moitié de la circonférence est conservé sont relativement bien observés.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	21	14,9	22	18	12	26,1			251	34,7
	< 1/2	90	63,8	64	52,5	25	54,3			329	45,4
	> 1/2	27	19,1	33	27	9	19,6			113	15,6
	Complète	3	2,1	3	2,5			7	100	31	4,3
Extrémité	Baguette	3	11,5	4	40					13	15,9
	< 1/2	6	23,1	1	10	1	50			23	28
	> 1/2	7	26,9							4	4,9
	Complète	10	38,5	5	50	1	50	9	100	42	51,2

Tab. IX-31 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.

L'état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation est variable selon les espèces (tab.IX-32). Chez les Carnivores et en particulier l'Ours, la plupart des os se sont cassés lorsqu'ils étaient secs. A l'inverse, concernant les Herbivores, les os ont été morcelés à l'état frais. De légères différences apparaissent en fonction de l'espèce. En effet, comme dans la couche précédente le Cheval tend à montrer une fréquence de cassures sur os frais plus faible. Les cassures de type spirales sont d'ailleurs beaucoup plus rares pour cette espèce.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	40	26	33	37,1	11	23,4	6	66,7	164	31,8
	Escalier	6	3,9	2	2,2			1	11,1	13	2,5
Total cassure sur os sec		46	32,4	35	42,7	11	26,8	7	77,8	177	37,7
Cassure sur os frais	Oblique	74	48,1	42	47,2	24	51,1	2	22,2	251	48,7
	V-Shaped	22	14,3	5	5,6	6	12,8			42	8,2
	Spirale										
Total cassure sur os frais		96	67,6	47	57,3	30	73,2	2	22,2	293	62,3
Os sec ou frais	Longitudinale	12	7,8	9	10,1	6	12,8			45	8,7

Tab. IX-32 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation

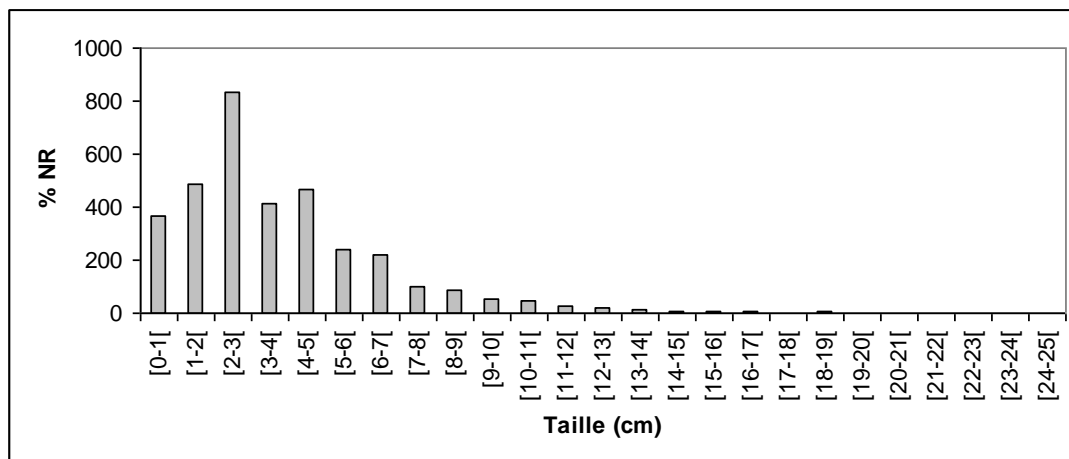


Fig. IX-30 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Répartition des tailles des fragments

### V.2.2. Les altérations abiotiques

Dans cette couche, tous les types d'altérations sont présents. Les graphiques en étoiles de la figure IX-31 indiquent que le Cheval est l'espèce la plus affectée par les modifications.

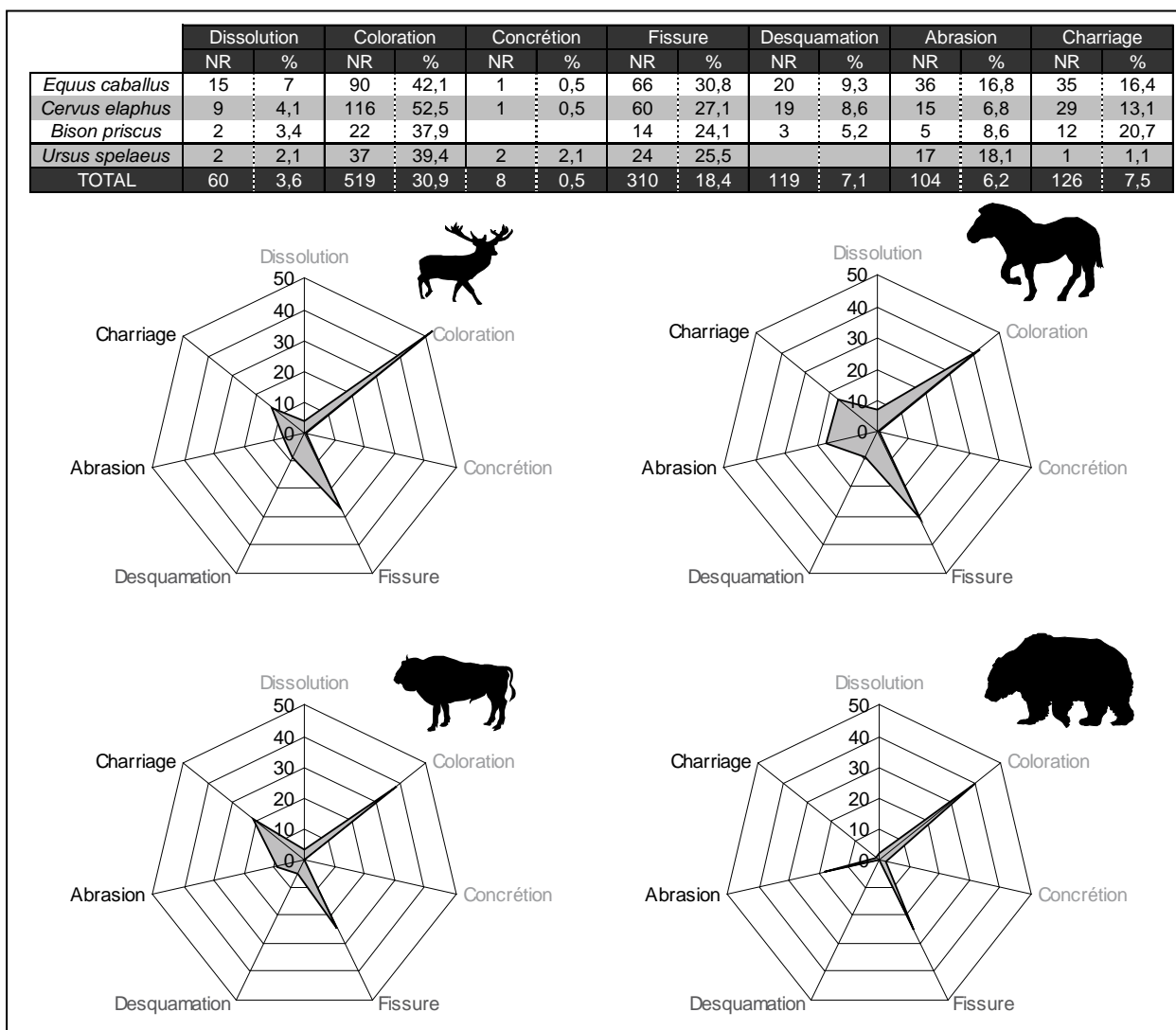


Fig. IX-31 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : % de NR fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment

### V.2.2.1. Action de l'eau

L'action de l'eau est essentiellement visible au travers de la coloration noirâtre des os. La dissolution est rare et peu intense moins de 5% des pièces sont atteintes. Seuls 2 restes d'Ours présentent des traces de dissolution. Un dépôt noir est observé sur 31% des vestiges. Le Cerf se distingue quelque peu des autres espèces tant en quantité de restes modifiés qu'en intensité. En effet, plus de la moitié des restes est touchée par cette coloration d'intensité moyenne (annexe 26). Par rapport à la couche précédente, les restes presque totalement recouverts par ce dépôt sont moins fréquent (13%). Moins d'1% des restes sont concrétionnés.

### V.2.2.2. Action du climat

A l'échelle de la couche, les fissures et la desquamation sont plus rares que dans la couche XX. L'Ours se distingue par sa faible altération, aucune trace de desquamation n'est observée. Les stades de *weathering* illustrent cette bonne conservation (tab.IX-33). Chez les Herbivores, le Cheval est cette fois encore l'espèce la plus soumise aux altérations climatiques. Bien qu'appartenant aux espèces de grande taille, le Bison est moins dégradé.

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Equus caballus</i>	155	71,8	60	27,8	1	0,5
<i>Cervus elaphus</i>	186	84,2	34	15,4	1	0,5
<i>Bison priscus</i>	55	94,8	3	5,2		
<i>Ursus spelaeus</i>	82	87,2	12	12,8		
TOTAL	1248	74,7	410	24,6	11	0,7

**Tab. IX-33** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeyer, 1978).

### V.2.2.3. Action du sédiment

L'abrasion et le charriage affectent proportionnellement beaucoup plus de restes que dans les couches sous-jacentes. Les restes osseux d'Ours ne présentent quasiment aucune trace de charriage alors que cela concernent à 13 à 20 % des restes d'Herbivores. L'aspect de ces traces correspond au charriage à sec produit par l'Ours. Le passage de l'Ours dans la grotte serait alors ultérieur à celui des Hommes.

La lisibilité des restes osseux mis au jour est bonne dans l'ensemble (fig.IX-32).

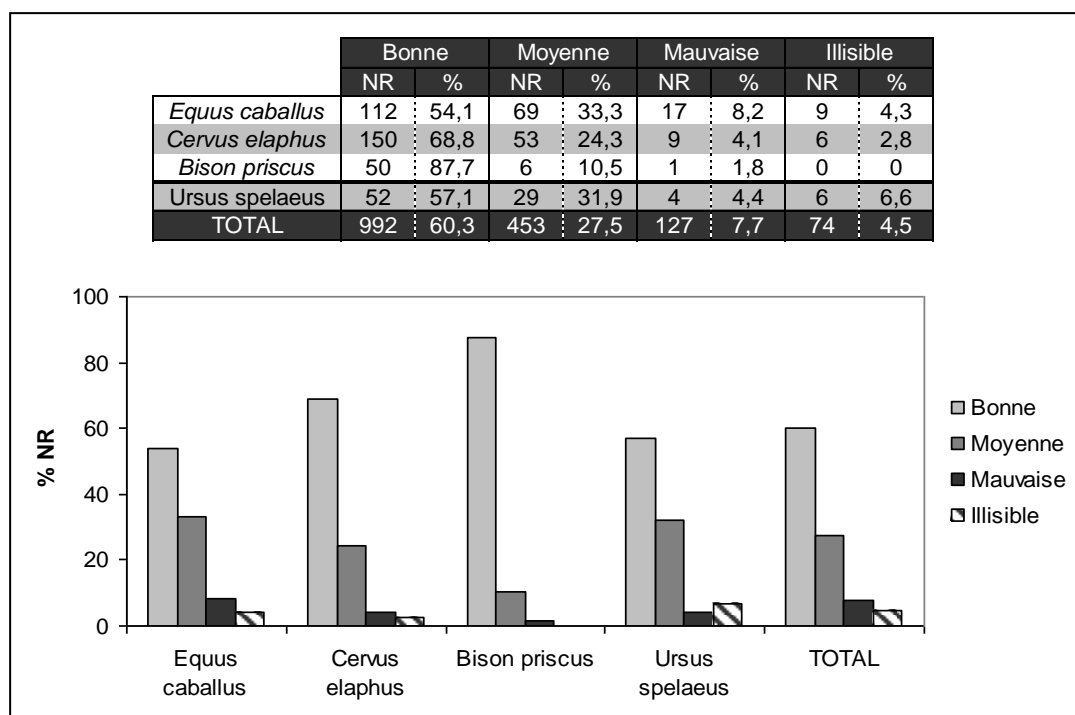


Fig.IX-32 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### V.2.3. Les altérations biologiques non Carnivores et non Humaines

Un unique reste présente des traces de vermiculation (moins d'1% du NRD).

## V.3. Activité des Carnivores

### V.3.1. Impact des Carnivores

Proportionnellement les Carnivores sont les plus affectés par les morsures (tab.IX-34). Des traces de l'activité des Carnivores sont également visibles sur toutes les espèces d'Herbivores, à l'exception du Mammouth et de l'Hydruntin pour lesquels seuls des restes dentaires sont présents. Comme dans la couche précédente le Cheval est l'herbivore le plus soumis à l'action des Carnivores (environ deux fois plus touchée que le Cerf). Tous les types de traces sont observés plus fréquemment que dans la couche XX. L'intensité et la taille des traces d'impacts de dents (*pits*) orientent notre diagnostic vers le Loup comme principal auteur. Un aspect émoussé et poli est visible sur 5% des restes osseux (n=79), cette observation peut être attribuée à l'action de l'Ours par charriage à sec.

	Affecté		<i>Pits</i>		<i>Puncture</i>		<i>Score</i>		<i>Furrow</i>		<i>Scoop</i>		<i>Crenulated edge</i>		<i>Tooth notches</i>	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	3	5,2	3	5,2			1	1,7					1	1,7		
<i>Cervus elaphus</i>	20	9,3	15	7	4	1,9	5	2,3			3	1,4	5	2,3	6	2,8
<i>Equus caballus</i>	38	18,5	35	17,1	2	1	12	5,9	1	0,5	4	2	4	2	8	3,9
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	10	1	10			1	10			1	10	1	10		
<i>Rangifer tarandus</i>	2	14,3	2	14,3												
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	50	1	50							1	50				
<i>Canis lupus</i>	3	42,9	2	28,6							1	14,3				
<i>Vulpes vulpes</i>	4	20	4	20	3	15	1	5			1	5				
<i>Ursus sp.</i>	17	19,3	11	12,5	6	6,8	2	2,3	2	2,3	4	4,5	5	5,7	1	1,1
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>	<b>11,7</b>	<b>158</b>	<b>9,9</b>	<b>23</b>	<b>1,4</b>	<b>47</b>	<b>2,9</b>	<b>7</b>	<b>0,4</b>	<b>17</b>	<b>1,1</b>	<b>36</b>	<b>2,3</b>	<b>19</b>	<b>1,2</b>

Tab. IX-34 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)

### V.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

✓ L'Ours

Tous les indices indiquent une mort naturelle des Ours pendant l'hibernation. En effet, les individus sont des femelles gestantes, des jeunes ou des individus séniles. De plus, le stade de développement d'un des fœtus a permis de montrer un décès en hiver. Autre critère en faveur de cette hypothèse est la présence du squelette entier.

✓ Le Loup

Malgré la présence d'un jeune individu, les restes sont trop peu nombreux pour émettre l'hypothèse de l'utilisation de la grotte comme tanière. Cette dernière a pu cependant servir d'abri ponctuel.

✓ Le Renard

Comme pour le Loup, il est difficile d'expliquer clairement sa présence, en dehors d'une mort naturelle dans la cavité.

### V.2.3. Rôle des Carnivores dans la couche

L'un des deux restes de Chamois montre des traces de consommation. Il est fort probable que la présence de cette espèce dans l'assemblage est due aux Canidés. Le fait que les restes correspondent à un métacarpe et une phalange, laisse envisager le charognage d'une carcasse d'un individu mort accidentellement ou tuée par un autre prédateur.

Pour les autres Herbivores, les traces de morsures sont inférieures à 20% du NRD et laisserait présager d'un accès secondaire des Carnivores aux carcasses. Néanmoins le Cheval montre un taux relativement élevé.

Le pourcentage de Carnivores est de 28% ce qui pourrait correspondre au taux attendu pour un assemblage d'origine Carnivore (les fœtus ne sont pas pris en compte). Selon Blasco *et al.* (1996), l'Ours et les Mustélidés doivent être retirés du calcul car ces espèces n'ont pas tendance à accumuler les os. Le pourcentage ne serait dans ce cas plus que de 11% et serait en faveur d'un accès secondaire aux carcasses.

Des traces de consommation par les Carnivores sont visibles sur tous les éléments squelettiques, la partie céphalique semble néanmoins peu touchée (fig.IX-33). Tous les os longs ont été consommés, en particulier le radio-ulnaire. Une étude a montré que les parties charognées par les Canidés dans des accumulations anthropiques sont le radio-ulnaire et les phalanges (Mondini, 1995). De plus, lors d'acquisition primaire de la carcasse par le Renard, le radio-ulnaire est très peu attaqué (Stalibrass, 1984 ; Castel, 1999b). Par conséquent, ces observations indiquent un accès secondaire des Carnivores à l'animal. Les os longs sont systématiquement plus consommés chez les grands ongulés que sur les moyens, sauf pour le fémur. Les traces présentes sur les restes de Loup se situent au niveau de l'os spongieux (tab.IX-35), sur 2 humérus (l'un au niveau de l'extrémité proximale et l'autre de l'extrémité distale) ainsi que sur un fémur où l'on ne retrouve qu'un cylindre de diaphyse, l'extrémité distale ayant été arrachée (*Scoop*). Le constat est identique pour le Renard, ce sont les parties spongieuses qui sont le plus affectées (humérus proximal et distal ; tibia proximal). La taille des

impacts de dents sur la diaphyse indique que le Renard a pu rogné des restes de ses congénères. Concernant l'Ours, c'est le squelette axial le plus touché (n=6) et seulement 2 os long (un tibia et un radius) et 3 patella portent des traces de morsures.

Le tableau IX-35 montre l'intérêt des Carnivores pour les parties spongieuses. La fréquence de traces de consommation sur ces restes est légèrement plus forte. Leur impact explique partiellement la sous représentation du spongieux.

Il n'y a pas de distinction particulière des classes d'âge adulte (toutes les espèces), jeune (Ours, Loup et Cerf). Concernant le Cheval qui est l'ongulé le plus fortement touché, seuls des adultes sont consommés.

Bien qu'il semble que les Carnivores aient eu un accès secondaire aux carcasses d'ongulés, il est difficile d'exclure totalement le fait qu'ils aient pu avoir un rôle actif dans l'accumulation. La présence du Chamois en est un exemple. En outre, l'étude de l'exploitation des carcasses par les préhistoriques tend à confirmer un apport majoritairement anthropique (*cf.infra.*).

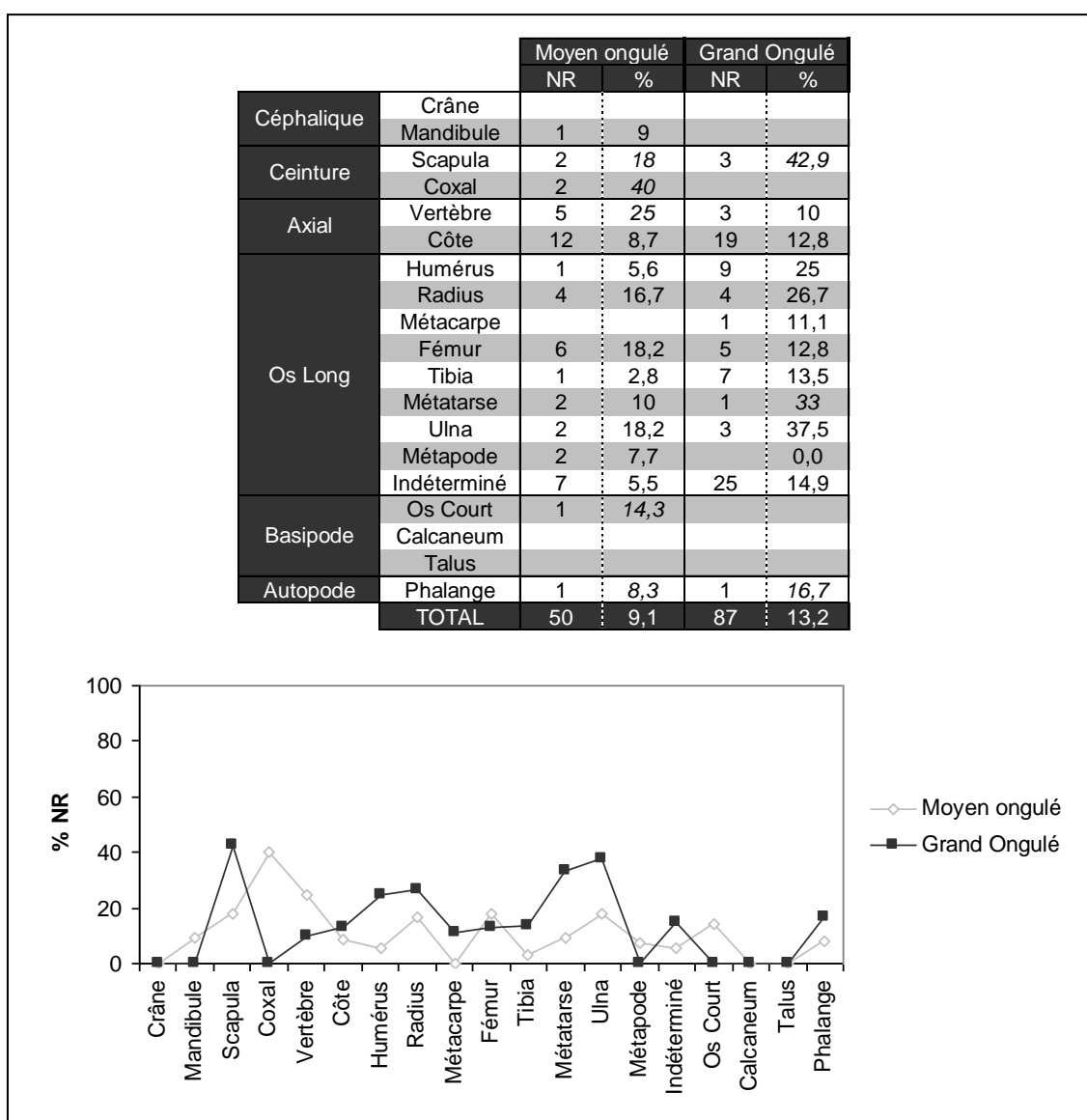


Fig. IX-33 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	1	33,3	2	4,1			1	25		
<i>Cervus elaphus</i>	5	16,1	10	5,8			4	30,8	3	20
<i>Equus caballus</i>	2	11,8	31	23			2	14,3	3	20
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	50								
<i>Rangifer tarandus</i>			2	20						
<i>Rupicapra rupicapra</i>									1	100
<i>Canis lupus</i>	3	75								
<i>Vulpes vulpes</i>	3	33,3	1	11,1						
<i>Ursus sp.</i>	3	10	2	5,9			6	13,3	5	50
TOTAL	20	13,3	92	11,2	5	3,3	21	13,8	59	11,5

Tab. IX-35 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

#### V.4. Activité anthropiques

Si l'activité anthropique est moindre que dans la couche précédente, elle est cependant loin d'être négligeable. Comme dans la couche XX, les traces anthropiques sont plus fréquentes que celles laissées par les Carnivores. Le Mammouth et l'Hydruntin, étant représentés uniquement par des restes dentaires, il n'est pas possible d'émettre d'hypothèse sur leur présence dans l'assemblage. Le Chamois est le seul ongulé qui ne montre pas de modifications anthropiques. Cela peut être lié à la faiblesse de l'échantillon, seuls 2 restes lui étant attribués. Néanmoins l'un des deux fragments a été mâchouillé suggérant que l'introduction de cette espèce (ou juste d'une portion de carcasse : un bas de patte) a pu être faite par un Carnivore. Les cinq autres espèces d'ongulés identifiées (Cheval, Cerf, Bison, Renne et Mégacéros) sont toutes affectées par des traces d'origine humaine (tab.IX-36). Le Cheval et le Cerf, espèces majoritaires de la couche XIX, sont également les plus concernés par ces modifications anthropiques. Toutefois le Cerf qui est moins bien représenté, tant en nombre de restes qu'en nombre d'individus, indique un impact plus marqué des Préhistoriques. En changeant le niveau d'observation, c'est-à-dire en se référant à la taille des ongulés et non aux espèces, nous n'observons pas de différence dans la fréquence de modifications entre les moyens et les grands ongulés (17,3 % pour les moyens et 19,2% pour les grands).

Les proportions des stries de découpes et de la percussion sont quasiment équivalentes chez toutes les espèces. Le raclage est très peu observé (0,8% du NR herbivore) et seuls les fragments appartenant aux deux principales espèces ont été utilisés en retouchoir.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	13	22			12	20,3	2	3,4		
<i>Cervus elaphus</i>	67	31,2	3	1,4	56	26	14	6,5	6	2,8
<i>Equus caballus</i>	54	26,3			52	25,4	10	4,9	2	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	5	50	1	10	5	50				
<i>Rangifer tarandus</i>	2	14,3			2	14,3	1	7,1		
TOTAL	241	16,2	7	0,8	206	14,3	41	4,8	9	1,1

Tab. IX-36 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

### V.4.1. Le Cerf (annexes 47, 48, 50 à 53)

Le tableau IX-37 et la figure IX-34 montrent un impact anthropique fort au niveau des os des ceintures et des os longs. La fréquence des traces liées à l'action de l'Homme sur ces éléments est largement supérieure à celle des Carnivores. Etant donné qu'il s'agit des os les plus riches en viande, et en raison de l'importance des traces liées au décharnement (*cf. infra*), nous pouvons affirmer que les Préhistoriques ont eu un accès primaire aux carcasses. Même constat que dans la couche XX, les métapodes sont fortement modifiés.

L'action combinée des Carnivores et des Préhistoriques est visible sur 4 restes : 2 coxaux, 1 radius et 1 fémur. La présence de stries liées au décharnement couplée avec le fait que ce soit les épiphyse ou les extrémités de diaphyse qui ont été consommées par les Carnivores indiquent que ces derniers sont passés sur le site après l'occupation humaine.

		NRDo	Anthropique		Carnivore		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
			NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne	1												
	Mandibule	4												
Ceinture	Scapula	9	3	33,3	1	11,1			3	33,3				
	Coxal	5	4	80	2	40			4	80				
Axial	Vertèbre	3			2	66,7								
	Côte	0												
Os Long	Humérus	14	3	21,4	1	7,1			3	21,4	1	7,1		
	Radius	20	8	40	4	20			4	20	3	15	2	10
	Ulna	9	2	22,2	2	22,2			2	22,2				
	Métacarpe	15	9	56			1	6,7	9	60	3	20		
	Fémur	21	8	38,1	4	19	1	4,8	6	28,6	3	14,3	2	9,5
	Tibia	28	13	46,4					10	35,7	2	7,1	2	7,1
	Métatarse	16	7	44	1	6,3	1	6,3	6	37,5	2	12,5		
	Métapode	20												
	Indéterminé	26	8	31	1	3,8			8	30,8				
Basipode	Carpe	2			1	50								
	Talus	1												
	Calcaneum	0												
	Autre Tarse	1												
	Patella	1												
	Sésamoïde	1												
	Malléole	0												
Autopode	Phalange	10	2	20	1	10			2	20				

Tab. IX-37 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de restes de Cerf comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.

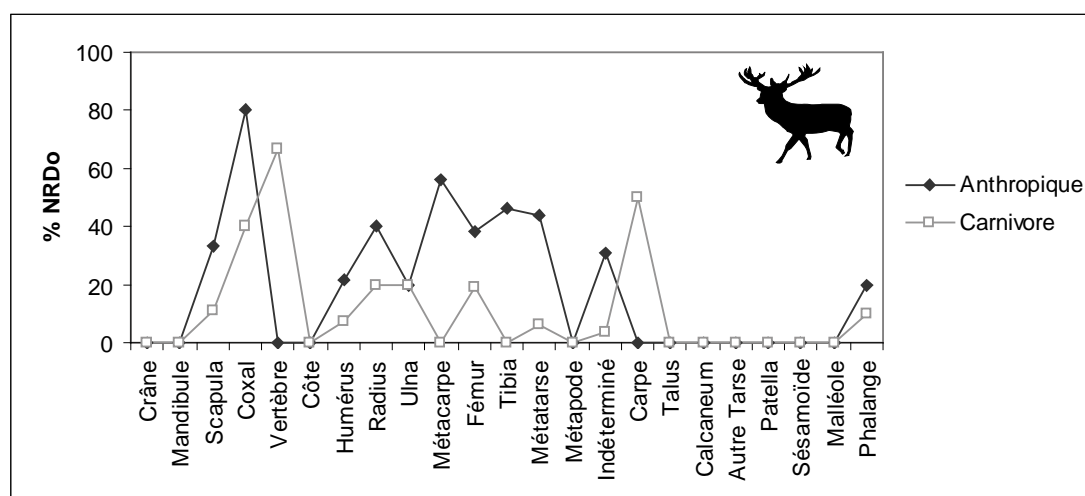


Fig. IX-34 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaisons des pourcentages de restes de Cerf présentant des traces anthropiques avec celles montrant des traces carnivores.



Il y a une excellente corrélation entre le NRDo et le NRDa (fig.IX-35). Le métacarpe et le coxal montrent une fréquence élevée de restes avec des traces anthropiques par rapport au nombre de restes mis au jour. Cela confirme une origine de l'assemblage principalement anthropique.

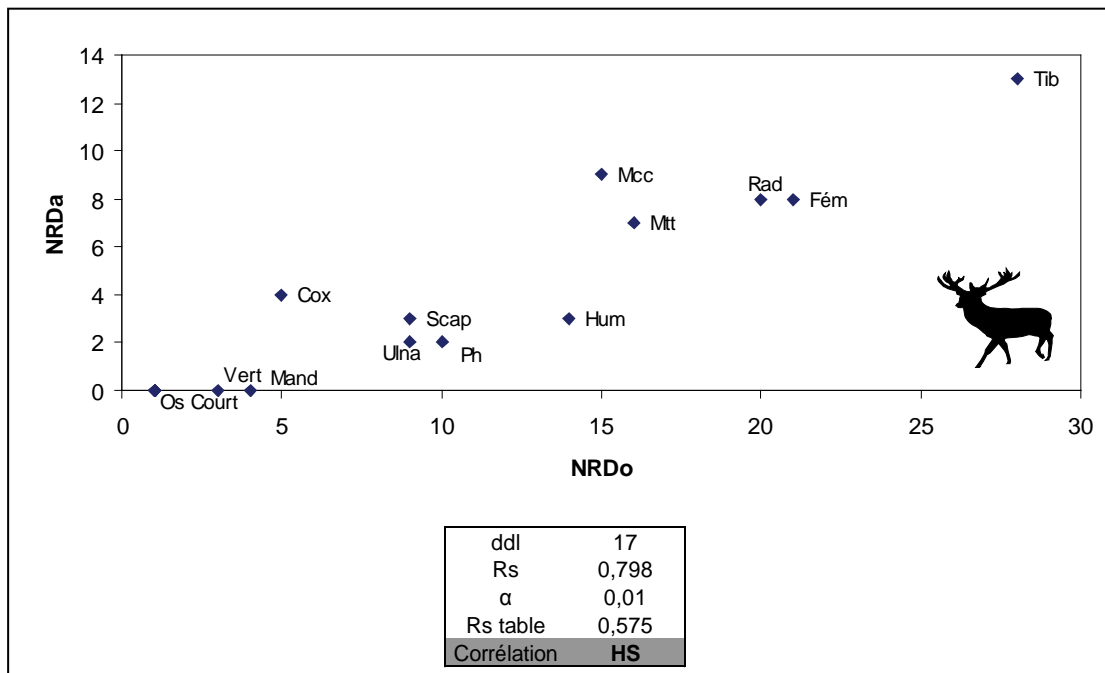


Fig. IX-35 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément

#### V.4.1.1. Stries de découpe

Les annexes 50 à 53 apportent des détails sur la localisation des stries de découpe ainsi que sur la pratique mise en œuvre.

##### ✓ Dépouillement

Le retrait de la peau est attesté par la présence de stries en particulier sur les métapodes (3 métacarpes et 2 métatarses) ainsi que sur 2 phalanges 1. Des stries localisées sur une extrémité distale de tibia pourraient également relever de cette pratique (Nilssen, 2000), alors que L.R. Binford (1981) les assimile à de la désarticulation.

##### ✓ Désarticulation

La désarticulation est bien documentée puisque 11 restes possèdent des traces liées à la désarticulation (Annexe 48) :

- **Scapula / Humérus** : 3 cavités glénoïde de scapula. Au moins deux individus ont été désarticulés de cette manière.
- **Humérus / Radius** : 2 extrémités proximales de radius appartenant à deux individus distincts et 1 olécrâne d'ulna.
- **Métacarpe / Phalange** : 1 extrémité distale de métacarpe (fig.IX-36)
- **Coxal / Fémur** : 2 coxaux (désarticulation ou décarnisation) et 1 extrémité proximale de fémur.
- **Fémur / Tibia** : 1 extrémité proximale de tibia.

La désarticulation du crâne et du squelette axial ne peut pas être appréhendée car aucune vertèbre cervicale n'a été mise au jour et le seul reste présent est un rocher. De même pour la désarticulation du radius et du métacarpe.



**Fig. IX-36** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Métacarpe de Cerf avec présence de stries de désarticulation

#### ✓ Décharnement

La viande provenant des os longs et du coxal a largement été récupérée. Pour chaque élément au moins 20% des restes portent des traces de décharnement (tab.IX-38). Toutefois 80% de fragments de coxal sont à nuancer avec le fait que pour 3 restes sur 4, les stries observées peuvent provenir également de la désarticulation (phénomène de convergence). Selon Madrigal et Zimmermann-Holt (2002) Madrigal (2004), les membres moyens (radius et tibia) sont ceux qui apportent le moins de calories.

	NRDo	%
Scapula		
Humérus	3	21,4
Radius	5	45,5
Ulna	2	20
Coxal	4	80
Fémur	5	23,8
Tibia	11	39,3

**Tab. IX-38** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre de Restes de Cerf présentant des traces liées au décharnement.

#### V.4.1.2. Fracturation

Des impacts de percussions sont observés sur 14 fragments d'os longs de Cerf (tab.IX-36). Il ne semble pas y avoir de préférence pour un élément squelettique en particulier. La mandibule et les phalanges sont le plus souvent intactes indiquant qu'il ne s'agit pas d'une exploitation maximale et donc d'une période de pénurie. Un des restes présente un contre impact sur sa face opposée.

✓ Raclage

Les traces de raclage situées sur le métacarpe et le fémur sont en lien avec les impacts observés. Ce type de modification est également observé sur les retouchoirs (n=2).

V.4.1.3. Transport des carcasses

La figure IX-37 démontre qu'il n'y a pas de corrélation entre la présence d'un élément squelettique dans l'assemblage et l'apport calorique global qu'il fournit. Bien que la corrélation ne soit pas significative, le coefficient de corrélation de Spearman obtenu est proche de la valeur donnée par la table.

Nous avons donc regardé séparément la relation entre la fréquence d'un élément et son intérêt nutritif (viande ou moelle). Le résultat est exposé dans la figure IX-38. Comme pour la couche XX, l'intérêt des Préhistoriques semble orienté vers la moelle.

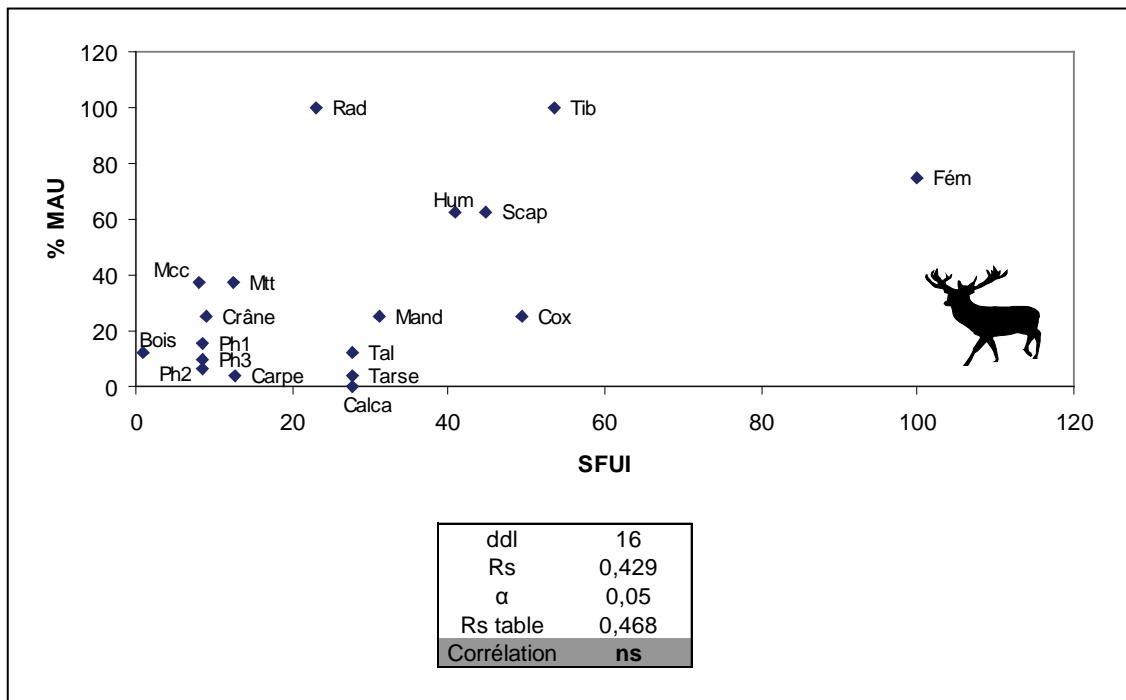
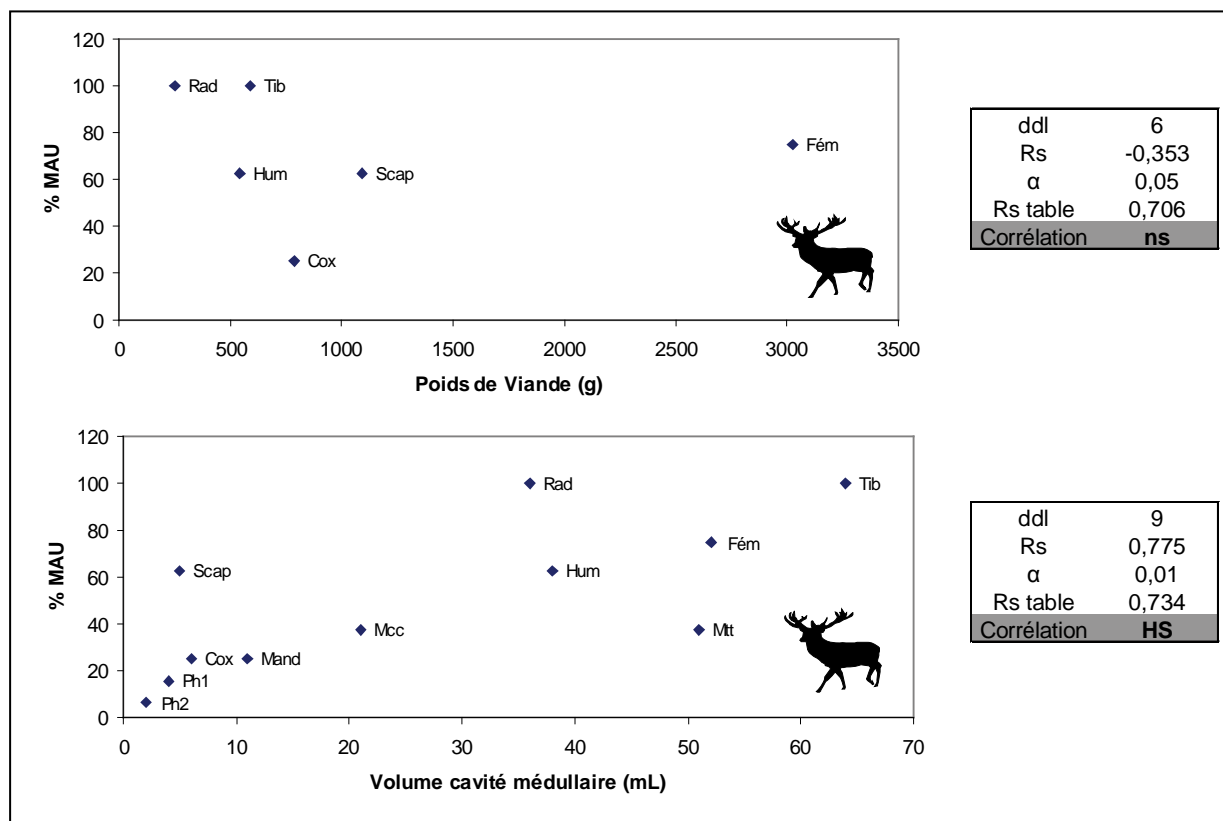


Fig. IX-37 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cerf.



**Fig. IX-38** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : *en haut* : Comparaison entre le poids de viande et le % MAU (d'après les données de Madrigal & Zimmermann Holt, 2002); *en bas* : comparaison entre volume de la cavité médullaire et le % MAU (d'après les données de Metcalfe & Jones, 1988).

#### V.4.2. Le Cheval (annexes 49, 54 à 56)

Les grandes divisions du squelette portent presque toutes des marques résultantes de l'activité anthropique (excepté le basipode et l'autopode sous-représenté). La plupart des éléments présentent plus de traces anthropiques que de marques dues aux Carnivores, en particulier pour les éléments riches en viande (tab.IX-39 et fig.IX-39). Cette observation confirme que l'Homme a été le premier à accéder aux carcasses. Les principales traces observées sont les stries de découpe. Toutes les traces ne concernent que des individus adultes.

	NRDo	Anthropique		Carnivore		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne	9											
	Mandibule	25	2	8				2	8				
Ceinture	Scapula	6	1	16,7	3	50		1	16,7				
	Coxal	8	2	25				2	25				
Axial	Vertèbre	9	4	44,2	2	22,2		4	44,4				
	Côte	0											
Os Long	Humérus	27	11	40,7	8	29,6		11	40,7	5	18,5	1	3,7
	Radius	15	3	20	4	26,7		3	20				
	Ulna	5			1	20							
	Métacarpe	6	3	50	1	16,7		3	50				
	Fémur	27	10	37	5	18,5		10	37	1	3,7		
	Tibia	33	11	33,3	5	15,2		9	27,3	4	12,1		
	Métatarse	2	1	50	1	50		1	50				
	Métapode	2											
	Indéterminé	23	7	30,4	7	30,4		7	31,8			1	4,5
Basipode	Carpe	0											
	Talus	1											
	Calcaneum	0											
	Autre Tarse	0											
	Patella	0											
	Sésamoïde	1											
	Malléole	0											
Autopode	Phalange	3			1	33,3		1	33,3				

Tab. IX-39 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de restes de Cheval comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.

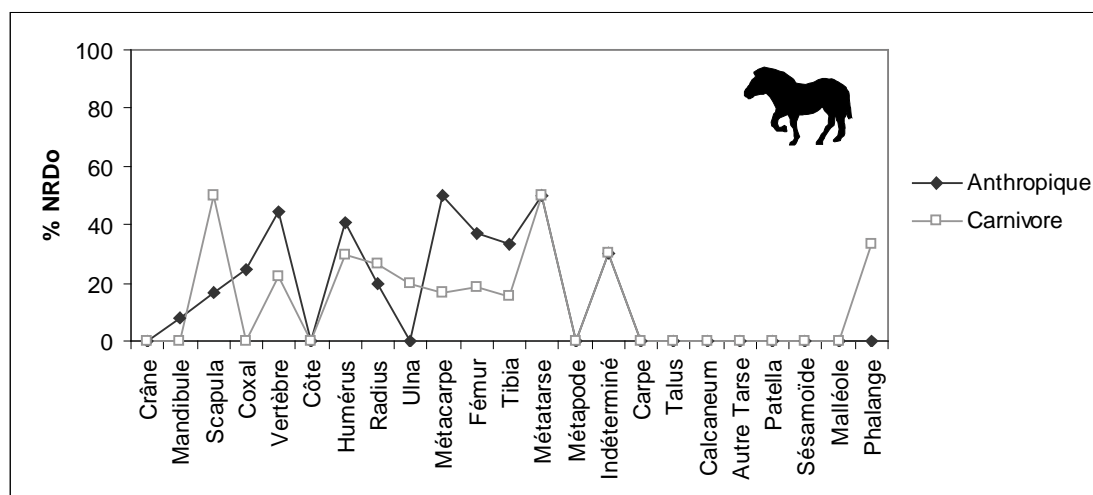


Fig. IX-39 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaisons des pourcentages de restes de Cheval présentant des traces anthropiques avec celles montrant des traces carnivores.

La figure IX-40 indique une corrélation positive entre le NRDo et le NRDa soulignant une introduction de carcasses de Chevaux par l'Homme. La mandibule est représentée par un grand nombre de restes mais peu sont modifiés par les Préhistoriques.

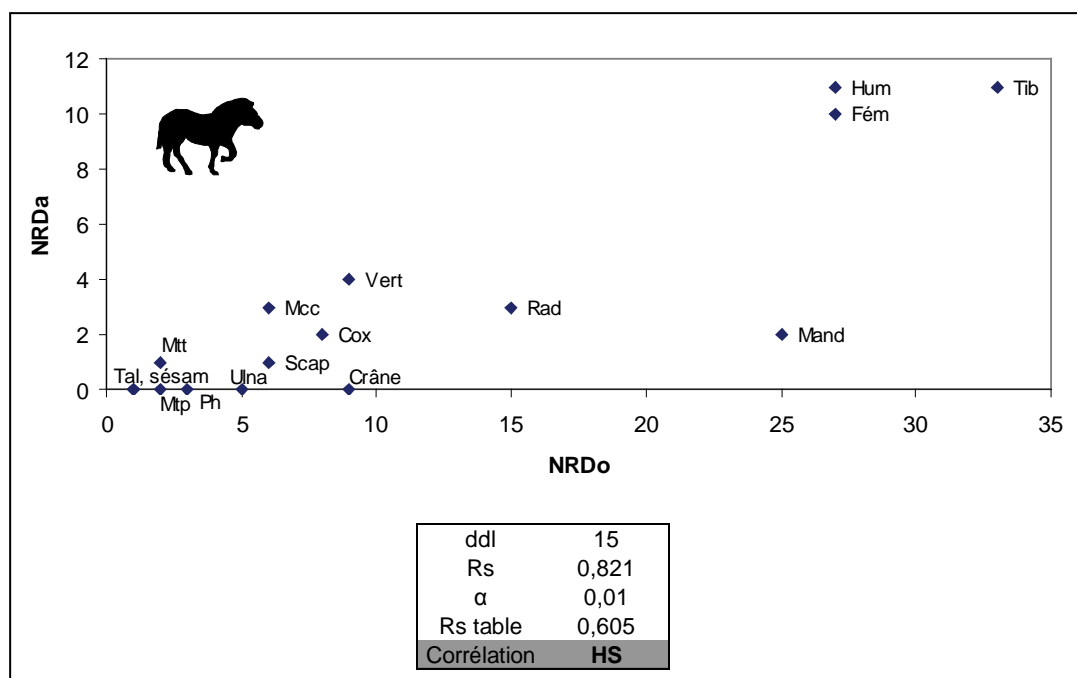


Fig. IX-40 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément

#### V.4.2.1. Stries de découpe

Les annexes 55 et 56 localisent les stries de découpes sur les ossements.

##### ✓ Eviscération

Une vertèbre thoracique et une vertèbre lombaire montrent des traces caractéristiques. A noter que 4 côtes de grands ongulés non déterminées spécifiquement présentent également des stries sur leur face inférieure.

##### ✓ Dépouillement

Trois extrémités distales de métacarpe portent des stries se référant à l'enlèvement de la peau.

##### ✓ Désarticulation (annexe 49)

Toutes les articulations sont concernées, à l'exception du crâne avec les premières vertèbres cervicales. En effet, comme pour le Cerf, cette désarticulation n'est pas visible du fait qu'aucun reste (atlas/axis) n'a été retrouvé.

- **Vertèbres thoracique / Côte** : 2 facettes articulaires de vertèbres thoraciques.
- **Scapula / Humérus** : 1 cavité glénoïde de scapula
- **Humérus / Radius** : 1 diaphyse distale postérieure et 1 extrémité distale d'humérus.
- **Radius / Carpe-Métacarpe** : une extrémité distale de radius.
- **Coxal / Fémur** : 1 coxal
- **Fémur / Tibia** : 3 extrémités distales de fémur et 1 proximale de tibia.
- **Tibia / Tarse-Métatarse** : 1 extrémité distale de tibia.

✓ Décharnement

La viande a été retirée de tous les os longs, du coxal et des vertèbres thoraciques et lombaires (tab.IX-40). Les Préhistoriques ont prélevé la viande des os les plus charnus. Le retrait de la langue est peut être documenté par 2 fragments de branches horizontales de mandibules portant des stries. Cependant vu qu'il n'a pas été possible de distinguer la face, latérale ou médiale, il se pourrait que ces stries soient dues au dépouillement. Néanmoins, la récupération de la langue est confirmée pour les grands ongulés, par la présence de strie sur un fragment de mandibule et un os hyoïde.

Par ailleurs 8 fragments de côtes de grands Herbivores indiquent l'enlèvement de la viande.

	NRDo	%
Vert. Tho.	1	11,1
Humérus	9	33,3
Radius	3	20
Ulna		
Coxal	2	25
Fémur	8	29,6
Tibia	9	27,3

**Tab. IX-40** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre de Restes de Cheval présentant des traces liées au décharnement.

V.4.2.2. Fracturation

Les trois éléments squelettiques livrant la plus grande quantité de moelle présentent des d'impacts : l'humérus, le tibia et le fémur avec respectivement 5, 4 et 1 restes. La technique utilisée pour la fracturation de l'humérus est récurrente, l'impact se situe principalement au milieu de la diaphyse, où le diamètre est le plus faible. Un autre impact est visible sur le fémur, os avec la plus grande cavité médullaire (Outram & Rowley-Conwy, 1998), la percussion se situe au niveau de la diaphyse distale. Concernant le tibia les zones impactées sont localisées au niveau de la diaphyse proximale ou médiale.

✓ Raclage

Le seul os avec du raclage est un retouchoir.

V.4.2.3. Transport des carcasses

Il existe une corrélation significative entre la présence d'un élément squelettique dans l'assemblage et son intérêt nutritif (fig.IX-41). Cela signifie que seuls les os avec un apport calorique important ont été ramenés.

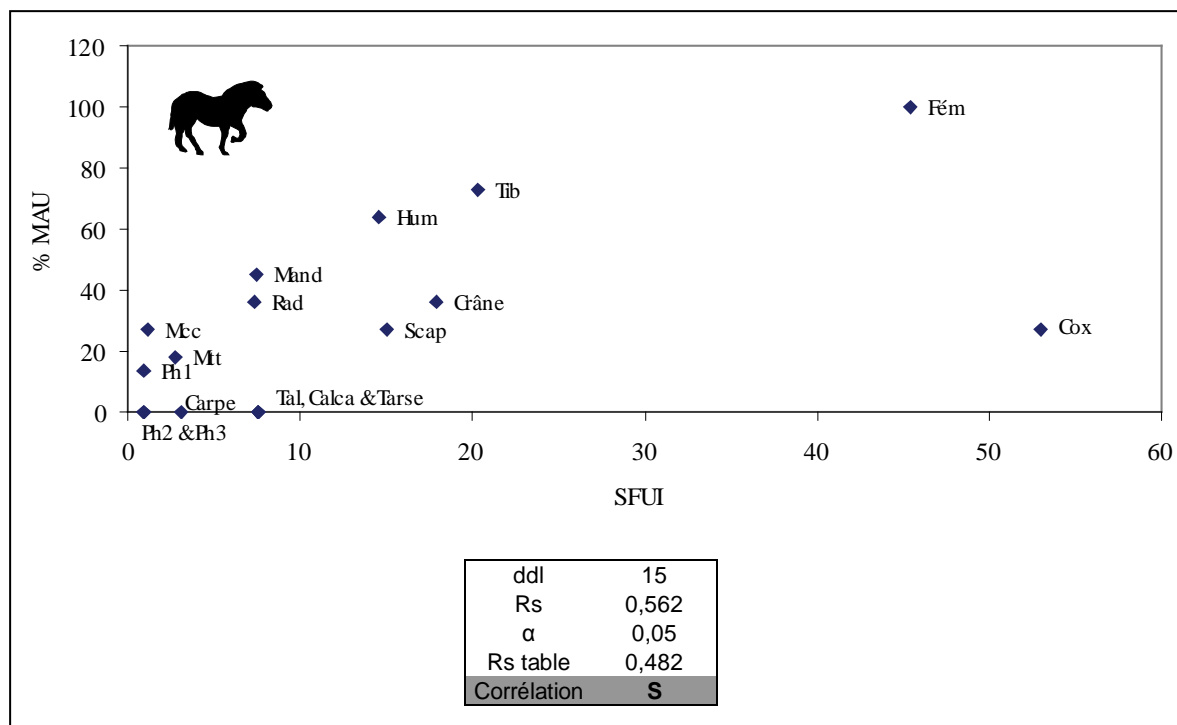


Fig. IX-41 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cheval.

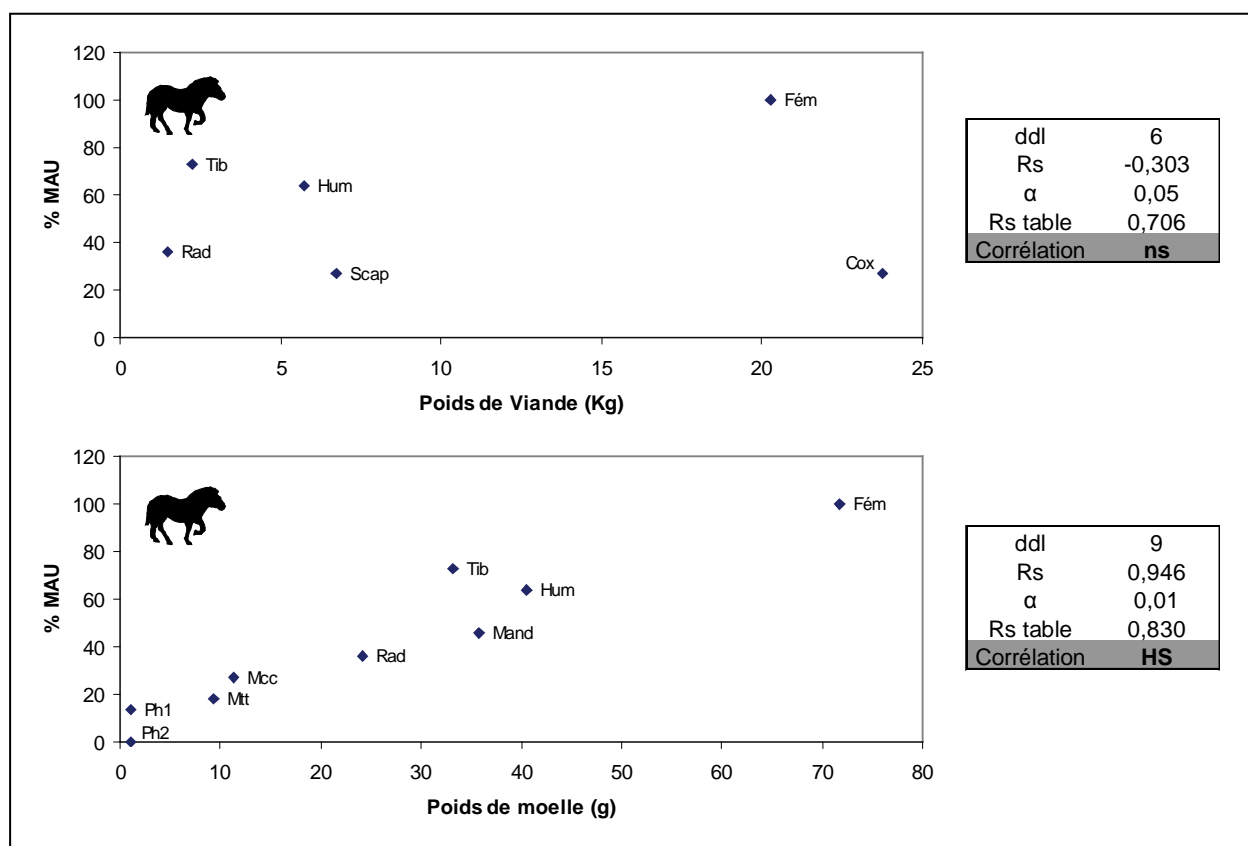


Fig. IX-42 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : *en haut* : comparaison entre le poids de viande et le % MAU (d'après les données d'Outram & Rowley-Conwy, 1998) ; *en bas* : comparaison entre le poids de moelle et le % MAU (d'après les données d'Outram & Rowley-Conwy, 1998)



L'intérêt pour la moelle est incontestable (fig.IX-42). Malgré une absence de corrélation entre le poids de viande fournie et la fréquence de l'élément dans l'assemblage, la corrélation entre le SFUI et % MAU souligne que c'est l'apport nutritif dans son ensemble qui a gouverné le choix des Préhistoriques. Par ailleurs, le prélèvement de la viande a largement été documenté dans les paragraphes précédents. De plus, la sous représentation apparente du coxal, élément procurant une grande quantité de chair, n'est peut être qu'un biais de détermination. En effet, des fragments spongieux (n=13) appartenant aux ceintures de grands ongulés sont présents dans l'assemblage. Sa rareté peut également s'expliquer par la morphologie volumineuse et donc difficilement transportable de cet élément (comm. pers. J.-P. Brugal).

Le profil squelettique montre une faible représentation des phalanges et des carpes/tarses. De plus, les métapodes bien que présents sont rares et les modifications qu'ils ont subies ne concernent que des activités de dépouillement et de désarticulation. Toutes ces observations permettent d'envisager un transport sélectif des carcasses. Les éléments de faible utilité sont abandonnés sur le site d'abattage. Ce tri sélectif explique également la sous représentation des os spongieux.

#### V.4.3. Le Bison (annexe 54)

La partie céphalique (1 mandibule), le squelette axial (1 vertèbre cervicale) et le squelette appendiculaire (1 humérus, 1 fémur, 3 tibias et 6 fragments d'os longs indéterminés) ont été modifiés par les Préhistoriques.

✓ Eviscération

Des stries de découpe observées sur une vertèbre cervicale peuvent signaler cette pratique.

✓ Dépouillement

Les traces relatives au dépouillement sont observées sur une partie inférieure de branche horizontale de mandibule.

✓ Décharnement

La vertèbre cervicale montrant des traces d'éviscération a également été décharnée. Trois fragments proximaux de tibia et un distal d'humérus indiquent que la viande a été prélevée.

✓ Percussion

Le fémur et le tibia ont été fracturés. Il s'agit d'os offrant les plus grandes cavités médullaires.

#### V.4.4. Le Mégacéros (annexe 57)

Tous les fragments de métapodes portent des modifications ainsi qu'un tibia et la scapula.

✓ Dépouillement

Des stries localisées sur un métacarpe et un métatarse illustrent l'enlèvement de la peau.

✓ Désarticulation

Cinq stries sur la scapula indiquent la désarticulation de la ceinture avec le membre antérieur.

✓ Décharnement

La viande a été retirée de la diaphyse proximale d'un tibia.

✓ Fracturation

Aucun point d'impact n'est observé sur les diaphyses d'os long témoignant d'une fracturation intentionnelle. Toutefois l'un des métacarpes a été raclé, la circonférence de la diaphyse est incomplète et les cassures observées indiquent que l'os était frais lors de sa fracturation.

✓ Transport de la carcasse

Les traces de décharnement sont rares, la seule attestée est sur le tibia. Bien que la diaphyse proximale soit la plus charnue, il ne s'agit pas de l'élément livrant une grande quantité de viande. Le profil squelettique souligne l'absence des os charnus et la présence des métapodes et du crâne. Il est donc possible d'envisager un charognage secondaire d'une carcasse de Mégacéros.

#### V.4.5. Le Renne (annexe 47)

Seuls deux restes signalent une intervention humaine sur la carcasse de Renne. Il s'agit d'un métatarse et d'un fragment d'os long indéterminé. Le premier concerne le dépouillement et le deuxième présente un impact illustrant la fracturation.

La faible quantité de reste se rapporte à un seul et vieil individu certainement mort naturellement et sur lequel les Préhistoriques auraient prélevé quelques éléments.

#### V.4.6. Les os brûlés

Le tableau IX-41 renseigne sur la couleur et l'histologie des restes osseux brûlés. Les os carbonisés (de couleur noire) dominent largement. Ce schéma est généralement celui observé dans les sites archéologiques. En effet, les os calcinés sont très sensibles aux différentes altérations (piétinement, *weathering*...) (Stiner *et al.*, 1995 ; Thiebault *et al.*, sous presse ; Gerbe, 2004) et sont souvent réduits en poudre. Les os dominés par des parties calcinés sont essentiellement spongieux.

La combinaison de plusieurs critères permet de déterminer la raison pour laquelle ils sont brûlés :

- **Pourcentage d'os brûlés de moins de 2cm** : 56%

- **Pourcentage de fragments au moins carbonisés** : 94,5%

- **Pourcentage d'os spongieux** : 41%

Les deux derniers pourcentages correspondent à ceux obtenus dans des sites où l'os a été utilisé comme combustible (Costamagno *et al.*, 2009). Cependant la fragmentation est plus faible que celle attendue. Dans le cas de l'utilisation de l'os comme combustible, le pourcentage d'os brûlés inférieur à 2cm est d'au moins 80%. Dans le chapitre sur la fragmentation, nous avons pu observer que les restes d'1cm sont relativement rares. Un biais de collecte peut donc être envisagé afin d'expliquer ce faible pourcentage d'os brûlés de moins de 2 cm.

	Histologie						TOTAL	
	Spongieux		C + S		Compact			
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Blanc	2	1,7	1	2,4	1	1	4	1,3
Gris	19	15,7	5	12,2	11	7,3	35	11,2
Noir	93	76,9	33	80,5	130	86,1	256	81,8
Marron	5	4,1	1	2,4	9	6	15	4,5
Non Brûlé	2	1,7	1	2,4			3	1
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>38,7</b>	<b>41</b>	<b>13,1</b>	<b>151</b>	<b>48,2</b>	<b>313</b>	

**Tab. IX-41** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Histologie et couleur dominante des restes brûlés (C + S = Compact + Spongieux)

### VI.3.7. Les os à impressions

Comme dans la couche XX, les supports osseux utilisés se rapportent aux espèces les plus fréquentes dans l'assemblage (tab.IX-42). Le Cerf, légèrement plus rare, montre un nombre de retouchoirs plus important (n=6). Quasiment tous les fragments ne présentent qu'une seule plage d'utilisation. Seul un fragment de radius montre une utilisation en deux endroits de la pièce diamétralement opposés (annexe 58). Tous les retouchoirs proviennent d'os longs, néanmoins aucun élément n'a été privilégié. Un reste sur trois a été raclé au préalable. La principale différence réside dans l'intensité. En effet, les retouchoirs de la couche XIX indiquent une utilisation plus forte pouvant modifier le profil de la pièce.

	N	N plage		Profil		Localisation			Intensité			
		1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu	Raclage	Strie	Faible	Moyenne	Forte
Cerf	6	5	1	4	2	6		2	3	2	1	4
Cheval	2	2		2		2		1	1		1	1
grand ongulé	1	1			1					1		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>8</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

**Tab. IX-42** (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Description des retouchoirs

Pour conclure, l'assemblage de la couche XIX est en grande majorité une accumulation d'origine anthropique, seuls les caprinés ont été introduits dans la cavité par les Carnivores. Le Cerf et le Cheval dominent largement le spectre de faune. Les Hommes préhistoriques sont les premiers à récupérer les parties charnues, ces dernières étant ramenées préférentiellement sur le site. Concernant l'acquisition des ces espèces, la chasse peut être envisagée d'autant plus que les individus adultes dominent. Concernant le Mégacéros et le Renne, les Préhistoriques ont récupéré des éléments squelettiques sur des carcasses d'individus déjà morts. L'impact des Carnivores sur l'assemblage n'est pas négligeable, la présence de traces anthropiques et carnivores sur le même fragment suppose que les Carnivores sont passés après les Préhistoriques pour charogner les éléments abandonnés.

## VI. Couche XVII-XVIII

La proportion d'Herbivores s'est considérablement réduite mais ces derniers restent dominant. L'Ours est l'espèce la plus représentée dans cette couche aussi bien en nombre de restes qu'en nombre d'individu (tab.IX-43). Il est suivi par le Cheval avec cinq individus pour 52 restes. Quatre nouvelles espèces complètent le spectre de faune précédemment établi : le Mégacéros, le Rhinocéros laineux, le Renard roux et le Castor (annexe 41).

Espèce	NRD	% NRD	NMlf	NMIc
<i>Equus caballus</i>	52	22,9	3	7
<i>Cervus elaphus</i>	23	10,1	2	3
<i>Rangifer tarandus</i>	18	7,9	1	2
<i>Capra ibex</i>	12	5,3	2	2
<i>Bison priscus</i>	8	3,5	1	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	5	2,2	1	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	0,9	1	1
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	1	0,4	1	1
<i>Ursus spelaeus</i>	83	36,6	4	6
<i>Canis lupus</i>	6	2,6	1	2
<i>Alopex lagopus</i>	5	2,2	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	3	1,3	1	1
<i>Meles meles</i>	1	0,4	1	1
<i>Lepus timidus</i>	6	2,6	1	1
<i>Castor fiber</i>	2	0,9	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>227</b>			
NRDa très petit mammifère	10			
NRDa petit mammifère	36			
NRDa Moyen mammifère	65			
NRDa Grand mammifère	74			
NRDa	83			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>268</b>			
Très petit mammifère indét.	7			
Petit mammifère indét.	105			
Moyen mammifère indét.	75			
Grand mammifère indét.	60			
Indéterminés	422			
<b>TOTAL</b>	<b>1164</b>			

Tab. IX-43 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Composition de l'assemblage

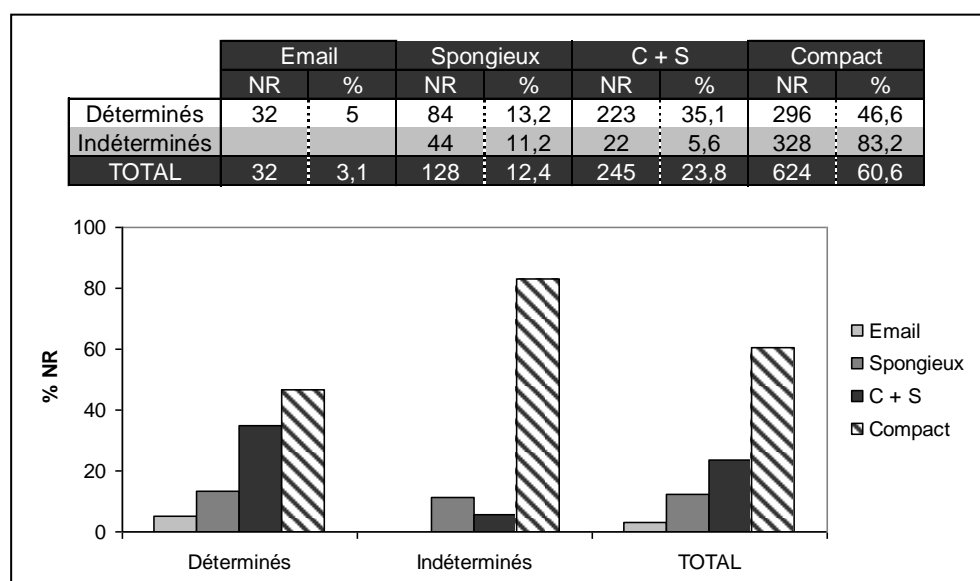


Fig. IX-43 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Histologie des fragments.

Les fragments dentaires sont rares (fig.IX-43) La part des os spongieux est, comme dans les autres couches, très faible.

## VI.1. Caractérisation des espèces

Le tableau IX-44 indique la répartition des restes par éléments squelettiques en fonction de l'espèce.

### VI.1.1. Le Cheval

#### VI.1.1.1. Représentation squelettique

Les vestiges sont soit des éléments céphaliques soit des os du squelette appendiculaire et en particulier des os longs. Les ceintures sont absentes. Des fragments de côtes et de vertèbres sont présents dans l'assemblage bien qu'ils n'aient pas été déterminés spécifiquement. Les os courts et les phalanges sont quasi inexistantes. La seule phalange provient d'un jeune individu.

- ✓ **Céphalique** : deux des quatre fragments de mandibule montrent encore la présence de dents.
- ✓ **Os longs** : il s'agit essentiellement d'os longs charnus. Il n'y a pas de différence notable entre la partie moyenne et supérieure des membres ni entre patte antérieure et postérieure. Les métapodes sont rares. Deux humérus appartiennent à des fœtus et un autre à un jeune individu.

#### VI.1.1.2. Age et sexe des individus

Les fœtus (NMic=2) ont été déterminés à partir de deux humérus (fig.IX-44). Le plus petit mesure (29 mm) indiquant un développement de 4,3 mois (décès à l'**automne**). Le deuxième est fragmenté, il n'est donc pas possible d'appliquer les formules de transfert, toutefois sa taille plus grande indique une étape bien plus tardive dans la gestation, voire au moment de la mise bas.

Une phalange dont l'extrémité proximale n'est pas épiphysée indique l'existence d'un jeune individu de moins d'un an. L'autre reste de juvénile est une épiphyse distale d'humérus.



Fig. IX-44 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Humérus de fœtus d'Equidés

		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>C. ibex</i>		<i>M. giganteus</i>		<i>C. antiquitatis</i>		<i>R. rupicapra</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>C. lupus</i>		<i>A. lagopus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>M. meles</i>		<i>L. timidus</i>		<i>C. fiber</i>	
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.							2	1									17	2												
	Crâne					2	1																								
	Mandibule			1	1	4	2			2	1										1	1						1	1		
	Incisive			1	1	1	1					3	3																		
	Canine																														
Dent Jugale >	Dent Jugale >					9	9	4	4																						
	Dent Jugale <					7	7	1	1							1	1	1	1												
Ceinture	Scapula			3	3					1	1							3	3	1	1										
	Coxal			2	2																										
Axial	Vertèbre																														
	Côte																														
Os Long	Humérus	2	1	2	1	7	4	2	2	3	2							11	8												
	Radius					2	2	2	2	1	1	1	1					2	2												
	Ulna					2	2	1	1																						
	Métacarpe	2	1	2	1																										
	Mcc Vest.																														
	Fémur			4	3	4	3	2	1	1	1								7	6	1	1	1	1							
	Tibia	2	2	1	1	9	4	2	1	1	1		1	1					6	4	1	1									
	Métatarse	1	1	2	1	1	1						2	2						1	1										
Mtt Vest.																															
Os Court	Carpe					1	1	2	2										2	2											
	Talus																														
	Calcaneum																														
	Autre Tarse																														
	Patella																														
Autopode	Sésamoïde							1	1																						
	Os malléolaire																														
	Phalange 1			1	1	1	1																								
	Phalange 2			1	1									1	1																
Phalange 3																															

Tab. IX-44 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII): Représentations squelettiques.

Les quelques dents entières ont permis *via* les hauteurs de couronne d'estimer l'âge des individus adultes (NMIc=4). Bien que les individus adultes soient prépondérants, aucune classe d'âge ne domine (tab.IX-45).

	0-3 ans	3-6 ans	6-9 ans	9-12 ans	12-15 ans	15-18 ans
P2/			1			
P3/						
P4/				1		
P3-4/						
M1/						
M2/						
M1-2/						
M3/						
P/2		1	1			
P/3						
P/4						
P/3-4						1
M/1						
M/2						
M/1-2						
M/3						
<b>TOTAL</b>		1	1	1		1

**Tab. IX-45** (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.

Les fœtus attestent de la présence d'au moins deux femelles.

### VI.1.2. Le Cerf

Seuls les os courts sont complètement absents. Trois individus sont observés : un jeune dont l'âge peut être estimé à moins de 4 ans par une tête fémorale non épiphysée, un adulte et un vieil individu (P/2 et M/1 très usées). Les ceintures sont fortement représentées ainsi que les os longs. La partie supérieure des membres, c'est-à-dire les os très riches en viandes sont légèrement plus nombreux, de même que les métapodes. Deux phalanges fragmentées sont observées.

### VI.1.3. Le Renne

Le squelette crânien est illustré par des fragments de bois (épois) et des dents. Les ceintures et les phalanges sont absentes alors que les os courts sont documentés par 3 restes. Les os longs charnus sont tous observés dans des proportions similaires.

Deux individus sont présents : deux M3 non usées pouvant appartenir au même individu signale qu'il a moins de 2 ans.

A noter que 17 restes appartiennent à des cervidés de taille moyenne (Cerf ou Renne) et n'ont pu être déterminés au niveau de l'espèce. Il s'agit principalement de fragments d'os long (fémur et métapode en particulier) et de mandibule.

#### VI.1.4. Le Bouquetin

Les restes céphaliques et les os longs sont les plus nombreux. Deux incisives droites signalent la présence d'au moins deux individus adultes.

#### VI.1.5. L'Ours

Toutes les classes d'âge sont représentées : les fœtus et les vieux adultes par un individu et les jeunes et adultes par deux. Toutes les parties squelettiques sont retrouvées.

Un humérus, un ulna, un fémur et un fragment d'os long indéterminé appartiennent à un fœtus. Les restes de jeunes sont nombreux (n=28 soit 34%).

#### VI.1.6. Les autres espèces

##### ✓ Herbivores

Le Rhinocéros a été identifié grâce à une phalange 3, le Chamois par une troisième molaire supérieure et une première phalange. Le Mégacéros est essentiellement observé sous la forme d'os long, des éléments inférieurs des membres (radius, tibia), un métatarse ainsi qu'une phalange 2. Constat quasi similaire pour le Bison, les restes mis au jour sont uniquement des os longs. Le Bouquetin a été déterminé aussi bien par des restes céphaliques, des os des ceintures et des os longs, seuls les os courts et les phalanges sont absents.

##### ✓ Carnivores

L'Ours est de très loin l'espèce la plus fréquente (*cf. supra*). Cinq restes ont été attribués au Loup se rapportant à un jeune individu et un adulte. Ils concernent diverses parties du squelette (une scapula, un ulna, un fémur, un calcaneum et une phalange) excepté le crâne. Même observation pour le Renard polaire. Seul un tibia appartient au Blaireau et trois au Renard roux (une canine, une vertèbre et un humérus).

##### ✓ Lagomorphe et Rongeur

Toutes les grandes sub-division du squelette sont présentes chez le lièvres à l'exception des os longs autres que les métapodes. La présence du Castor a été démontrée grâce à un radius et un ulna.

### VI.2. Etude taphonomique

#### VI.2.1. La fragmentation

Dans cette couche, les restes d'Ours sont plus fortement fragmentés avec un pourcentage proche de celui du Renne (tab.IX-46). En revanche, la distinction Herbivore/Carnivore demeure au niveau de la complétude des circonférences de diaphyses qui est inférieure à la moitié chez les Herbivores. Environ 68% des os longs d'Ours correspondent à des cylindres (tab.IX-47). Les deux éléments d'Equidés présentant une circonférence entière appartiennent à un fœtus et à un jeune.



	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>C. ibex</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	13	100	28	93,3	7	87,5	6	100	33	80,5	243	95,3
Fragmentation globale	20	100	36	94,7	7	63,6	9	100	62	77,5	534	92,7

Tab. IX-46 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	3	27,3	5	21	1	16,7	3	50			55	27
	< 1/2	8	72,7	17	70,8	5	83,3	3	50	6	24	105	51,5
	> 1/2									2	8	6	2,9
	Complète			2	8,3					17	68	38	18,6
Extrémité	Baguette											6	18,2
	< 1/2	2	100	2	66,7	2	100			2	28,6	14	42,4
	> 1/2									1	14,3	3	9,1
	Complète			1	33,3			1	100	4	57,1	10	30,3

Tab. IX-47 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.

Bien qu'il y ait peu de restes, il existe une différence importante de l'état de fraîcheur des os, lors de leur fragmentation, entre les Herbivores et les Carnivores (tab.IX-48). Les éléments squelettiques d'Ours se sont principalement fragmentés lorsque l'os était sec. Toutes les espèces d'Herbivores indiquent une fragmentation de leur os à l'état frais préférentiellement. La proportion cassures os sec/os frais totale semble plus équilibrée. Cet équilibre n'est en fait que le reflet de la quantité de Carnivores plus importante dans cette couche. Au sein des Herbivores, la proportion reste identique à celle des couches précédentes, 2/3 des cassures sont sur os frais. Les cassures de types spirales sont très fréquentes.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	2	25	4	22,2	1	25	4	80	32	32,3
	Escalier			1	5,6					4	4
Total cassure sur os sec		2	25	5	33,3	1	33,3	4	80	36	42,9
Cassure sur os frais	Oblique	1	12,5	2	11,1					14	14,1
	V-Shaped										
	Spirale	5	62,5	8	44,4	2	50	1	20	34	34,3
Total cassure sur os frais		6	75	10	66,7	2	66,7	1	20	48	57,1
Os sec ou frais	Longitudinale			3	16,7	1	25			15	15,2

Tab. IX-48 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation

La répartition des restes, illustrée par la figure IX-45, souligne la rareté des fragments inférieur à 1cm.

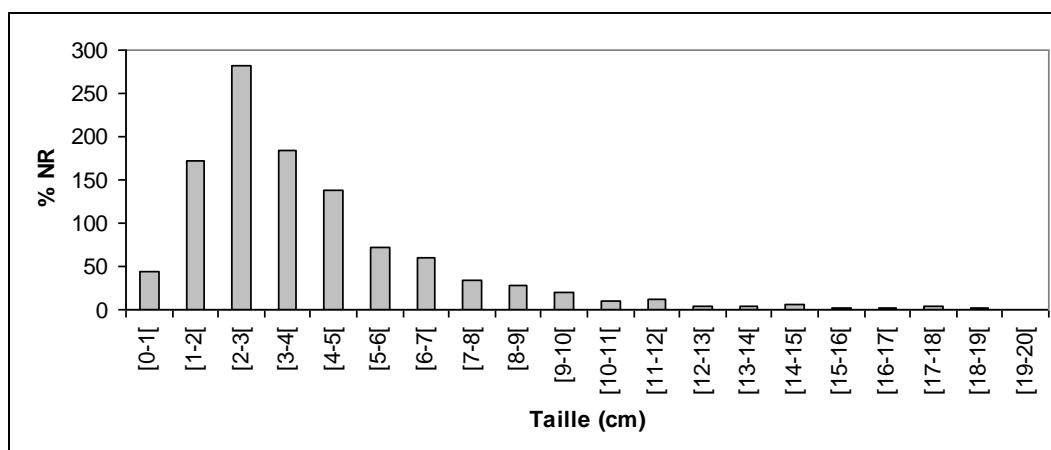


Fig. IX-45 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Répartition des tailles des fragments.

## VI.2.2. Les altérations abiotiques

Les fréquences des altérations abiotiques caractérisant cette couche s'apparentent à celles de la couche XIX, la principale différence étant l'absence totale de pièce avec des concrétions (fig.IX-46 ; annexe 26).

### VI.2.2.1. Action de l'eau

Il existe de fortes différences entre les espèces. L'Ours et le Cerf montrent une coloration sur plus de la moitié des restes leur appartenant. L'intensité est également plus forte pour ces deux espèces. Certains restes d'Ours sont complètement recouverts par un dépôt noir (annexe 26).

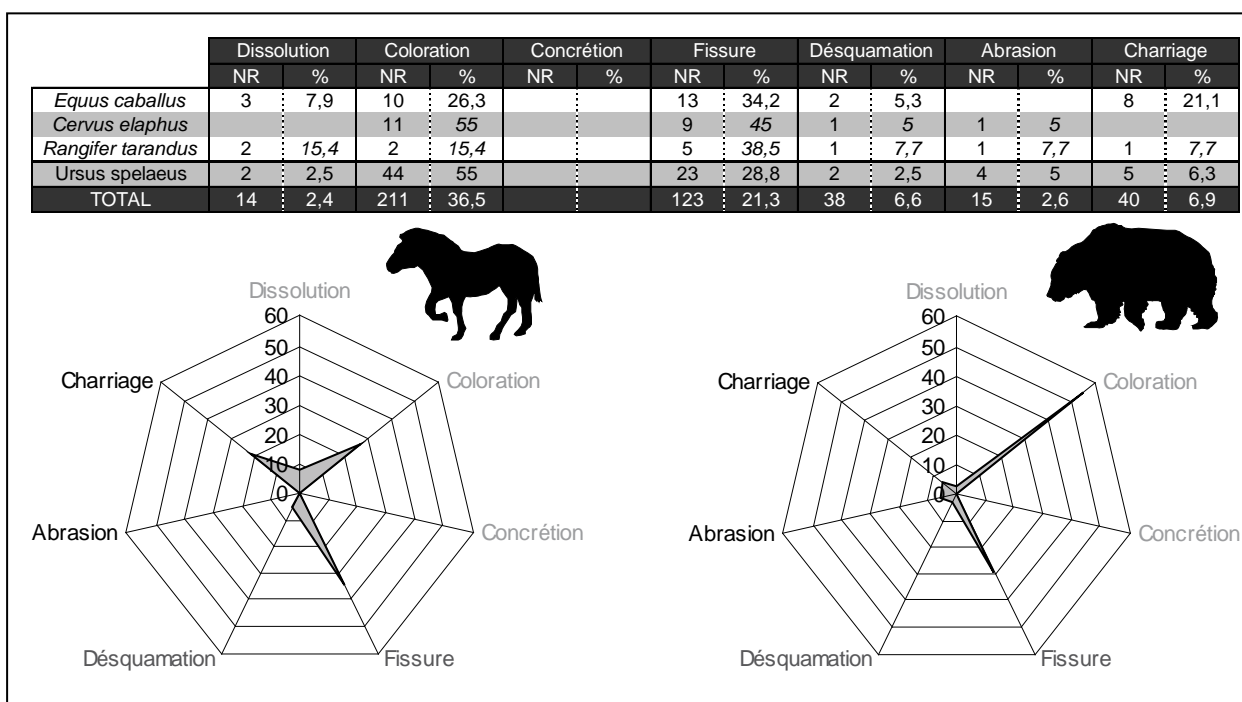


Fig. IX-46 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment

VI.2.2.2. Action du climat

Le climat semble avoir joué un rôle comparable à celui de la couche précédente. La conservation des restes osseux est excellente (tab.IX-49). La fissuration et la desquamation sont à peu près équivalentes chez toutes les espèces. Malgré tout l'intensité est plus forte chez les grandes espèces telles que l'Ours et le Cheval.

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Equus caballus</i>	30	78,9	8	21,1		
<i>Cervus elaphus</i>	17	85	3	15		
<i>Rangifer tarandus</i>	9	81,8	2	18,2		
<i>Ursus spelaeus</i>	71	88,8	9	11,3		
TOTAL	463	81,3	108	18,5	1	0,2

Tab. IX-49 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Répartition des restes en fonction des stades de weathering (selon Behrensmeyer, 1978).

VI.2.2.3. Action du sédiment

A l'exception du Cheval qui ne présente aucune trace d'abrasion, cette altération est similaire chez les autres espèces. Les traces de charriage concernent essentiellement le Cheval. Néanmoins si l'on considère les Cervidés de taille moyenne dans leur ensemble afin d'augmenter le corpus et de prendre en compte les restes non déterminés spécifiquement, on constate une nette augmentation des restes avec des stries de charriage (>10 %). L'Ours apparaît donc plus faiblement affecté. Certaines pièces s'apparentent à du charriage à sec et d'autres à du piétinement.

D'un point de vue global, les restes sont bien lisibles (fig.IX-47).

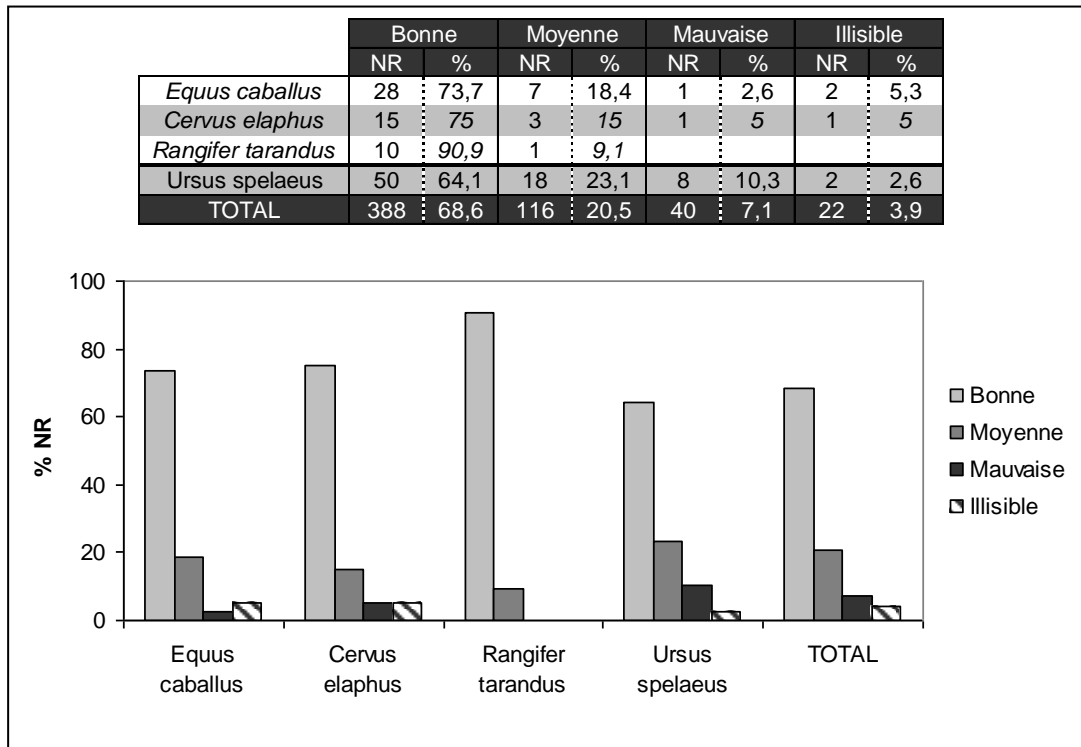


Fig.IX-47 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### VI.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

L'impact des végétaux sont les seules traces biologiques non carnivores et non humaines visibles sur l'assemblage osseux. Il ne concerne que quelques fragments (n=2 ; 0,3%).

## VI.3. Activité des Carnivores

### VI.3.1. Impact des Carnivores

Comme dans la couche précédente, tous les Herbivores et Carnivores sont concernées par les traces de consommation sauf le Bison (tab.IX-50). Les os d'ongulés concernés par des traces de morsures sont beaucoup plus fréquents que dans les deux couches sous-jacentes. Cette fois encore le Cheval est l'ongulé le plus affecté (n=14 soit 38%).

Les traces observées sur les ossements sont essentiellement des *pits* et des *scores*.

Il est difficile de savoir exactement quel carnivore est l'auteur de ces traces. Probablement que sur la totalité de l'assemblage, les trois espèces ont du joué un rôle autant sur leur propre espèce que sur les ongulés et autres Carnivores présents.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated edge		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Capra ibex</i>	2	22,2	2	22,2			2	22,2								
<i>Cervus elaphus</i>	2	10,5	2	10,5			2	10,5							1	5,3
<i>Equus caballus</i>	14	37,8	11	29,7	1	2,7	10	27	2	5,4					1	2,7
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	20	1	20			1	20							1	20
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	100	1	100			1	100								
<i>Rangifer tarandus</i>	3	23,1	2	66,7	1	33,3									1	33,3
<i>Lepus timidus</i>	2	33,3	1	16,7	2	33,3										
<i>Ursus sp.</i>	20	25,6	17	21,8	1	1,3	7	9			7	9	5	6,4	1	1,3
<i>Alopex lagopus</i>	2	40	2	40	1	20	1	20								
<i>Canis lupus</i>	4	66,7	4	66,7	1	16,7	1	16,7			1	16,7	1	16,7	1	16,7
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>20,4</b>	<b>98</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>2,9</b>	<b>41</b>	<b>7,1</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>17</b>	<b>2,9</b>	<b>25</b>	<b>4,3</b>	<b>10</b>	<b>1,7</b>

**Tab. IX-50** (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)

### VI.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

#### ✓ L'Ours

L'hypothèse d'un décès des individus pendant la période d'hibernation peut également être avancée du fait de la présence d'individu vulnérable : femelle gestante, jeune et vieil individu.

#### ✓ Le Loup

Même constat que pour la couche précédente, seul un individu adulte et un jeune sont présents.

#### ✓ Le Renard Roux et le Renard polaire

Ces deux espèces sont représentées par un faible nombre de restes se rapportant respectivement à un seul individu adulte probablement mort naturellement.

✓ Le Blaireau

Un seul reste appartenant à un individu adulte. Sa présence dans la grotte peut être liée à une mort naturelle *in situ* ou à un apport par un prédateur. Cependant aucune trace de Carnivore n'a été relevée.

### VI.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche

Le pourcentage de traces de Carnivores est élevé : 20% en moyenne et peut atteindre 38% pour le Cheval. Ce taux pourrait correspondre à un accès primaire des Carnivores à la carcasse.

Le ratio Carnivore/Herbivore est lui aussi important puisque 10 individus Carnivores sont observés pour 16 d'ongulés soit 63%. Si on ne tient pas compte de l'Ours et du Blaireau, ce pourcentage est de 20% limite maximale considérée pour caractériser un assemblage d'origine anthropique.

Ces deux critères permettent d'envisager que les Carnivores ont certainement participé activement à l'accumulation. Ils sont au moins à l'origine de l'accumulation des caprinés. Les éléments squelettiques de Bouquetin portant des traces de morsures sont les os longs les plus charnus (humérus et fémur). De plus, les traces observées sont des sillons transversaux sur la diaphyse (*i.e. scores*) résultant du contact de la dent sur l'os lors de la consommation de la viande ce qui signifie un accès primaire à l'animal.

Hormis les phalanges, toutes les grandes zones du squelette ont été consommées (fig.IX-48). Chez les grands ongulés, des traces de manducation sont observées sur tous les os. Les *scores* sur des fragments de diaphyse d'humérus ou de fémur de Cheval indiquent que la viande était certainement encore présente quand les Carnivores ont eu accès à la carcasse de l'animal. Si le radio-ulnaire semble fortement altéré c'est en particulier lié à la faiblesse de l'échantillon. Un fragment de fémur, un d'ulna et un de mandibule de Cheval présentent des modifications carnivores et anthropiques. Dans les deux cas la viande a été récupérée par les Préhistoriques.

Concernant les moyens ongulés, les ceintures et les os longs charnus présentent des traces de morsures. En revanche, leur métapodes bien que présents dans le profil squelettique ne sont pas affectés par les carnivores du fait de leur faible intérêt alimentaire. Concernant les moyens ongulés, une disparité de répartition des traces est visible notamment au niveau des os longs où seul l'humérus et surtout le fémur sont atteints. Les Carnivores ont mâchouillé les parties spongieuses riches en graisse (fig.IX-52). Une consommation intense de ces zones accélère leur destruction.

Les individus juvéniles présentant des traces de carnivores appartiennent à l'Ours, au Cheval et au Cerf.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées :

- Les Carnivores ont introduit les carcasses dans la cavité et sont les premiers à la consommer. Toutefois, le Cheval qui est l'espèce la plus affectée par les traces de dents est une espèce de grande taille. Par conséquent, il est improbable que le Renard (polaire ou roux) ait chassé un tel animal. Seul le Loup pourrait alors en être responsable. Les Canidés peuvent avoir déplacé les carcasses d'animaux morts à proximité mais cela ne concernerait qu'un ou deux individus.
- Les Préhistoriques sont à l'origine de la présence des carcasses dans la cavité mais ne les ont pas exploités de manière optimale.

- Tous les prédateurs (Carnivores et Homme) ont participé à l'accumulation osseuse.

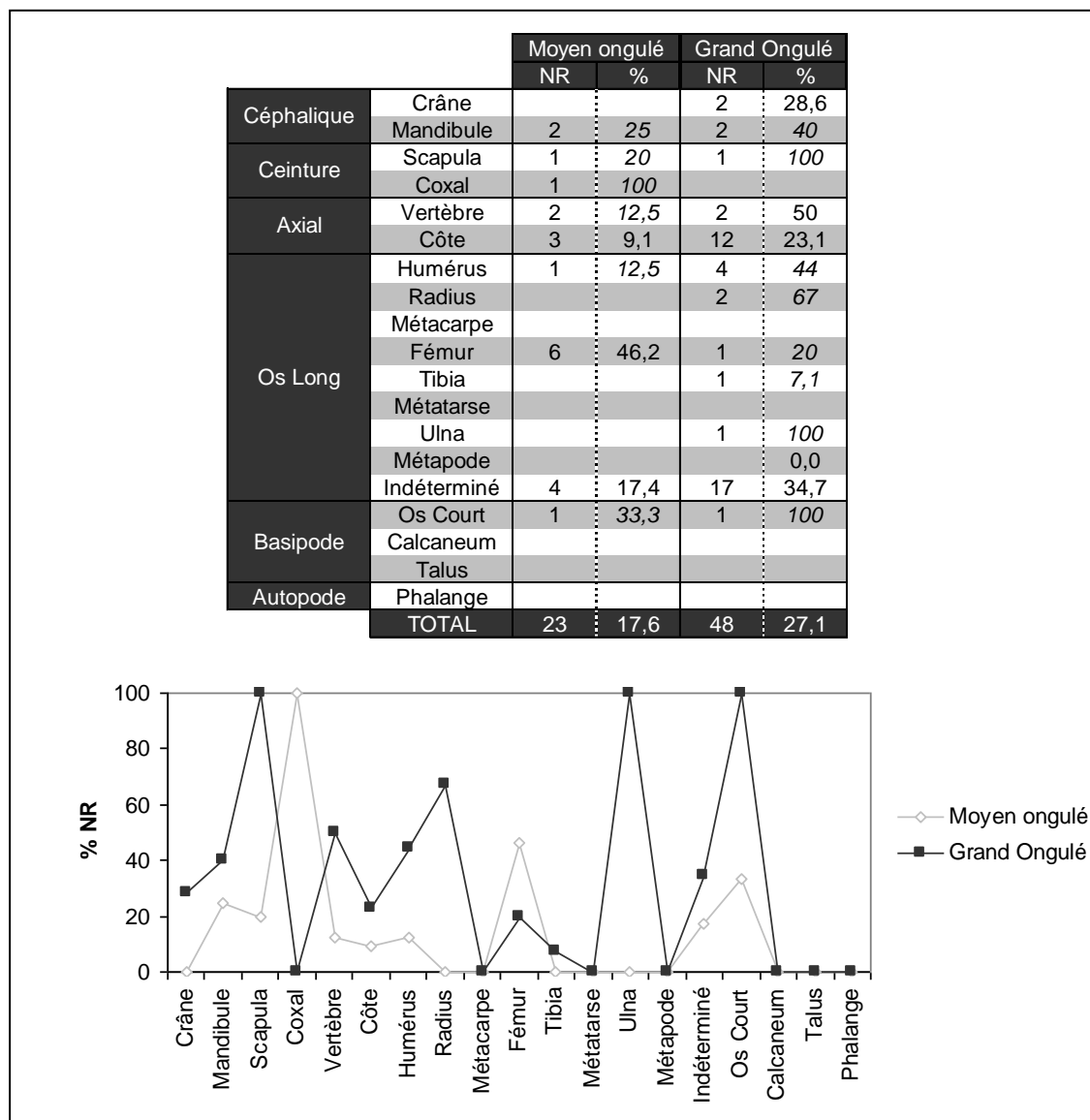


Fig. IX-48 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Capra ibex</i>			2	40						
<i>Cervus elaphus</i>			1	9,1					1	20
<i>Equus caballus</i>			10	37	3	50	1	100		
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	50	1	20						
<i>Rupicapra rupicapra</i>			1	100						
<i>Rangifer tarandus</i>			2	25			1	33,3		
<i>Lepus timidus</i>							2	100		
<i>Ursus sp.</i>	6	31,6	10	26,3	1	5	2	13,3	2	50
<i>Alopex lagopus</i>					1	100	1	50		
<i>Canis lupus</i>	1	33,3	3	75			1	100		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>30,9</b>	<b>59</b>	<b>24,7</b>	<b>8</b>	<b>13,8</b>	<b>17</b>	<b>29,8</b>	<b>29</b>	<b>15</b>

Tab. IX-51 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques

## VI.4. Activité anthropique (annexe 63)

Cette couche présente une activité anthropique réduite. En revanche, les Carnivores ont largement modifié les carcasses. Le Bouquetin, le Chamois et le Rhinocéros sont exempts de marques humaines quoiqu'un faible effectif puisse expliquer cette absence. Cependant, pour les petits Bovidés, l'impact des carnivores est bien enregistré. L'homme ne semble avoir réellement aucun lien avec la présence de ces deux espèces dans l'assemblage. Les Préhistoriques sont intervenus sur les carcasses des cinq autres espèces d'Herbivores présentes (tab.IX-52). Le Cheval, espèce la plus mâchonnée par les Carnivores, est également celle qui montre le plus d'activité anthropique. Contrairement aux couches précédentes, une forte différence est observée en fonction de la classe de taille. Les grands ongulés sont nettement plus modifiés (12,4%) que les moyens ongulés (3,3%). Les ossements de cette couche ne présentent aucune trace d'éviscération ni de dépouillement.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
<i>Equus caballus</i>	9	25	2	5,6	6	16,7	3	8,3		
<i>Megaloceros giganteus</i>	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20
<i>Rangifer tarandus</i>	2	15,4			2	15,4				
<i>Bison priscus</i>	1	14,3			1	14,3			1	14,3
<i>Cervus elaphus</i>	1	5,3					1	5,3		
TOTAL	33	7,2	3	0,7	21	4,6	9	2	2	0,4

Tab. IX-52 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Nombre et pourcentage de pièces avec des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

### VI.4.1. Le Cheval (annexe 63)

Les deux tiers des traces sont localisées sur les membres postérieurs : 2 fragments de fémur et 4 de tibia. Un reste d'ulna, un métapode ainsi qu'une mandibule ont été également exploités.

#### ✓ Désarticulation

La partie proximale d'un métapode présente des stries laissées lors de la désarticulation **tibia-tarse-métatarse**. Il s'agit là du seul reste illustrant la désarticulation.

#### ✓ Décharnement

Les stries de boucherie indiquent majoritairement la récupération de la viande située sur le fémur et le tibia. Un fragment d'ulna montre lui aussi l'enlèvement de la chair.

A noter que trois autres restes appartenant à des grands ongulés (1 côte, 1 humérus et 1 tibia) possèdent des stries de décharnement.

#### ✓ Fracturation

La récupération de moelle est relativement bien documentée. En effet, 3 fragments appartenant à des éléments squelettiques distincts : tibia, métapode et mandibule montrent des points d'impacts. La fracturation du tibia fait suite à un raclage de la surface corticale. Outre un point d'impact bien visible au niveau de la branche horizontale de la mandibule, nous remarquons que la P/4 encore dans son alvéole est cassée de manière nette (fig.IX-49). En période de stress alimentaire, les animaux puisent dans leurs ressources. La re-mobilisation se fait alors depuis le haut des membres vers les extrémités.

Les métapodes, phalanges et mandibules sont ainsi les derniers affectés par ce phénomène (Speth & Spielmann, 1983). Dans le paragraphe sur la saisonnalité nous avons vu que des restes de fœtus indiquent un décès à l'automne et un autre plus tardif (fin hiver-printemps) or cette dernière saison correspond à une période de faible condition physique pour les ongulés en général (Spiess, 1979 ; Varin, 1980). Par conséquent, les Préhistoriques auraient exploité la moelle contenue dans la mandibule à cette saison là.

Par ailleurs, la moelle contenue dans la cavité médullaire des métapodes et du tibia est de meilleure qualité et oriente souvent la décision des Préhistoriques lors de la fracturation (Morin, 2007). La rapidité d'acquisition de la moelle sur les métapodes et les os des membres inférieurs vu qu'il n'y a que très peu de viande à retirer, est un autre argument en faveur de l'exploitation préférentielle de ces os.



**Fig. IX-49** (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Mandibule de Cheval présentant un point d'impact sur sa branche horizontale et une cassure nette de la dent.

✓ Transport des carcasses.

Seul le crâne et les os longs charnus ont été ramenés, les métapodes et les bas de patte sont absents et ont probablement été abandonnés sur place comme pour les autres couches. La présence de quelques vertèbres (n=4) et de fragments de côtes de grands ongulés (n=52 ; NME=9) permet d'envisager un apport possible du squelette axial. Les ceintures restent sous représentées même en prenant en compte les restes non déterminés au niveau spécifique.



#### VI.4.2. Le Cerf (annexe 63)

Contrairement aux couches précédentes, le Cerf montre peu de modifications anthropiques. Seul un fragment de diaphyse proximale de tibia indique le décharnement ainsi que la fracturation de l'os.

Le transport des carcasses est difficile à appréhender au vu du faible échantillon. Les ceintures et la patte arrière sont bien observées néanmoins aucune trace de décharnement n'est visible. Le charognage peut être avancé d'autant plus que les individus présents sont les plus vulnérables (jeunes et vieux) suggérant une mort naturelle ou par les Carnivores.

#### VI.4.3. Le Mégacéros (annexe 63)

Les traces visibles de l'exploitation de la carcasse se situent sur la patte postérieure : tibia et métatarse. Toutes concernent la récupération de la moelle. En effet, ces deux éléments ont été fracturés. Le tibia sur la face latérale de la diaphyse proximale et le métatarse sur un des côtés. Ce dernier présente également des stries de raclage et a été utilisé en tant que retouchoir.

#### VI.4.4. Le Bison (annexe 63)

Un fragment d'humérus montre de nombreuses stries (3 zones différentes sur la même pièce) (annexe 36). Elles se rapportent au décharnement de l'os. Ce fragment a également été utilisé comme retouchoir.

#### VI.4.5. Le Renne (annexe 63)

L'humérus et le radius (membre antérieur) sont les seuls ossements illustrant l'action de l'Homme sur le Renne.

A proximité de l'extrémité distale de l'humérus se trouvent deux zones avec des stries laissées lors de la désarticulation du coude. Le fragment de radius porte des stries en lien avec le prélèvement de la viande.

Un tibia de moyen Cervidés (Renne ou Cerf) montre un point d'impact.

#### VI.4.6. Les os à impressions (annexe 59)

Contrairement aux autres couches, les retouchoirs n'ont pas pour origine des éléments provenant des espèces les plus fréquentes. Un humérus de Bison et un métatarse de Mégacéros ont été utilisés. Ces taxons ont une compacta épaisse et donc résistante. Les deux pièces présentent un profil convexe et ont des mensurations comparables aux retouchoirs des autres couches. La largeur relativement grande est certainement en lien avec la taille des espèces. Une seule plage d'utilisation est observée mais de forte intensité à chaque fois. La surface de cette plage est équivalente à celles des autres couches. Le fragment d'humérus de Bison s'est cassé lors de l'utilisation.

	N plage		Profil		Localisation		Intensité					
	N	1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu	Raclage	Strie	Faible	Moyenne	Forte
Mégacéros	1	1		1		1		1	1			1
Bison	1	1		1		1			1			1
TOTAL	2	2		2		2		1	2			2

Tab. IX-53 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Description des retouchoirs

En conclusion, la couche XVII-XVIII se distingue des autres couches par un nombre plus important de Carnivores. Ces derniers ont participé à l'accumulation et modifié les assemblages plus intensément. Il s'agit d'un assemblage mixte (Homme et Carnivore). L'activité anthropique bien que plus réduite s'est tournée vers l'acquisition de la viande des grands ongulés. Quelle que soit l'espèce la moelle a systématiquement été récupérée. Les Préhistoriques n'ont occupé la cavité que lors d'un bref séjour.

## VII. Couche XVI

Le tableau IX-54 montre la répartition des restes pour les différentes espèces présentes. Le spectre faunique est bien diversifié, puisque pas moins de 15 espèces ont été identifiées, toutes sont représentées par 4 individus au maximum. Le rapport Herbivore/Carnivore est élevé. Chez les carnivores le Renard et l'Ours sont prépondérants. Avec l'intégration des fragments dans l'analyse, le Cerf qui était très minoritaire (11<sup>ème</sup> rang) devient la deuxième espèce du spectre de faune après le Renne (annexe 65). Le Blaireau complète le spectre de faune.

Espèce	NRD	% NRD	NMlf	NMIc
<i>Rangifer tarandus</i>	45	24,9	3	4
<i>Cervus elaphus</i>	39	21,5	2	3
<i>Bison priscus</i>	19	10,5	2	3
<i>Equus caballus</i>	16	8,8	1	4
<i>Rupicapra rupicapra</i>	5	2,8	1	2
<i>Capreolus capreolus</i>	5	2,8	1	1
<i>Capra ibex</i>	2	1,1	1	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	0,6	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	15	8,3	2	2
<i>Ursus sp.</i>	8	4,4	1	3
<i>Canis lupus</i>	4	2,2	1	1
<i>Alopex lagopus</i>	3	1,7	1	1
<i>Meles meles</i>	1	0,6	1	1
<i>Ochotona sp.</i>	7	3,9	3	3
<i>Lepus timidus</i>	11	6	1	2
<b>TOTAL NRD</b>	<b>181</b>			
NRDa très petit mammifère	17			
NRDa petit mammifère	28			
NRDa Moyen mammifère	101			
NRDa Grand mammifère	48			
NRDa	45			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>239</b>			
Très petit mammifère indét.	7			
Petit mammifère indét.	71			
Moyen mammifère indét.	181			
Grand mammifère indét	94			
Indéterminés	758			
<b>TOTAL</b>	<b>1531</b>			

Tab. IX-54 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Composition de l'assemblage

La répartition histologique des restes osseux est semblable à celles des couches précédentes (fig.IX-50). L'os compact domine largement l'assemblage tandis que l'os spongieux est sous représenté.

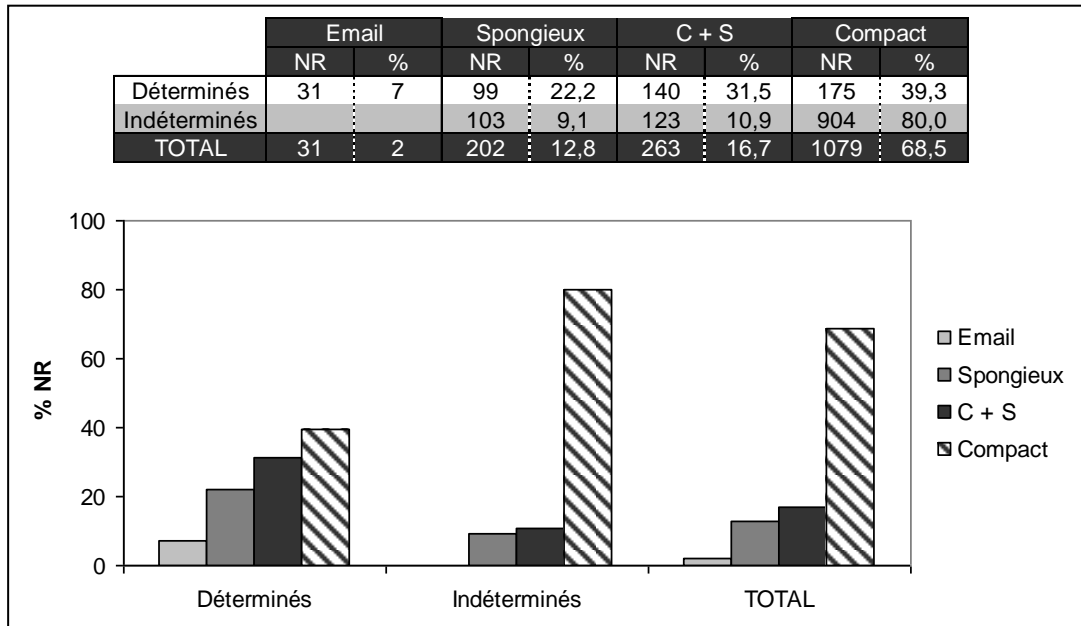


Fig. IX-50 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Histologie des fragments.

## VII.1. Caractérisation des espèces

### VII.1.1. Le Renne

A l'exception des ceintures toutes les grandes divisions du squelette sont présentes (tab.IX-24). Cette absence apparente est fictive. En effet, des restes appartenant à ces éléments ont été découverts mais n'ont pas pu être attribués spécifiquement, du fait de la présence du Cerf (espèce morphologiquement proche) dans le spectre faunique. Un jeune individu est documenté par un bourgeon de M3/ indiquant qu'il a moins de 15 mois. Trois individus adultes ont pu être déterminés dont un vieil adulte.

### VII.1.2. Le Cerf

La majorité des restes sont des os longs. La patte arrière est légèrement mieux représentée. La seule dent mise au jour est une première incisive déciduale très usée suggérant la présence d'un jeune âgé de 12 à 18 mois puisque le remplacement des dents de lait se fait entre 15 et 18 mois. L'individu serait alors mort entre la **fin du printemps et l'automne**. Deux adultes sont également présents.

### VII.1.3. Le Bison

Toutes les sub-divisions du squelette sont documentées. Néanmoins les os longs sont les plus nombreux. En particulier les éléments de la partie supérieure des membres (éléments les plus riches en viandes). Trois individus ont été identifiés : un jeune et deux adultes. La présence d'une M/1-2 non usée indique un individu de 6 ou 18 mois (selon le rang de la molaire) toutefois il est possible de dire qu'il est mort à l'**automne**.

### VII.1.4. Le Cheval

Seuls des restes céphaliques et des os longs sont présents. Malgré la faible quantité de restes il est possible de distinguer au moins quatre individus : 2 fœtus, 1 jeune et 1 adulte. La présence de deux fœtus laisse penser qu'un deuxième individu adulte était certainement présent.

Trois restes de fœtus ont été déterminés parmi eux deux humérus de taille distinctes permettent d'affirmer la présence d'au moins deux fœtus. L'un fait 28 mm correspondant à 4,2 mois (mort à l'**automne**) et l'autre mesure 20 mm soit 3,5 mois (mort à la **fin de l'été-début de l'automne**). Un bourgeon de P2< indique un jeune individu de 28-30 mois (mort à l'**automne**).

### VII.1.5. Les autres espèces

#### ✓ Herbivores

Le Chevreuil montre des restes épars provenant de différentes parties du squelette (mandibule, dent, coxal, vertèbre, métatarse). Le Chamois et le Bouquetin ont été identifiés à partir d'une petite quantité de restes : dent, coxal et humérus pour le premier et crâne et vertèbre pour le second. Le Mégacéros quant à lui n'est représenté que par une malléole et une troisième phalange. Tous ne sont représentés que par un seul individu adulte sauf le Chamois pour lequel une M3/ non usée atteste de la présence d'un jeune en plus.

#### ✓ Carnivores

Les restes de Loup concernent uniquement les bas de pattes. Une dent et un métacarpe ont été attribués au Renard polaire, tandis que le Renard roux est représenté par divers éléments squelettiques. Un seul reste appartient au Blaireau, il s'agit d'un métatarse. Deux os longs de la patte postérieure, deux mandibules et une dent ainsi qu'un cuboïde attestent de la présence de l'Ours au sein de cette couche. L'Ours et le Renard roux sont les seuls pour lesquels 2 individus sont présents. Il s'agit d'un jeune (un métapode et un fémur non épiphysé) et d'un adulte pour le premier et de 2 adultes pour le second.

#### ✓ Lagomorphe

Le Lièvre est représenté par toutes les parties du squelette sauf le crâne (très fragile). L'extrémité proximale d'un fémur en cours d'épiphysation signale la présence d'un individu sub-adulte (entre 8 et 9 mois). Les périodes de mise bas étant multiples (Hainard & Perrot, 1971), l'attribution d'une saison de mort n'est pas envisageable. Deux individus sont donc présents : un jeune et un adulte.

*Ochotona pusillus* est représenté par un tibia, trois humérus et un talus. Les humérus étant tous latéralisés du côté gauche, il y a donc trois individus.

		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>C. capreolus</i>		<i>R. rupicapra</i>		<i>M. giganteus</i>		<i>C. ibex</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>C. lupus</i>		<i>A. lagopus</i>		<i>M. meles</i>		<i>L. timidus</i>		<i>O.sp.</i>		
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	
Céphalique	Bois/Chev. Oss.			3	1			6	1							1	1			2	2											
	Crâne					1	1																									
	Mandibule	1	1			1	1			1	1																					
	Incisive			1	1			8	8										4	4												
	Canine																		1	1												
Ceinture	Dent Jugale >							4	4			3	3											1	1							
	Dent Jugale <	1	1			3	3	1	1	1	1								2	2	1	1										
Axial	Scapula																										2	2				
	Coxal	1	1	1	1					2	1	1	1														1	1				
Os Long	Vertèbre									1	1					1	1	1	1								2	2				
	Côte																										1	1				
	Humérus	3	2	2	1	3	3	1	1			1	1																3	3		
	Radius	2	1	2	2			2	2																			1	1			
	Ulna			1	1			2	2																							
	Métacarpe	2	1	8	2			1	1																							
	Mcc Vest.																															
	Fémur	3	2	5	3	4	1	4	2										1	1	1	1						1	1			
	Tibia	1	1	5	3	1	1	5	2										1	1									1	1		
	Métatarse	1	1	2	1	1	1	5	2	1	1																	1	1			
	Mtt Vest.																															
Os Court	Carpe			1	1																											
	Talus																		1	1												
	Calcaneum	1	1																		1	1										
	Autre Tarse																															
	Patella							1	1																							
	Sésamoïde	1	1					1	1																							
Autopode	Os malléolaire			1	1										1	1																
	Phalange 1							1	1												1	1						1	1			
	Phalange 2	1	1																													
	Phalange 3																															

Tab. IX-55 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Représentations squelettiques

		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>R. rupicapra</i>		<i>C. ibex</i>		<i>C. capreolus</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>C. lupus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>Mustelidae</i>		<i>L. timidus</i>								
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME							
Céphalique	Bois/Chev. Oss.							1	1																							
	Crâne																	1	1													
	Mandibule					5	2																									
	Incisive																															
	Canine																															
Ceinture	Dent Jugale >							2	2	2	2								2	2	1	1										
	Dent Jugale <							2	2			1	1																			
Axial	Scapula																															
	Coxal	1	1			2	2	2	2			1	1																			
Os Long	Vertèbre					3	3											1	1								1	1				
	Côte																	1	1													
	Humérus	1	1	4	3	3	2																			1	1					
	Radius			4	3	2	2										2	2	1	1												
	Ulna	1	1	2	2			1	1													1	1									
	Métacarpe			6	1	1	1																									
	Mcc Vest.																															
	Fémur	3	3	6	4	1	1														1	1				1	1					
	Tibia	8	3	10	4	1	1	7	4							1	1															
	Métatarse			7	2	2	2	2	1							1	1	1	1													
	Mtt Vest.																															
Os Court	Carpe																															
	Talus																															
	Calcaneum																			1	1											
	Autre Tarse							1	1																							
	Patella					1	1			2	2																					
	Sésamoïde																															
Autopode	Os malléolaire																															
	Phalange 1																															
	Phalange 2																															
	Phalange 3																															

Tab. IX-56 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Représentations squelettiques

## VII.2. Etude taphonomique

### VII.2.1. La fragmentation

Le tableau IX-57 donne des informations sur la fragmentation des principales espèces. Toutes les espèces d'Herbivores montrent des os longs très fortement fragmentés. Concernant le Cheval, les seuls os longs entiers sont des éléments squelettiques de fœtus. Le Renard et le Lièvre présentent quelques os longs complets d'adultes.

	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>L. timidus</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	31	100	7	70	12	100	24	100	4	80	3	50	344	95,6
Fragmentation globale	33	94	9	75	15	88,2	32	100	7	87,5	8	72,7	587	95,3

Tab. IX-57 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

On retrouve les mêmes observations que dans les couches précédentes, avec des os longs d'Herbivores où la diaphyse n'est jamais complète alors que les fragments de diaphyses tibiales et fémorales de Renard montrent des circonférences entières (tab.III-58). Afin de permettre une meilleure quantification, les restes de Renne et de Cerf ont été associés sous le terme de Cervidés dans ce tableau. Nous avons vérifié au préalable si le modèle de complétude était comparable entre ces deux espèces. Les Cervidés présentent un grand nombre de fragments de diaphyse où la circonférence représente moins d'1/4 de celle initiale.

		Cervidés		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>L. timidus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	29	27,4	1	14,3							118	37,7
	< 1/2	75	70,8	6	85,7	10	90,9			1	100	181	57,8
	> 1/2	2	1,9			1	9,1					9	2,9
	Complète							2	100			5	1,6
Extrémité	Baguette	1	25									7	26,9
	< 1/2	3	75					1	33,3			8	30,8
	> 1/2					1	100,0					2	7,7
	Complète							2	66,7	2	100	9	34,6

Tab. IX-58 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.

Une très légère augmentation de la fragmentation sur os frais est visible par rapport aux autres couches de la séquence (tab.IX-59).

		Cervidés		<i>B. priscus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	20	25	3	27	49	22
	Escalier	1	1,3			6	2,7
Total cassure sur os sec		21	30,9	3	27,3	55	31,6
Cassure sur os frais	Oblique	29	36,3	5	45,5	72	32,3
	V-Shaped					2	0,9
	Spirale	18	22,5	3	27,3	45	20,2
Total cassure sur os frais		47	69,1	8	72,7	119	68,4
Os sec ou frais	Longitudinale	12	15			49	22

Tab. IX-59 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation

Les fragments sont de petites dimensions, les restes de plus de 10cm sont extrêmement rares (fig.IX-51). La catégorie des moins d'1 cm sont fortement sous représentés.

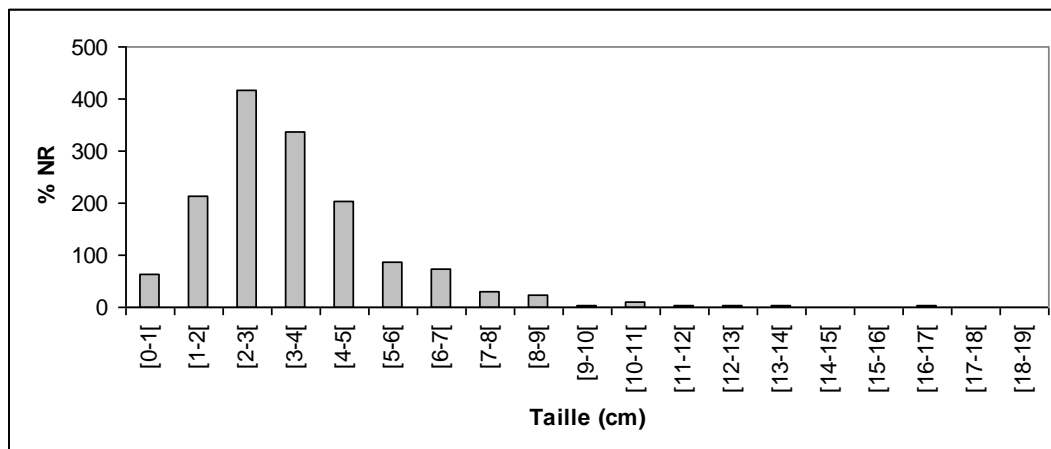


Fig. IX-51 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Répartition des tailles des fragments.

### VII.2.2. Les altérations abiotiques

La dissolution et la concrétion sont deux altérations absentes de la couche (fig.IX-52). La principale différence par rapport à la couche précédente réside au niveau de l'action sédimentaire qui est encore plus faible (< 5%).

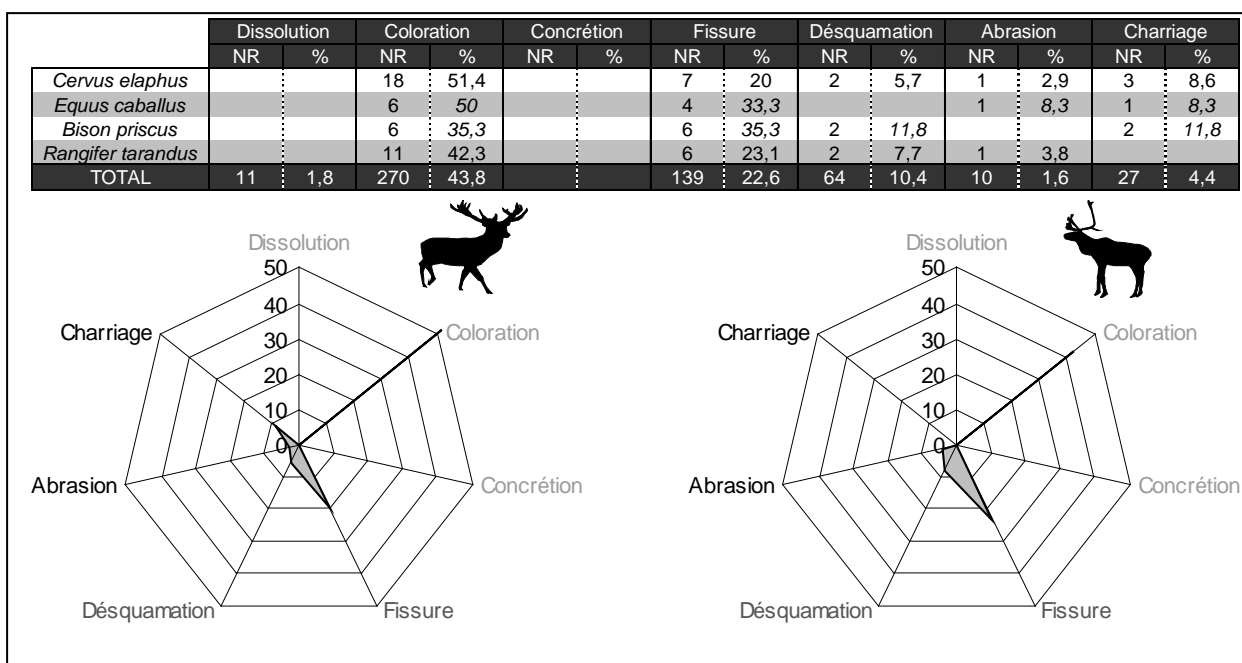


Fig. IX-52 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment.



VII.2.2.1. Action de l'eau

L'action de l'eau est uniquement signalée par la présence de dépôt noir sur les vestiges. Cette coloration peut être couvrante quelle que soit l'espèce (22% des pièces affectées)(annexe 26).

VII.2.2.2. Action du climat

Toutes les espèces montrent un impact du climat à peu près équivalent. Les taxons de grande taille (Cheval et Bison) sont plus affectés (tab.IX-60).

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	31	88,6	4	11,4		
<i>Equus caballus</i>	10	83,3	2	16,7		
<i>Bison priscus</i>	12	70,6	5	29,4		
<i>Rangifer tarandus</i>	21	80,8	5	19,2		
<b>TOTAL</b>	<b>471</b>	<b>76,7</b>	<b>141</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>

Tab. IX-60 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeier, 1978).

VII.2.2.3. Action du sédiment

Son rôle est relativement faible. Les espèces de plus grande taille semblent être également les plus touchées. Aucune trace de piétinement, il s'agit principalement de charriage à sec.

La lisibilité des pièces est fonction de l'état d'avancement du *weathering* et par conséquent dépendante de la taille des espèces (fig.IX-53).

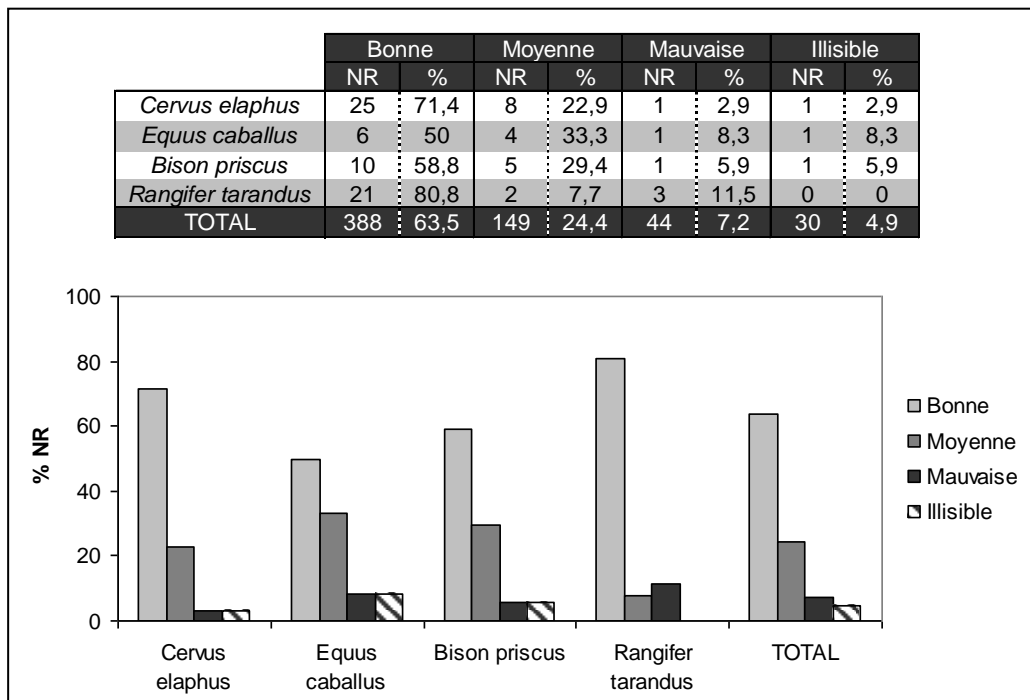


Fig. IX-53 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### VII.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

Ni les végétaux, ni les rongeurs n'ont laissé de trace.

## VII.3. Activité des Carnivores

### VII.3.1. Impact des Carnivores

Les espèces d'ongulés peu représentées (NR < 5) ne montrent pas de traces de carnivores. Les Cervidés sont les plus touchés (tab.IX-61). Dans cette couche, un seul reste de Cheval a été consommé, il s'agit d'une diaphyse de fémur. Si l'on considère les classes de taille, les trois catégories (petit, moyen et grand ongulés) sont consommées dans des proportions similaires (tab.IX-62). Concernant les traces, nous constatons l'extrême rareté des *scores* sur les diaphyses alors que les bords mâchonnés sont plus fréquents. Les Canidés sont potentiellement les plus aptes à produire les types de traces observées.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated edge		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	2	12,5	2	12,5									1	6,3		
<i>Capreolus capreolus</i>	2	40	1	20					1	20						
<i>Cervus elaphus</i>	5	13,5	5	13,5									1	2,7	1	2,7
<i>Equus caballus</i>	1	9,1	1	9,1												
<i>Rangifer tarandus</i>	5	15,6	5	15,6			1	3,1			1	3,1	1	3,1		
<i>Ochotona pusillus</i>	1	14,3	1	14,3	1	14,3	1	14,3			1	14,3				
<i>Lepus timidus</i>	1	9,1			1	9,1										
<i>Canis lupus</i>	2	50	2	50									1	50		
<i>Vulpes vulpes</i>	2	25	2	25												
<i>Ursus sp.</i>	2	28,6	2	28,5			2	28,5					1	14,3		
TOTAL	80	12,8	69	11	14	2,2	19	3	2	0,3	4	0,6	18	2,9	9	1,4

**Tab. IX-61** (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)

### VII.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

Tous sont morts naturellement. Hormis l'Ours qui a utilisé la grotte pour s'abriter durant l'hibernation, les autres Carnivores ne l'ont pas utilisée comme tanière de longue durée car seuls un ou deux individus toujours adultes, sont présents.

### VII.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche

L'impact des Carnivores sur l'assemblage n'est pas négligeable, il concerne 13% des restes. Néanmoins ce taux suppose un accès secondaire aux carcasses.

De même, le ratio Herbivores/Carnivores qui indique que les Carnivores représentent 28% des individus si l'on tient compte de toutes les espèces mais plus que 18% si l'on ne prend pas en considération l'Ours et les Mustélicés, penche en faveur d'un accès ultérieur aux animaux. Cette fois encore, les pourcentages restent élevés et ne permettent pas de conclure clairement.

Concernant les os portant des traces de morsures, chez les petits et grands ongulés, les os des membres sont faiblement consommés tandis que chez les moyens ongulés tous les éléments

squelettiques sont touchés (tab.IX-62). Sur les os long les traces se rencontrent plus sur le radio-ulnaire comme au niveau de la couche XIX. D'après M. Mondini (1995), il s'agit des os les plus touchés lors d'une consommation secondaire par les Canidés, S. Stalibrass (1984) et J.-C. Castel (1999b) ayant observé que le radio-ulnaire restait presque intact lors d'un accès primaire à la carcasse. Concernant la localisation des traces sur les éléments, elles se situent au niveau des éléments spongieux principalement (tab.IX-63).

Les traces de carnivores présentes sur les restes de Lagomorphes se localisent sur les os longs riches en viande comme celles visibles sur le fémur d'un jeune individu et l'humérus d'un adulte. Leurs petites dimensions laissent penser que le Renard en est probablement à l'origine de ces traces de même que de l'introduction des Lagomorphes dans la grotte.

		Petit ongulé		Moyen ongulé		Grand Ongulé	
		NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne	1	100				
	Mandibule			1	100		
Ceinture	Scapula			2	33,3		
	Coxal	1	33	2	20	1	25
Axial	Vertèbre	1	50	6	66,7		
	Côte			4	11,1	8	24,2
Os Long	Humérus	1	20	2	22,2		
	Radius			2	33,3	1	50
	Métacarpe	1	50	2	14,3		
	Fémur			1	5,9	1	14
	Tibia			1	6,7		
	Métatarse			2	14		
	Ulna			1	50		
	Métapode Indéterminé			3	3,7	2	3,4
Basipode	Os Court			1	20		
	Calcaneum						
	Talus						
Autopode	Phalange			1	50		
TOTAL		5	11,6	32	12,5	16	10,1

Tab. IX-62 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	1	100					1	25		
<i>Capreolus capreolus</i>									2	66,7
<i>Cervus elaphus</i>			5	15,6						
<i>Equus caballus</i>			1	10						
<i>Rangifer tarandus</i>			3	12			2	25		
<i>Ochotona pusillus</i>	1	25								
<i>Lepus timidus</i>	1	20								
<i>Canis lupus</i>	1	50					1	50		
<i>Vulpes vulpes</i>			1	20			1	50		
<i>Ursus sp.</i>			1	100			1	50		
TOTAL	7	13,5	33	10	3	17,6	13	26,5	30	17,1

Tab. IX-63 : (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

En conclusion, tous ces critères sont en faveur d'un accès secondaire aux carcasses d'ongulés. Il ne peut toutefois pas être exclu que certains individus aient pu être amenés par les Carnivores. Les Lagomorphes, quant à eux, ont été introduits sur le site par les Canidés.

## VII.4. Activité anthropique (annexe 66)

Le spectre faunique d'espèces exploitées est varié. Le Cerf et en proportion le Bison sont plus affectés par les modifications que les autres (tab.IX-64). Le Chamois et le Bouquetin ne montrent aucune trace, ni humaine ni carnivore. Le Renne et le Chevreuil semblent plus touchés par l'action des Carnivores que par celle des Hommes. La proportion des restes portant des traces anthropiques, en fonction de la classe de taille des espèces auxquelles ils appartiennent, s'est inversée par rapport à la couche précédente. Ainsi ce sont les espèces moyennes qui sont majoritairement modifiées avec 15,6% de restes contre 9,5% pour les grands ongulés. Aucun reste ne présente des trace d'éviscération.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
<i>Cervus elaphus</i>	13	35,1	5	13,5	7	18,9	4	10,8	1	2,7
<i>Bison priscus</i>	5	31,3			4	25	2	12,5		
<i>Rangifer tarandus</i>	3	9,4			2	6,3	1	3,1		
<i>Equus caballus</i>	2	18,2			2	18,2				
<i>Capreolus capreolus</i>	1	20	1	20	1	20				
TOTAL	64	11,6	12	2,2	48	8,7	14	2,5	2	0,4

Tab. IX-64 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Nombre et pourcentage de pièces avec des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

### VII.4.1. Le Cerf (annexe 66)

Les métapodes et les os des membres postérieurs sont les éléments les plus touchés : 3 fragments de métacarpes, 2 de métatarses, 2 de métapodes indéterminés, 3 de fémurs et 2 de tibias.

✓ Dépouillement

Cette pratique est illustrée par des stries de découpes sur un fragment de métapode.

✓ Désarticulation

Une strie sur un scaphoïde illustre la désarticulation **radius-carpe-métacarpe**.

✓ Décharnement

Deux fragments de fémur (dont un de jeune individu) et deux de tibia portent un grand nombre de stries en lien avec le prélèvement de la viande. Le fémur, élément fortement carné, indique un accès primaire à la carcasse. Concernant le tibia, les stries se localisent sur la diaphyse proximale.

Trois fragments de fémur de moyen Cervidés ainsi que deux fragments de coxaux présentent des traces de décharnement. Cet os est lui aussi très riche en viande. L'intérêt des Préhistoriques pour la viande est donc largement documenté.

✓ Fracturation

Un fémur, un tibia et deux métapodes ont été fracturés en vue de récupérer la moelle. Le fragment de tibia présente un contre impact sur sa face opposée. Un raclage quasi systématique des métapodes est observé : 6 fragments dont 2 de moyen Cervidés indéterminés spécifiquement montrent un raclage sur les bords, le long des gouttières antérieures. C'est à cet endroit qu'est localisé l'un des impacts. De plus, les cassures sur os frais (type spirale) sont bien observées indiquant que la récupération de la moelle est fortement pratiquée.

✓ Transport des carcasses

Le membre postérieur est extrêmement bien représenté ainsi que les métapodes. La scapula et le coxal sont également fortement observés parmi les restes de Cervidés de taille moyenne. Par conséquent, on constate un apport principalement d'éléments fortement charnus et des métapodes. Le crâne et les bas de patte sont quasiment absents de l'assemblage et ont certainement été laissés sur le site d'abattage.

#### VII.4.2. Le Cheval (annexe 66)

L'exploitation du Cheval est illustrée sur un humérus et un fémur. Les traces se rapportent au prélèvement de la viande de ces éléments très charnus. Le Cheval n'est représenté que par quelques restes principalement des os longs suggérant que cet animal a pu être acquis par charognage primaire.

#### VII.4.3. Le Bison (annexe 66)

Les os modifiés par les préhistoriques appartiennent à diverses portions du squelette : la partie céphalique avec une mandibule, les os longs charnus (humérus) et non charnus (métacarpe), les os courts avec une malléole.

✓ Dépouillement

Un fragment de branche horizontale de mandibule présente des stries de découpes susceptibles de résulter de l'enlèvement de la peau. Cependant en l'absence de localisation précise de ce fragment sur l'élément, il est difficile de savoir exactement quelle action a produit ces traces. Elles peuvent également provenir de la récupération de la langue.

✓ Désarticulation

La malléole montre 4 stries qui ont été rattachées à la désarticulation **tibia-tarse-métatarse**. Par ailleurs deux côtes d'ongulés de grande taille montrent des traces de désarticulation **Côte-Vertèbre**.

✓ Décharnement

Comme il a été évoqué quelques lignes plus haut, la langue a pu être prélevée. La grande quantité de viande de l'humérus a également été exploitée.

✓ Fracturation

La mandibule (n=1) et l'humérus (n=2) sont les deux éléments ayant livrés des traces de percussion. Le volume de ces éléments permet de récupérer une grande quantité de moelle. L'un des fragments d'humérus possède un contre-impact sur sa face opposée. Tous deux sont situés au milieu de la diaphyse. Un métacarpe de grand ongulé a également été fracturé.

Aucune trace de raclage n'est observée.

#### VII.4.4. Le Renne (annexe 66)

Les trois restes de Renne ayant subis des modifications anthropiques sont un métacarpe, un tibia et un fragment de diaphyse d'os long indéterminé.

✓ Décharnement

De très nombreuses stries de boucherie sont visibles sur la diaphyse proximale de tibia. La partie proximale étant la zone la plus riche en matière carnée.

✓ Fracturation

Un impact est présent sur la diaphyse médiane d'un métacarpe. Nous avons vu précédemment que cet os est très souvent fracturé.

La diaphyse proximale de tibia a été raclée or c'est dans cette zone que se situe généralement les points d'impacts.

#### VII.4.5. Le Chevreuil (annexe 66)

Seul un métatarse indique une interaction Homme/animal. Il semblerait que les Préhistoriques aient simplement exploité cet élément afin de récupérer la moelle contenue dans la cavité médullaire.

#### VII.4.6. Les os brûlés

Les os brûlés sont extrêmement rares (n=12 ; soit 0,8 %). L'intensité de combustion est faible car les restes sont très majoritairement carbonisés et jamais calcinés (tab.IX-65). Tous sont de nature compacte.

Couleur	Histologie			Total
	Spongieux	C + S	Compact	
Marron			2	2
Noir			10	10
Total			12	12

Tab. IX-65 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Histologie et couleur dominante des os brûlés.

#### VI.5.7. Les os à impressions (annexe 60)

Comme dans les couches XX et XIX, les deux retouchoirs proviennent des restes osseux des espèces principales (tab.IX-66). Ainsi les supports sont des os longs de Cervidés de taille moyenne.

Un métapode de Cerf et un fémur de moyen Cervidé (*cf. Renne*) ont été utilisés, seule une plage est observée. Le profil des pièces est convexe. Contrairement à la couche précédente, l'intensité n'est jamais forte.

	N	N plage		Profil		Localisation			Intensité			
		1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu	Raclage	Strie	Faible	Moyenne	Forte
Cerf	1	1		1		1			1		1	
<i>cf. Renne</i>	1	1		1		1		1		1		
TOTAL	2	2		2		2		1	1	1	1	

Tab. IX-66 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Description des retouchoirs

La couche XVI représente une occupation humaine de courte durée pendant l'automne avec une exploitation de la viande et de la moelle de Cerf et de Bison. Comme pour les autres couches, les restes osseux de Chevaux montrent l'intérêt des Préhistoriques pour sa viande. Le Renne et le Chevreuil ont également été exploités mais de manière plus marginale.

## VIII. Couche XV

La couche XV ressemble à la couche XVI dans le sens où elle présente un grand nombre d'espèces et que le NMIC ne dépasse jamais 4 individus (tab.IX-67). Les Herbivores dominent très largement le spectre de faune. Le Cerf est prépondérant avec 50 restes et 4 individus. Trois nouvelles espèces s'ajoutent au spectre faunique pré-existant : le Bouquetin, le Chamois ainsi que le Lièvre.

Espèce	NRD	% NRD	NMif	NMIC
<i>Cervus elaphus</i>	50	35,5	2	4
<i>Equus caballus</i>	19	13,5	2	3
<i>Rangifer tarandus</i>	19	13,5	2	3
<i>Bison priscus</i>	17	12,1	2	2
<i>Capreolus capreolus</i>	4	2,8	2	2
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	1,4	1	1
<i>Capra ibex</i>	1	0,7	1	1
<i>Ursus sp.</i>	15	10,6	2	3
<i>Canis lupus</i>	3	2,1	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	3	2,1	1	1
<i>Mustelidae</i>	1	0,7	1	1
<i>Lepus timidus</i>	7	5	2	2
TOTAL NRD	141			
NRDa très petit mammifère	9			
NRDa petit mammifère	36			
NRDa Moyen mammifère	82			
NRDa Grand mammifère	43			
NRDa	113			
TOTAL NRDa	283			
Très petit mammifère indét.	6			
Petit mammifère indét.	62			
Moyen mammifère indét.	204			
Grand mammifère indét	88			
Indéterminés	829			
TOTAL	1613			

Tab. IX-67 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Composition de l'assemblage.

La figure IX-54 souligne le déficit en os spongieux et en matériel dentaire. Plus des  $\frac{3}{4}$  des restes sont de natures compactes.

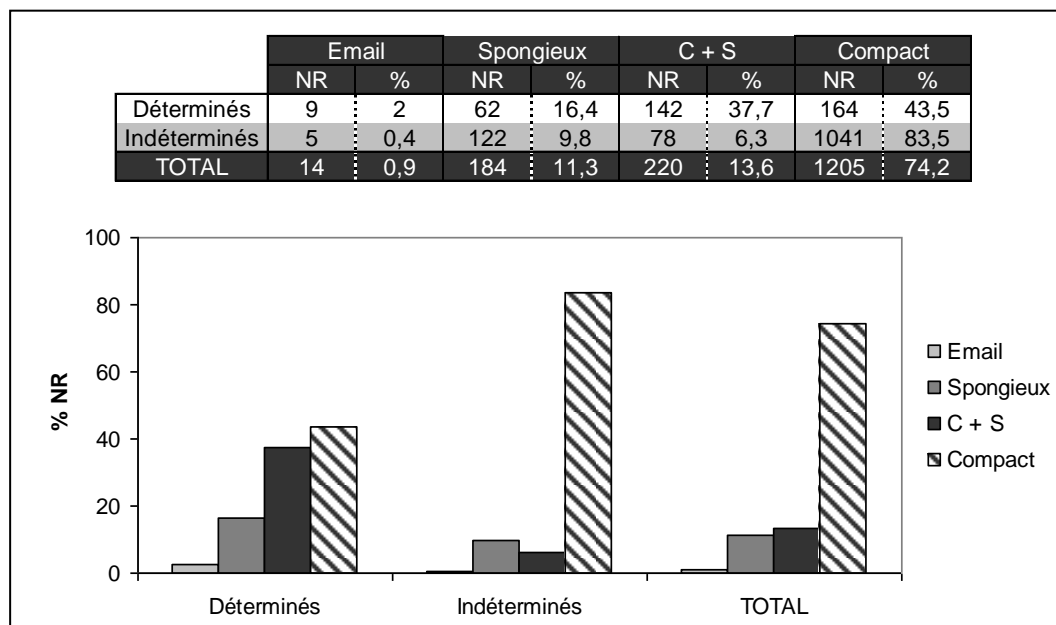


Fig. IX-54 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Histologie des fragments.

L'annexe 65 montre les différences entre l'étude avec et sans la prise en compte des fragments

## VIII.1. Caractérisation des espèces

### VIII.1.1. Le Cerf

Les éléments squelettiques se rapportant au Cerf sont essentiellement des os longs (tab.IX-56). La partie céphalique ne se compose que de fragments de mandibules (n=5) dont 2 montrent des dents jugales présentes dans leur alvéole. L'absence du squelette axial est expliquée par la difficulté à le déterminer au niveau de l'espèce. Les vertèbres et les côtes sont relativement nombreuses dans la catégorie des restes appartenant à des mammifères de taille moyenne. En revanche, les ceintures, les os courts et les phalanges ne sont ni observés au niveau de l'espèce ni à l'échelle de la classe de taille.

Au total, 4 individus sont présents dans l'assemblage : deux jeunes et deux adultes. Un fémur dont l'extrémité proximale n'est pas épiphysée suggère un âge de moins de 4 ans pour un des jeunes, un autre dont la texture est moins dense signale un individu bien moins âgé.

### VIII.1.2. Le Cheval

Les dents jugales sont les seuls restes céphaliques. Les os longs sont tous observés y compris les métapodes.

Trois restes de fœtus appartenant certainement à un seul et même individu ont été trouvés ; un seul a permis de prendre la mesure de la longueur de la diaphyse : un métatarsien de 33 mm soit 4,7 mois (mort à l'automne).



Quatre restes dont une dent appartiennent à un jeune individu de moins de 18 mois (radius dont l'extrémité proximale n'est pas épiphysée).

La hauteur de couronne d'une P4/ et M/3 permet d'estimer l'âge de l'individu adulte entre 3 et 6 ans. La présence d'un fœtus signifie qu'il s'agit d'une femelle.

### VIII.1.3. Le Renne

A l'exception des phalanges, toutes les sub-divisions sont représentées par quelques restes. Les fragments de tibia indiquent la présence d'au moins 3 individus dont au moins 2 sont des adultes. Sur la base du degré d'usure de deux P/2, l'âge des adultes est estimé à moins de 4 ans ½ pour l'un et entre 5 et 10 ans pour l'autre.

### VIII.1.4. Le Bison

Les restes de Bison sont principalement des os longs, un coxal est également présent. La patte arrière est largement mieux documentée et permet d'estimer la présence d'au moins deux individus.

### VIII.1.5. Les autres espèces.

#### ✓ Herbivores

Très peu de restes appartiennent au Chamois et au Bouquetin : respectivement une M1 inférieure et un coxal. Le Chevreuil n'est représenté que par des os longs (tab.IX-56). Les Caprinés sont représentés par un seul individu alors que pour le Chevreuil le NMIC est de 2.

#### ✓ Carnivores

Trois restes appartiennent au Loup : une canine, un pisiforme et un fémur. Le Renard roux et Mustélidés ne sont observés que par des os longs. Comme dans les autres couches, les os attribués à l'Ours concerne diverses parties du squelette telles que le crâne, l'axial, les os longs et courts, cependant il s'agit à chaque fois d'un faible nombre de restes. Deux jeunes individus sont présents, ils sont documentés par un humérus et deux canines de petites tailles. Un individu adulte est également observé.

#### ✓ Lagomorphe

Les éléments déterminés pour le Lièvre sont la scapula, les métacarpes et les vertèbres. Deux individus adultes sont décomptés.

## VIII.2. Etude taphonomique

### VIII.2.1. La fragmentation

Aucune distinction n'est notable entre la fragmentation des Herbivores et celle des Carnivores (tab.IX-68). C'est la première couche où un os long entier de Cheval ne se rapporte pas à un jeune

individu ou à un fœtus. Il s'agit d'un métacarpe. Il est d'ailleurs intéressant de noter que c'est l'une des seules couches où les métapodes d'Equidés sont bien présents.

	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	41	100	9	81,8	16	100	11	100	6	100	371	98,7
Fragmentation globale	49	98	11	78,6	17	100	13	86,7	10	90,9	616	97,8

Tab. IX-68 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

L'Ours, comme dans les autres couches, montre des fragments de diaphyse sous forme de cylindre (tab.IX-69). La présence de fragments de diaphyse ayant conservés plus de la moitié de leur circonférence est observée chez les Cervidés. Les trois restes d'Equidés ayant une circonférence complète appartiennent à des fœtus.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>U. spelaeus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	6	16,7	2	25,0	4	26,7					130	37,7
	< 1/2	24	66,7	3	37,5	11	73,3	9	81,8			184	53,3
	> 1/2	5	13,9					2	18,2			19	5,5
	Complète	1	2,8	3	37,5					3	100	12	3,5
Extrémité	Baguette	1	33,3									3	15
	< 1/2	2	67									9	45
	> 1/2								1	33,3		1	5
	Complète								2	66,7		7	35

Tab. IX-69 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.

Une fois de plus, les 2/3 des cassures sont réalisées lorsque l'os est frais. Néanmoins les cassures de type spirale sont plus rares (< 10%) (tab.IX-70).

		<i>C. elaphus</i>		<i>B. priscus</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	4	17,4	2	33,3	23	16,7
	Escalier	1	4,3			7	5,1
Total cassure sur os sec		5	33,3	2	40	30	32,3
Cassure sur os frais	Oblique	9	39,1	3	50	53	38,4
	V-Shaped					1	0,7
	Spirale	1	4,3			9	6,5
Total cassure sur os frais		10	66,7	3	60	63	67,7
Os sec ou frais	Longitudinale	8	34,8	1	16,7	45	32,6

Tab. IX-70 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.

La figure IX-55 montre la répartition des fragments en fonction de leur taille. Si les fragments de moins de 3 cm dominent, ceux inférieurs à 1 cm sont absents, reflétant un biais de collecte. Les fragments de plus de 10 cm sont extrêmement rares.

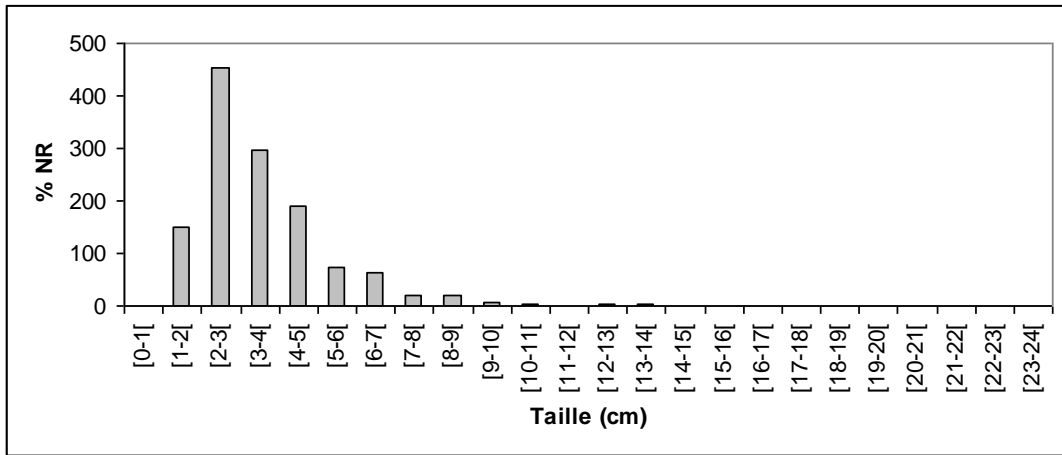


Fig. IX-55 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Répartition des tailles des fragments.

### VIII.2.2. Les altérations abiotiques (annexe 26)

La figure IX-56 résume les différentes altérations abiotiques subies par le matériel osseux. La principale modification est la présence d'un dépôt noir sur la surface corticale.

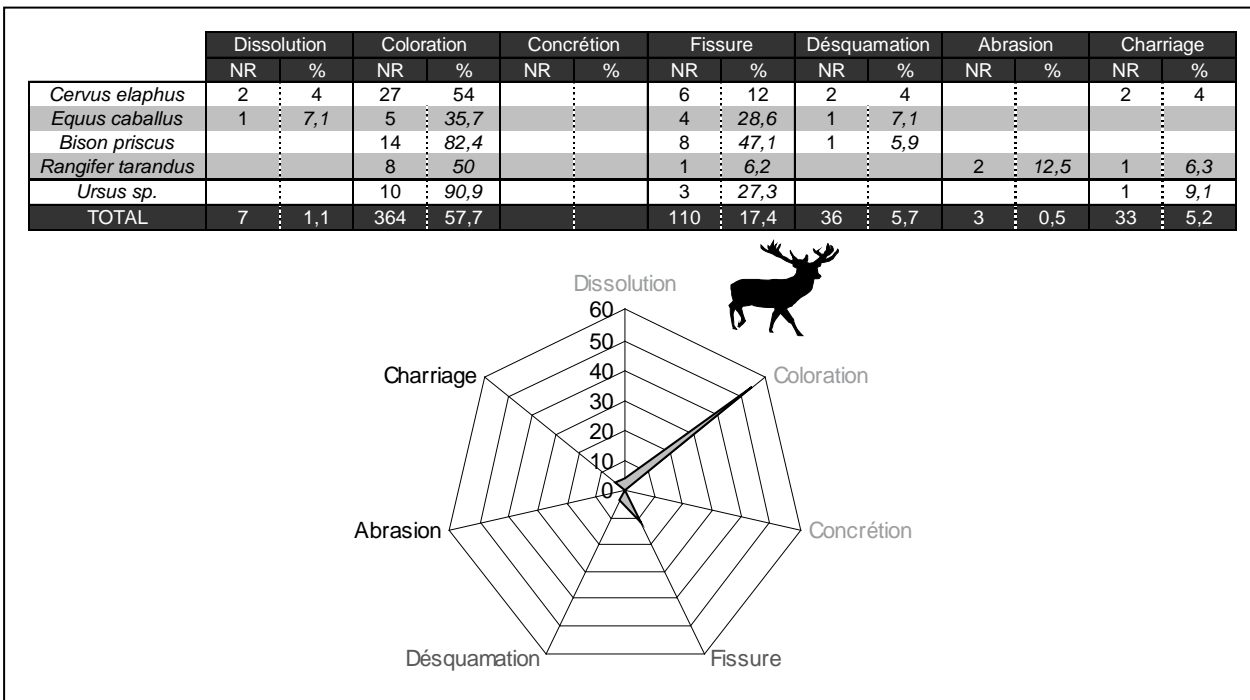


Fig. IX-56 (La Baume de Gigny ; couche XV) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment

### VIII.2.2.1. Action de l'eau

La présence de dissolution est extrêmement rare (fig.IX-54). Un dépôt noir est observé sur plus de la moitié des restes avec une intensité moyenne. Sur un quart de ces pièces le dépôt est bien développé parfois sur toute la pièce.

### VIII.2.2.2. Action du climat

Chez les Herbivores, les fissures et la desquamation sont présentes et sont proportionnelles à la taille de l'animal. Le Bison présente un grand nombre de restes avec des fissures. Cependant elles sont fines et n'affectent pas l'os en profondeur (tab.IX-71).

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	44	88	6	12		
<i>Equus caballus</i>	4	28,6	10	71,4		
<i>Bison priscus</i>	15	88,2	2	11,8		
<i>Rangifer tarandus</i>	14	87,5	2	12,5		
<i>Ursus sp.</i>	10	90,9	1	9,1		
TOTAL	500	79,4	130	20,6		

Tab. IX-71 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Répartition des restes en fonction des stades de weathering (selon Behrensmeyer, 1978).

### VIII.2.2.3. Action du sédiment

Les pièces abrasées sont très rares, seulement 2 restes de Renne. Le charriage est, lui aussi peu fréquent, cette fois encore il ne concerne que les Cervidés.

Seules les surfaces corticales des restes de Chevaux sont difficilement observables (fig.IX-57).

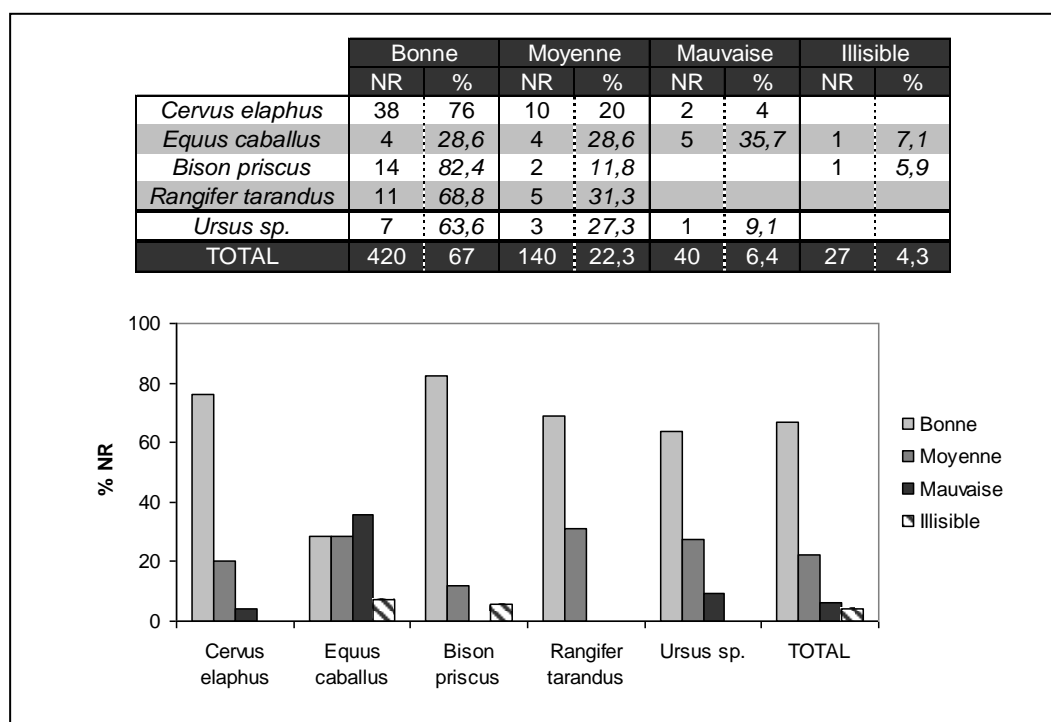


Fig. IX-57 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### VIII.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

Les traces de végétaux sont visibles sur 9 pièces de l'assemblage osseux (1,4%).

## VIII.3. Activité des Carnivores

### VIII.3.1. Impact des Carnivores

Aucun choix spécifique particulier n'est observé bien que certaines espèces soient plus impactées (Cheval et Renne) que d'autres (Cerf) (tab.IX-72). Les moyens ongulés sont légèrement moins consommés que les petits et les grands (tab.IX-65). Les effectifs sont cependant trop faibles pour aborder plus précisément ces différences. L'intensité parfois forte des altérations et la taille des traces laissent suggérer que le Loup a pris une part active à la modification de l'assemblage.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated edge		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	3	18,8	3	18,8	2	12,5	1	6,3			1	6,3	1	6,3		
<i>Capra ibex</i>	1	100	1	100									1	100		
<i>Cervus elaphus</i>	3	6	2	4	1	2										
<i>Equus caballus</i>	3	23,1	3	23,1	2	15,4										
<i>Rangifer tarandus</i>	4	25	4	25			1	25					1	25		
<i>Lepus timidus</i>	2	28,6	2	28,6												
<i>Canis lupus</i>	2	33,3	2	33,3	2	33,3					1	14,3				
<i>Ursus sp.</i>	6	54,5	6	100	3	50	1	16,7					1	16,7		
TOTAL	90	14,9	86	14,2	13	2,2	15	2,5			2	0,3	12	2	2	0,3

Tab. IX-72 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)

### VII.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

Il n'y a pas de différences avec les autres couches. Les Ours pour lesquels deux jeunes et un adulte adultes sont observés sont morts pendant la période d'hivernation. Le Loup et le Renard avec seulement un individu sont morts naturellement sans pour autant avoir utilisé la grotte comme tanière.

### VII.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche

Afin d'augmenter les effectifs, seules les classes de taille sont considérées chez les Herbivores. Les pourcentages de traces sont comparables à ceux attendus dans une accumulation d'origine anthropique (Blumenschine, 1988).

Le ratio est de 15 individus d'Herbivores et 6 de Carnivores. Par conséquent, ces derniers comptent pour 28% des individus. En retirant du calcul, les espèces non accumulatrice, ce pourcentage n'est plus que de 12% et serait alors en accord avec un accès secondaire des Carnivores aux carcasses.

Concernant le Bouquetin, l'élément portant des traces de morsure est un coxal. C'est un os riche en viande et souvent consommé en premier après la mort de l'animal (Stalibrass, 1984 ; Campmas & Beauval, 2008). Cet élément a probablement été ramené dans la grotte par un Canidés. En revanche, rien ne prouve que ce dernier ait tué l'animal, le Bouquetin pouvait très bien être mort naturellement à proximité de la grotte.

Chez les petits ongulés, un coxal et un fémur sont concernés, cette fois encore il s'agit d'éléments squelettiques charnus suggérant une consommation primaire (tab.IX-73). Les profils squelettiques des restes modifiés par les Carnivores des moyens et grands ongulés ne permettent pas de conclure clairement sur le consommateur primaire. Trois restes appartenant à 3 espèces différentes (Cheval, Bison et moyen Cervidés) montrent des traces de Carnivores et des traces anthropiques associées sur la même pièce. Bien qu'il n'y ait pas de superposition, les stries correspondent au décharnement de l'humérus d'un Bison et au fémur d'un Cheval alors que les traces de Carnivores consistent en du mâchouillage d'extrémité spongieuse. Ce constat permet d'envisager que l'Homme Préhistorique a eu un accès primaire aux carcasses.

		Petit ongulé		Moyen ongulé		Grand Ongulé	
		NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne					3	42,9
	Mandibule			1	17		
Ceinture	Scapula						
	Coxal	1	50	3	60	2	66,7
Axial	Vertèbre	1	20	3	25	1	50
	Côte	1	5,3	7	17,1	2	6,5
Os Long	Humérus					1	25
	Radius						
	Métacarpe			1	9,1		
	Fémur	1	33	3	27,3		
	Tibia			1	4,5	2	20,0
	Métatarse			1	8		
	Ulna			1	33,3	1	50
	Métapode						
	Indéterminé	3	15	1	1	5	9,6
Basipode	Os Court			1	33,3		
	Calcaneum						
	Talus						
Autopode	Phalange						
TOTAL		7	13,2	25	9,8	17	13,3

Tab. IX-73 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.

Concernant les os longs, les traces de morsures se localisent préférentiellement au niveau des extrémités spongieuses (tab.IX-74). Pour les autres éléments les traces sont mieux observées sur les zones compactes et compactes + spongieuses.

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Bison priscus</i>	2	25	1	6,3						
<i>Capra ibex</i>									1	100
<i>Cervus elaphus</i>			1	2,6	1	20			1	50
<i>Equus caballus</i>			1	9,1					2	100
<i>Rangifer tarandus</i>			2	18,2			1	50	1	50
<i>Lepus timidus</i>									2	100
<i>Canis lupus</i>	1	100								
<i>Ursus sp.</i>	2	67	1	20			1	50	2	100
TOTAL	8	19	32	8,6	5	21,7	2	4,8	31	20,1

Tab. IX-74 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

Bien que les Carnivores ne soient pas les principaux agents accumulateurs de l'assemblage, ils y ont néanmoins contribué (Caprinés et Lagomorphe).

#### VIII.4. Activité anthropique (annexe 67)

Les espèces d'ongulés exploitées par les Hommes sont les mêmes que dans la couche précédente (couche XVI). La proportion des restes avec des traces liées à l'activité anthropique comparée à celles des restes avec des traces de carnivores est quasiment identique dans ces deux couches. En revanche, il n'y a pas de différence d'intensité d'exploitation entre moyens et grands ongulés. Cerf, Cheval et Boviné sont les plus exploitées. Comme dans la couche précédente le Renne, bien représentée en nombre de restes, a peu subi de modifications par les Préhistoriques par rapport aux dégradations produites pas les Carnivores. A l'opposé, le Chevreuil montre 2 restes sur les 3 déterminés (tab.IX-75) avec des traces humaines et aucunes de carnivore. Le Cheval (comme dans la couche XVII-XVIII) présente à la fois un fort impact anthropique et carnivore.

Tous les éléments squelettiques affectés appartiennent à des individus adultes.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	16	32	5	10	11	22	4	8	2	4
<i>Bison priscus</i>	5	31,3	3	18,8	4	25	2	12,5		
<i>Equus caballus</i>	4	30,8			4	30,8	3	23,1		
<i>Capreolus capreolus</i>	2	66,7			2	66,7	1	33,3		
<i>Rangifer tarandus</i>	3	18,8	1	6,3			1	6,3	1	6,3
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>11,9</b>	<b>14</b>	<b>2,4</b>	<b>46</b>	<b>7,9</b>	<b>24</b>	<b>4,1</b>	<b>5</b>	<b>0,9</b>

**Tab. IX-75** (La Baume de Gigny ; couche XV) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

Les moyens et les grands ongulés ont été éviscérés. En effet, deux côtes appartenant à des taxons de grande taille ainsi qu'une côte de taille moyenne portent des stries de découpes sur leur face ventrale indiquant cette pratique. Il est donc admis que les Préhistoriques ont accédé les premiers à la carcasse de l'animal. De même, la désarticulation est illustrée par une vertèbre cervicale de grand ongulé indéterminé.

##### VI.6.1. Le Cerf (annexe 67)

Les fragments de métapodes sont les plus fréquents (n=6). La mandibule et l'humérus sont représentés chacun par un seul fragment. La partie inférieure des membres (radius et tibia) semble plus affectée avec respectivement 3 et 2 restes.

##### ✓ Dépouillement

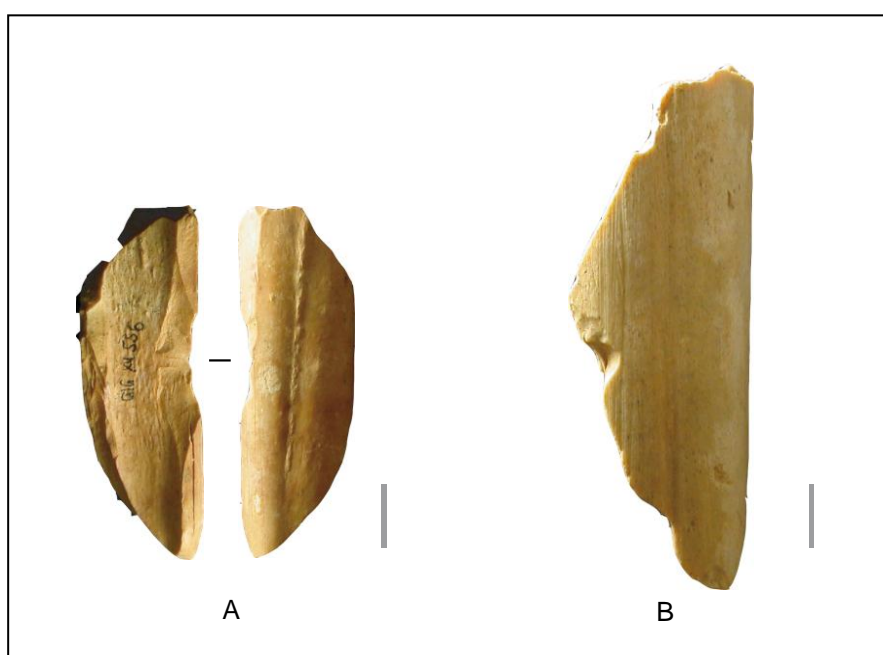
Un fragment de branche horizontale de mandibule montre 3 stries courtes et profondes ayant été réalisées lors du retrait de la peau.

✓ Décharnement

Le radius (n=3) et le tibia (n=2) sont les plus décharnés alors qu'il s'agit d'éléments peu charnus. Un reste d'humérus indique également des stries de découpe associées à la récupération de la viande ainsi qu'un second fragment d'humérus appartenant à un moyen Cervidé.

✓ Fracturation

Le raclage des métapodes est courant comme dans la couche XVI. Des indices de percussion sont visibles sur la diaphyse médiane de l'humérus (face latérale), sur un radius, un tibia (diaphyse proximale), un métatarse et un métacarpe. La moelle récupérée est de bonne qualité. Le tibia présente l'avantage d'avoir en plus une cavité médullaire relativement grande. Deux fragments montrent un raclage précédent la percussion (fig.IX-58).



**Fig. IX-58** (La Baume de Gigny ; couche XV) : Fracturation anthropique. **A** : vue intérieure et extérieure d'un tibia de Cerf ; **B** : métacarpe de Cerf raclé avec une zone d'impact recoupant celle de raclage

Les deux fragments de tibia de moyen ongulés ont été percutés à chaque fois sur la face postérieure. Un métacarpe est raclé puis fracturé.

✓ Transport des carcasses

Sont présents, la mandibule et les os longs ainsi que quelques fragments des éléments des ceintures non déterminés spécifiquement. Il semble alors évident qu'un tri sélectif a été opéré : le crâne et les bas de patte sont laissés sur le site d'abattage.



#### VIII.4.2. Le Bison (annexe 67)

La moitié des restes de tibia déterminés portent des traces anthropiques ainsi qu'un fragment de diaphyse d'os long.

✓ Décharnement

Trois fragments de tibia appartenant à au moins deux individus signalent que la viande a été prélevée.

✓ Fracturation

La récupération de la moelle est attestée sur le tibia. En effet, deux fragments de diaphyse présentent des points d'impact : l'un se situe sur la face postérieure de la diaphyse proximale et l'autre sur la face latérale de la diaphyse médiane. Ces percussions sont systématiquement reliées à du raclage. Une autre portion diaphysaire médiane est raclée, cependant aucune trace de percusion n'est visible.

✓ Transport des carcasses

Le profil squelettique indique la présence essentiellement de la patte arrière.

#### VIII.4.3. Le Cheval (annexe 67)

Les activités anthropiques concernent deux fragments d'humérus, un fémur et un tibia.

✓ Décharnement

Contrairement aux espèces précédentes, ce sont les os longs les plus riches en viande qui ont été exploités (deux fragments d'humérus et un fémur). La diaphyse proximale du tibia (zone la plus charnue de cet élément) est elle aussi porteuse de stries de boucherie.

✓ Fracturation

Les 3 éléments anatomiques avec des traces d'exploitation par les Préhistoriques ont été fracturés. Il s'agit d'un humérus et d'un fémur percutés au niveau de la diaphyse distale tandis que c'est la diaphyse proximale qui a été fracturée pour le tibia. Tous ces éléments possèdent une cavité médullaire avec un grand volume.

✓ Transport des carcasses

Tous les os longs sont observés y compris les métapodes, le coxal est également présents.

#### VIII.4.4. Le Chevreuil (annexe 67)

Le radius et le tibia ont été modifiés. Le même schéma que pour les deux autres artiodactyles est observé, c'est-à-dire que seul la partie inférieure des membres est décharnée (un radius et un tibia). Ces éléments sont relativement pauvres en viande. Les traces sont situées dans la partie proximale de l'élément. Le tibia a été fracturé au niveau de la diaphyse médiane.

#### VIII.4.5. Le Renne (annexe 67)

Seuls les métapodes sont affectés par la fracturation ou le raclage certainement en lien avec cette technique.

#### VIII.4.6. Les os à impressions (annexe 61)

Les supports proviennent de fragments de diaphyses d'os long appartenant aux espèces les plus fréquentes (tab.IX-76) : les moyens Cervidés. Deux retouchoirs sont doubles cependant l'intensité d'utilisation est faible. Tous les supports ont une morphologie convexe et les plages se situent aux extrémités. Des fragments de tibia, de fémur ou d'humérus servent indifféremment de support (annexe 61).

	N	N plage		Profil		Localisation		Raclage	Strie	Intensité		
		1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu			Faible	Moyenne	Forte
Cerf	2	2		2		2				1	1	
Renne	1		1	1		1				2		
moyen Cervidé	1	1		1		1					1	
grand Ongulé	1		1	1		1				2		
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>		<b>5</b>				<b>5</b>	<b>2</b>	

**Tab. IX-76** (La Baume de Gigny ; couche XV) : Description des retouchoirs.

Les activités carnivores et anthropiques sont sensiblement équivalentes à celles de la couche précédente. Les taxons exploités sont similaires. Le Cheval montre toutefois une exploitation plus marquée que celle de la couche XVI. Vu le faible nombre de restes et d'individus, cette couche s'apparente à une occupation humaine de courte durée du type halte de chasse.

## IX. Couche XII, XIII et XIV

### ✓ Couche XIV

La couche XIV a livré peu de matériel (n=99). Les Herbivores ne sont composés que de Cervidés (tab.IX-77). Le spectre de faune est extrêmement différent de celui proposé lors des précédentes études (annexe 68) (monographie, 1989). Le Chevreuil et le Loup font leur apparition dans le cortège faunique tandis que le Cheval et le Renard en sont absents. De plus, l'Ours était représenté par 18 restes mais seulement 3 ont été décomptés dans cette étude. Aucune couche ne présente de telles dissemblances entre les deux analyses. Une perte de matériel est certainement à l'origine de cet écart. En l'état, il est difficile de proposer un spectre faunique pour cette couche.

Espèce	NRD	% NRD	NMIf	NMlc
<i>Capreolus capreolus</i>	6	37,5	1	1
<i>Cervus elaphus</i>	4	25	1	1
<i>Ursus sp.</i>	3	18,8	1	1
<i>Canis lupus</i>	1	6,3	1	1
<i>Lepus timidus</i>	2	12,5	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>16</b>			
NRDa très petit mammifère	1			
NRDa petit mammifère	1			
NRDa Moyen mammifère	4			
NRDa Grand mammifère	3			
NRDa	6			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>15</b>			
Très petit mammifère indét.	2			
Petit mammifère indét.	12			
Moyen mammifère indét.	7			
Grand mammifère indét.	6			
Indéterminés	41			
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>			

Tab. IX-77 (La Baume de Gigny ; couche XIV) : Composition de l'assemblage.

## ✓ Couche XIII (annexe 68)

Comme la couche précédente, celle-ci ne contient que peu de restes identifiés au rang de l'espèce (tab.IX-78). Le Cerf et un lagomorphe ont pu être ajoutés au spectre de faune grâce à la prise en compte des fragments (annexe 41).

Espèce	NRD	% NRD	NMIf	NMlc
<i>Capreolus capreolus</i>	7	30,4	1	1
<i>Cervus elaphus</i>	6	26,1	1	1
<i>Bison priscus</i>	1	4,3	1	1
<i>Ursus sp.</i>	8	34,8	2	2
<i>Lagomorphe</i>	1	4,3	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>23</b>			
NRDa très petit mammifère				
NRDa petit mammifère	6			
NRDa Moyen mammifère	7			
NRDa Grand mammifère	4			
NRDa	12			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>29</b>			
Très petit mammifère indét.				
Petit mammifère indét.	10			
Moyen mammifère indét.	11			
Grand mammifère indét.	2			
Indéterminés	132			
<b>TOTAL</b>	<b>207</b>			

Tab. IX-78 (La Baume de Gigny ; couche XIII) : Composition de l'assemblage.

## ✓ Couche XII

Cette fine couche n'a livré que 21 restes déterminés anatomiquement et taxonomiquement et 34 autres se rapportent à un élément du squelette sur les 112 restes découverts. L'Ours est l'espèce la mieux représentée. En effet bien que seuls 12 restes aient été mis au jour, 3 individus sont présents

(tab.IX-79). Deux nouvelles espèces s'ajoutent au spectre de faune : le Chamois et le Castor (annexe 69).

Espèce	NRD	% NRD	NMif	NMlc
<i>Cervus elaphus</i>	5	23,8	1	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	9,5	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	1	4,8	1	1
<i>Ursus sp.</i>	12	57,1	1	3
<i>Castor fiber</i>	1	4,8	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>21</b>			
NRDa très petit mammifère				
NRDa petit mammifère	8			
NRDa Moyen mammifère	8			
NRDa Grand mammifère	8			
NRDa	10			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>34</b>			
Très petit mammifère indét.				
Petit mammifère indét.	1			
Moyen mammifère indét.	1			
Grand mammifère indét.	2			
Indéterminés	53			
<b>TOTAL</b>	<b>112</b>			

Tab. IX-79 (La Baume de Gigny ; couche XII) : Composition de l'assemblage.

Dans les 3 couches, l'os compact est largement dominant alors que le spongieux et le matériel dentaire sont rares (fig.IX-59).

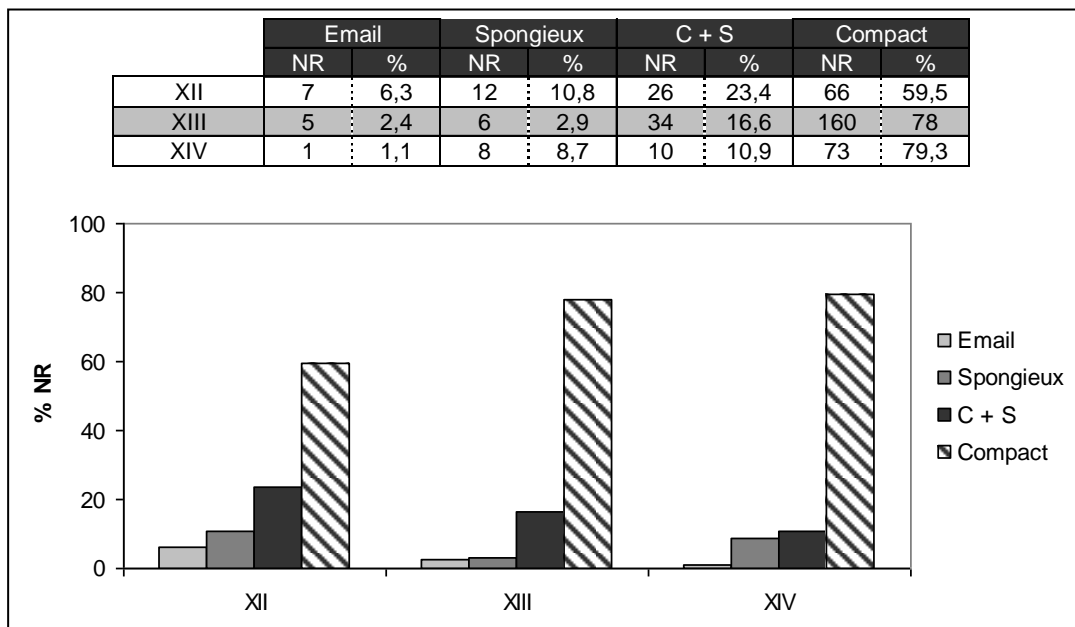


Fig. IX-59 (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII et XIV) : Histologie des fragments.

## IX.1. Caractérisation des espèces

### IX.1.1. Couche XIV

✓ Herbivores

Le Chevreuil est représenté essentiellement par des os longs (radius, tibia et métapode) ainsi qu'un reste crânien et le Cerf par des métapodes et une mandibule.

✓ Carnivores

Seuls trois restes d'Ours (un ulna, un métapode et une phalange 3) et une phalange 3 de Loup ont été mis au jour.

✓ Lagomorphes

Les Lagomorphes sont présents avec une scapula et une dent.

Chaque espèce ne présente qu'un seul individu. Il ne s'agit que d'adultes.

### IX.1.2. Couche XIII

✓ Herbivores

Le Chevreuil est documenté par des restes appartenant à différents os du squelette : métapode et tibia pour les os long, scapula pour les ceintures, calcaneum pour les os courts et une mandibule pour la partie céphalique. Le Cerf n'est illustré que par des os longs (Radius, Métatarse, Humérus et Fémur). Une scapula de Bison a également été mise au jour.

Le Chevreuil et le Bison ne présentent qu'un seul individu adulte alors que le Cerf atteste d'un jeune individu de moins de 4 ans et d'un adulte.

✓ Carnivores

La majorité des restes d'Ours sont des dents associées à un radius et une côte. Deux individus ont pu être identifiés : un jeune et un adulte.

✓ Lagomorphe

Le seul reste attribué au Lièvre est un fragment de fémur.

### IX.1.3. Couche XIV

✓ Herbivores

La présence du Cerf a été déterminée à partir de restes dentaires (M/2 et I/2) et d'os longs (Humérus, Radius et Tibia). Les restes de Chamois appartiennent aux extrémités du squelette : une première molaire supérieure ainsi qu'une troisième phalange.

✓ Carnivores

Une canine supérieure de Renard a été découverte. Tous les éléments du squelette sont visibles pour l'Ours : Dent, Mandibule, Scapula, Coxal, Pyramidal, Métapode, Humérus, Radius, Ulna et Tibia.

La couche XII ne se compose que d'individus adultes et d'un fœtus d'Ours.

## IX.2. Etude taphonomique

### IX.2.1. La fragmentation

Le nombre de restes contenus dans ces couches est trop faible pour permettre une étude détaillée de la fragmentation. Le tableau IX-80 indique une fragmentation plus faible dans la couche XII que dans les autres couches. Cette apparente fragmentation moindre est à mettre en relation avec la prépondérance de l'Ours dans cette couche qui présente souvent des éléments entiers.

	XII		XIII		XIV	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%
Os long fragmentés	20	83,3	31	100	22	95,7
Fragmentation globale	53	88,3	63	100	36	92,3

Tab. IX-80 (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

### IX.2.2. Les altérations abiotiques

Le tableau IX-81 s'intéresse aux altérations abiotiques des couches XII, XIII et XIV. Seule la dissolution n'est jamais observée. Un unique reste provenant de la couche XIII montre un concrétionnement.

	Dissolution		Coloration		Concrétion		Fissure		Desquamation		Abrasion		Chariage	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
XII			28	46,7			6	10	3	5	1	1,7	2	3,3
XIII			42	66,7	1	1,6	10	15,9	5	7,9	1	1,6	1	1,6
XIV			21	53,8			4	10,3	12	30,8			1	2,6

Tab. IX-81 (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.

#### IX.2.2.1. Action de l'eau

L'eau n'a pas fortement modifié les restes de ces couches. La principale modification consiste en un dépôt noir sur la pièce. Si plus de la moitié des pièces sont concernées l'intensité demeure faible. La couche XIII se distingue par une proportion de restes et une intensité plus élevées.

IX.2.2.2. Action du climat

La fissuration est peu fréquente. Il s'agit principalement de petites fissures fines n'incisant pas profondément la surface corticale. La couche XIV présente une desquamation très élevée. Néanmoins le tableau IX-82 concernant les stades de *weathering* souligne la bonne conservation du matériel.

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
XII	42	70	18	30		
XIII	52	82,5	9	14,3	2	3,2
XIV	26	66,7	13	33,3		

Tab. IX-82 (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeier, 1978).

IX.2.2.3. Action du sédiment

L'action du sédiment est observée dans toutes les couches. Toutefois son impact est faible. L'abrasion des bords et des parties saillantes n'est observée que sur une pièce dans les couches XII et XIII et est absente de la couche XIV. Les restes avec des stries de charriage sont rares.

La desquamation importante des restes de la couche XIV entraînent une mauvaise lisibilité des surfaces corticales. Vingt pourcent des surfaces sont totalement illisibles (fig.IX-60).

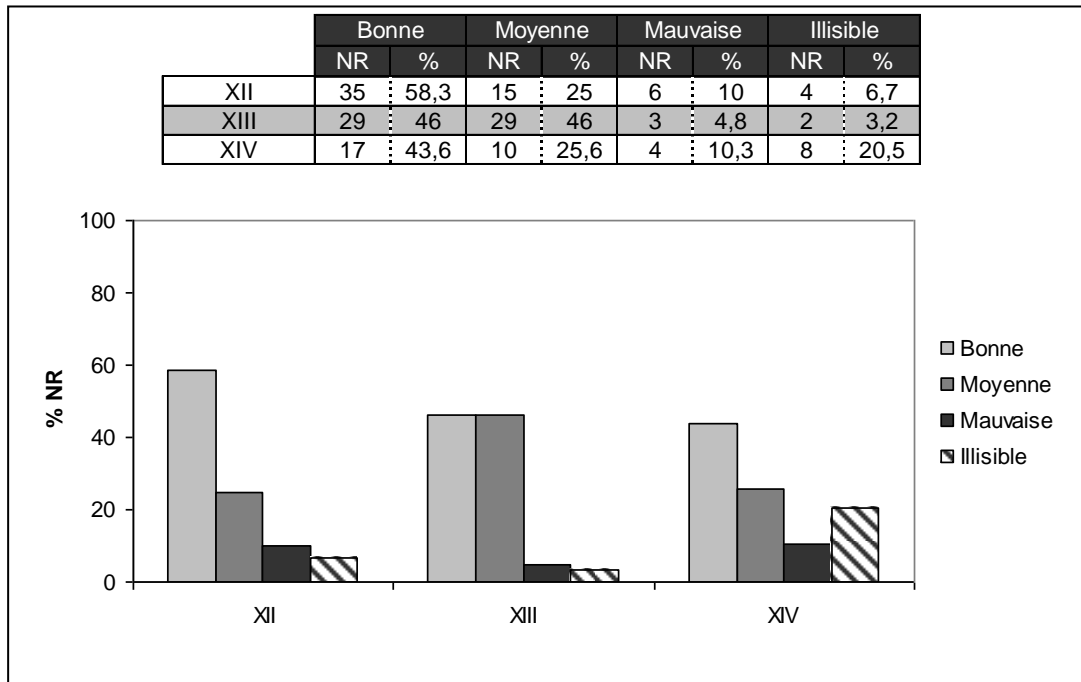


Fig. IX-60 (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

IX.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

La couche XIV et XIII montrent respectivement 1 et 3 restes avec de la vermiculation. Comme pour les autres couches le pourcentage de pièces touchées reste faible (< 5%).

### IX.3. Activité des Carnivores

La couche XIV est la plus impactée par les Carnivores (tab.IX-83). Une scapula de Lagomorphe, un métapode d'Ours, un tibia de Chevreuil portent des traces de morsures ainsi qu'un fragment de côte et 6 fragments de diaphyses d'os longs.

Les restes concernés dans la couche XIII sont un métapode de Chevreuil et un radius d'Ours. Ces deux éléments squelettiques sont pauvres en viande.

Dans la couche XII, une mandibule d'Ours et un tibia de petit ongulé ont été consommés, cette fois encore cela concerne des éléments squelettiques peu charnus.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
XII	6	10	4	6,7			1	1,7							1	1,7
XIII	8	12,7	8	12,7			4	6,3					1	1,6	1	1,6
XIV	10	25,6	9	23,1	2	5,1	2	5,1	1	2,6	2	5,1	5	12,8	1	2,6

**Tab. IX-83** (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)

### IX.4. Activité anthropique

La couche XIV ne contient qu'un seul reste avec des traces anthropiques, il s'agit d'une diaphyse de fémur avec des stries laissées lors de la récupération de la viande.

Deux restes avec traces humaines ont été mis au jour dans la couche XIII. Une scapula de Boviné signale la désarticulation **scapula-humérus**. Et une extrémité distale de fémur indique la désarticulation **fémur-tibia**.

La couche XII ne montre aucune activité anthropique.

## X. Couche VIII

La couche VIII renferme 1095 restes osseux de grands mammifères dont 281 ont pu être déterminé au moins au niveau de l'élément anatomique. Le Chevreuil est l'espèce dominante tant en nombre de restes qu'en nombre d'individus (tab.IX-84). L'annexe 69 indique que la prise en compte des fragments permet d'augmenter sensiblement le nombre de restes déterminés.

La répartition de la nature histologique des fragments est similaire à celle des autres couches, les parties spongieuses sont fortement sous-représentées (fig.IX-61).



Espèce	NRD	% NRD	NMlf	NMlc
<i>Capreolus capreolus</i>	57	35,6	3	5
<i>Cervus elaphus</i>	27	16,9	2	2
<i>Equus caballus</i>	26	16,3	1	1
<i>Rangifer tarandus</i>	11	6,9	1	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	0,6	1	1
<i>Ursus sp.</i>	16	10	1	2
<i>Vulpes vulpes</i>	3	1,3	1	1
Mustelidae	2	1,3	1	1
<i>Lepus timidus</i>	3	1,9	1	1
<i>Castor fiber</i>	14	8,8	2	3
<b>TOTAL NRD</b>	<b>160</b>			
NRDa très petit mammifère				
NRDa petit mammifère	18			
NRDa Moyen mammifère	28			
NRDa Grand mammifère	17			
NRDa	68			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>131</b>			
Très petit mammifère indét.	9			
Petit mammifère indét.	156			
Moyen mammifère indét.	107			
Grand mammifère indét	23			
Indéterminés	509			
<b>TOTAL</b>	<b>1095</b>			

Tab. IX-84 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Composition de l'assemblage

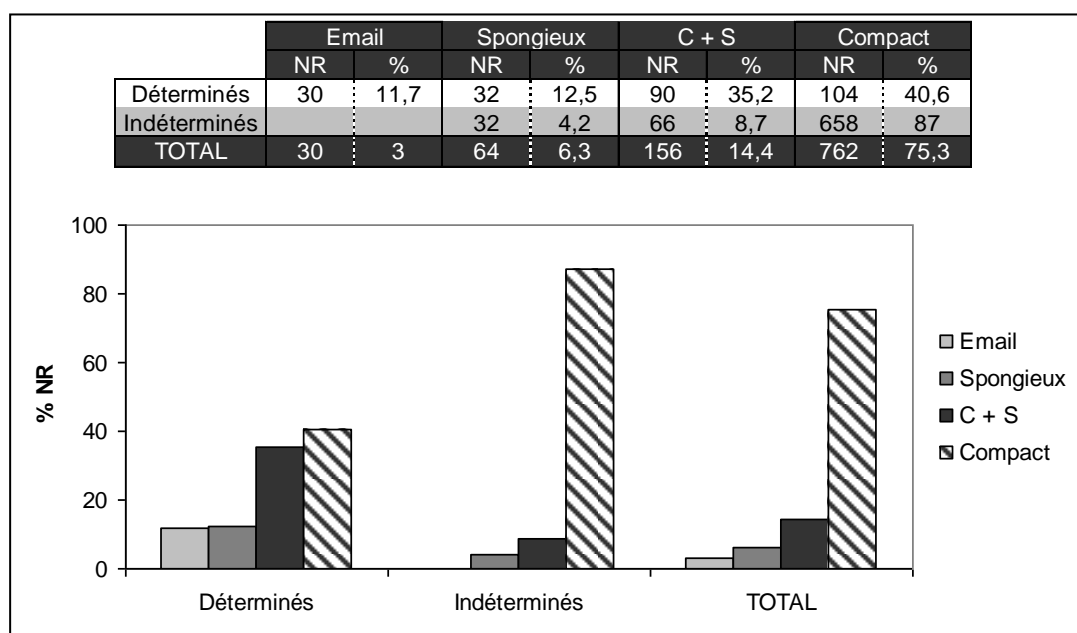


Fig. IX-61 (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII et XIV) : Histologie des fragments.

## X.1. Caractérisation des espèces

Le tableau IX-85 détaille le nombre de restes par éléments squelettiques de chaque espèce.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>C. capreolus</i>		<i>R. tarandus</i>		<i>R. rupicapra</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>Mustelidae</i>		<i>C. fiber</i>		<i>L. timidus</i>		
		NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	NRD	NME	
Céphalique	Bois/Chev. Oss.			1	1					1	1	1	1					1	1			
	Crâne					1	1					2	1					1	1			
	Mandibule																	2	2			
	Incisive	1	1	1	1			2	2													
	Canine																					
Dent Jugale >	Dent Jugale >	5	5			2	2			2	2											
	Dent Jugale <			2	2	5	5					1	1									
Ceinture	Scapula	1	1	1	1																1	1
	Coxal	1	1			1	1							1	1							
Axial	Vertèbre	2	1			4	3															
	Côte			5	1																	
Os Long	Humérus			2	1	2	2									1	1	2	2			
	Radius			1	1	6	3									1	1					
	Ulna			1	1	1	1											3	3			
	Métacarpe	4	1			10	2	1	1			1	1								1	1
	Mcc Vest.																					
	Fémur	3	2	1	1	2	1	1	1	1												
	Tibia	4	3	1	1	1	1	1	1	1									2	2		
	Métatarse	2	1			17	3	2	1										1	1		
Os Court	Mit Vest.																					
	Carpe							1	1													
	Talus							1	1													
	Calcaneum	1	1																			
	Autre Tarse																					
	Patella																					
Autopode	Sésamoïde																					
	Os malléolaire																					
	Phalange 1	1	1			2	2	1	1									1	1	1	1	
Phalange 2																						
Phalange 3							1	1			1	1										

Tab. IX-85 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Représentations squelettiques.

### X.1.1. Chevreuil

#### X.1.1.1. Représentation squelettique

Toutes les grandes subdivisions du squelette sont présentes à l'exception des os courts.

- ✓ **Céphalique** : elle se compose de dents isolées et d'un fragment de branche horizontale de mandibule.
- ✓ **Axial** : des vertèbres cervicales et thoraciques ont été déterminées. Les fragments de côte de petits mammifères sont nombreux dans l'assemblage.
- ✓ **Ceinture** : le seul reste de ceinture est un fragment de coxal appartenant à un jeune individu.
- ✓ **Os longs** : tous les éléments sont présents. Les métapodes sont extrêmement abondants. Le NME est très certainement sous estimé.
- ✓ **Phalanges** : deux phalanges 1 sont observées.

#### X.1.1.2. Age et sexe des individus

L'usure des dents permet de distinguer 4 adultes : un vieil adulte (M/3 fortement usée), 2 adultes (2 M/3 droites moyennement usées) et enfin 1 jeune adulte (M/2 faiblement usée).

### X.1.2. Le Cerf

#### X.1.2.1. Représentation squelettique

- ✓ **Céphalique** : les restes céphaliques ne sont que des dents isolées (n=6) dont 5 proviennent de la mâchoire supérieure.

✓ ***Axial*** : il s'agit de vertèbres cervicales. Les côtes sont fortement présentes à l'échelle de la classe de taille.

✓ ***Ceinture*** : un fragment de chaque élément est présent.

✓ ***Os longs*** : les fragments se rapportent quasiment tous aux éléments de la patte arrière. L'humérus et le radius des Cervidés de tailles moyenne (Cerf et Renne) sont observés au sein de l'assemblage mais n'apparaissent pas dans le tableau de décompte (tab.IX-85) car ils n'ont pu être déterminés spécifiquement. Les métapodes sont bien présents.

✓ **Os courts**  
Seul un calcaneum est observé.

✓ **Phalanges**  
Elles aussi sont rares. Un fragment de phalange I est présent.

#### X.1.2.2. Age et sexe des individus

Le nombre minimal d'individu n'est que de 2 adultes. Les âges ont pu être estimés à partir du degré d'usure (Briot & Voilquin, 1986) : le premier entre 2 et 5 ans et le second a plus de 10 ans.

#### X.1.3. Le Cheval

Le squelette céphalique est documenté par 3 dents isolées appartenant toutes à la mâchoire inférieure. Cependant leur mauvaise conservation n'a pas permis d'apporter de précision sur l'âge de l'individu. Un fragment de scapula illustre les ceintures et cinq côtes le squelette axial. Tous les os longs charnus sont représentés, mais le plus souvent par un seul reste. Les métapodes sont absents. Il en va de même pour les os courts et les phalanges.

Un seul individu adulte est décompté.

#### X.1.4. Le Renne

Les squelettes céphalique et appendiculaire sont observés. Le premier est renseigné par 2 incisives. Le second se compose d'os longs, d'un semi-lunaire et d'un talus ainsi que de 2 phalanges. Tous les restes peuvent appartenir à un seul et même individu.

#### X.1.5. Les autres espèces

✓ **Herbivores**  
Le Chamois est uniquement documenté par des restes céphaliques

✓ Carnivores

L'Ours n'est représenté quasiment que par des restes céphaliques. Les deux autres éléments lui appartenant sont un troisième métacarpe et une troisième phalange. La présence d'un os pévien indique que l'individu adulte est un mâle. Deux individus sont présents un jeune et un adulte. Le Renard a été identifié à partir d'un coxal et d'une phalange 2. Les Mustélidés sont illustrés par un humérus et un radius.

✓ Lagomorphe

Trois restes appartiennent à un Lièvre : une scapula, un métacarpe et une phalange I.

✓ Castor

Des restes céphaliques, des os longs et une phalange attestent de la présence du Castor. Deux ulna droits suggèrent la présence de deux individus adultes et un ulna gauche non épiphysé dans sa partie proximale, celle d'un jeune individu.

## X.2. Etude taphonomique

### X.2.1. La fragmentation

L'Ours et le Castor sont les deux espèces les moins fragmentées (tab.IX-86). Aucun os long entier d'Herbivore n'a été mis au jour.

	<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>C. capreolus</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>C. fiber</i>		TOTAL	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Os long fragmentés	15	100	12	100	42	100	7	87,5	3	60	216	96,9
Fragmentation globale	20	100	19	100	49	98	11	84,6	8	72,7	336	96,8

Tab. IX-86 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.

Le Castor se distingue par ses fragments de diaphyses de diamètre complet (tab.IX-87). C'est la seule couche dans laquelle les circonférences des diaphyses d'os longs d'Ours sont rarement complètes. Le Chevreuil et le Cheval présente une proportion de fragment de type « baguette » relativement importante.

		<i>C. elaphus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>C. capreolus</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>C. fiber</i>		TOTAL	
		NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NRD	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	2	13,3	5	45,5	12	30,8	4	57,1			79	39,3
	< 1/2	13	86,7	6	54,5	25	64,1	2	28,6			108	53,7
	> 1/2					1	2,6					5	2,5
	Complète					1	2,6	1	14,3	3	100	9	4,5
Extrémité	Baguette											0	0
	< 1/2			1	100	2	100					3	25
	> 1/2	1	100									2	16,7
	Complète											7	58,3

Tab. IX-87 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.

La couche VIII a été décrite comme « un reliquat de corps sédimentologique plus complet mais démantelé » (Campy, 1989). Par conséquent, la couche est fortement altérée et présente donc une fragmentation sur os sec prépondérante (tab.IX-88).

		TOTAL	
		NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	22	39,3
	Escalier	5	8,9
Total cassure sur os sec		27	65,9
Cassure sur os frais	Oblique	6	10,7
	V-Shaped	1	1,8
	Spirale	7	12,5
Total cassure sur os frais		14	34,1
Os sec ou frais	Longitudinale	15	26,8

Tab. IX-88 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.

Les fragments sont de petites dimensions, la classe 0-2 cm est sous-représentée (fig.IX-62).

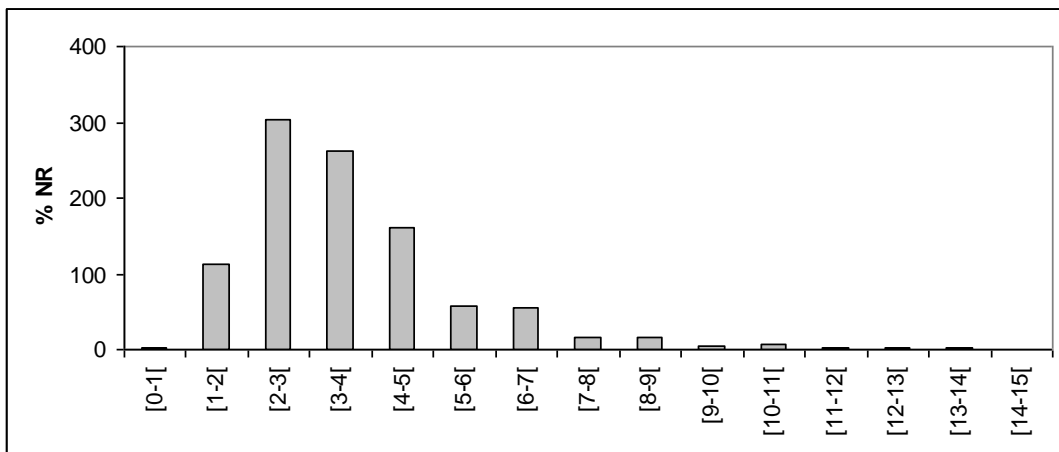
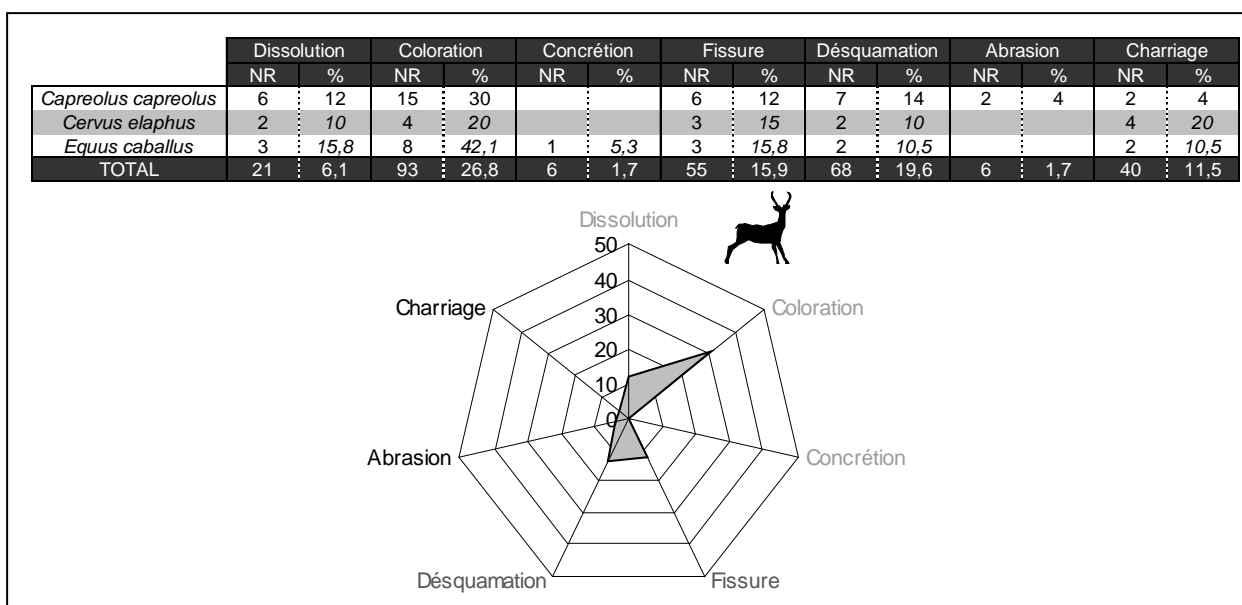


Fig. IX-62 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Répartition des tailles des fragments.

### X.2.2. Les altérations abiotiques

Tous les types d'altérations abiotiques sont observés (fig.IX-63 et annexe 26).



**Fig. IX-63** (La Baume de Gigny ; couche VIII) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment.

### X.2.2.1. Action de l'eau

Des cupules de dissolution sont présentes sur 6% des restes de la couche VIII. Un seul reste de Cheval montre une concrétion. Une coloration rouge ou noire recouvre partiellement (intensité moyenne) un peu moins de 30% des restes.

### X.2.2.2. Action du climat

Environ 16% des restes montrent des fissures pouvant être fines et superficielles ou larges et profondes. La desquamation affecte 1 reste sur 5. Les stades 2 et 3 du *weathering* sont plus largement observés que dans les couches précédentes (tab.IX-89).

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Capreolus capreolus</i>	37	74	13	26		
<i>Cervus elaphus</i>	16	80	4	20		
<i>Equus caballus</i>	13	68,4	6	31,6		
TOTAL	199	57,5	136	39,3	11	3,2

**Tab. IX-89** (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeyer, 1978).

### X.2.2.3. Action du sédiment

L'action du sédiment est essentiellement visible sous la forme de stries de charriage au niveau de la surface corticale des ossements. Cette altération concerne 12% des vestiges. En revanche, les restes abrasés sont rares (< 2%).

Un quart des surfaces corticales sont peu lisibles (fig.IX-64). Les restes de Cerf semblent mieux conservés et offrent une meilleure lecture des traces.

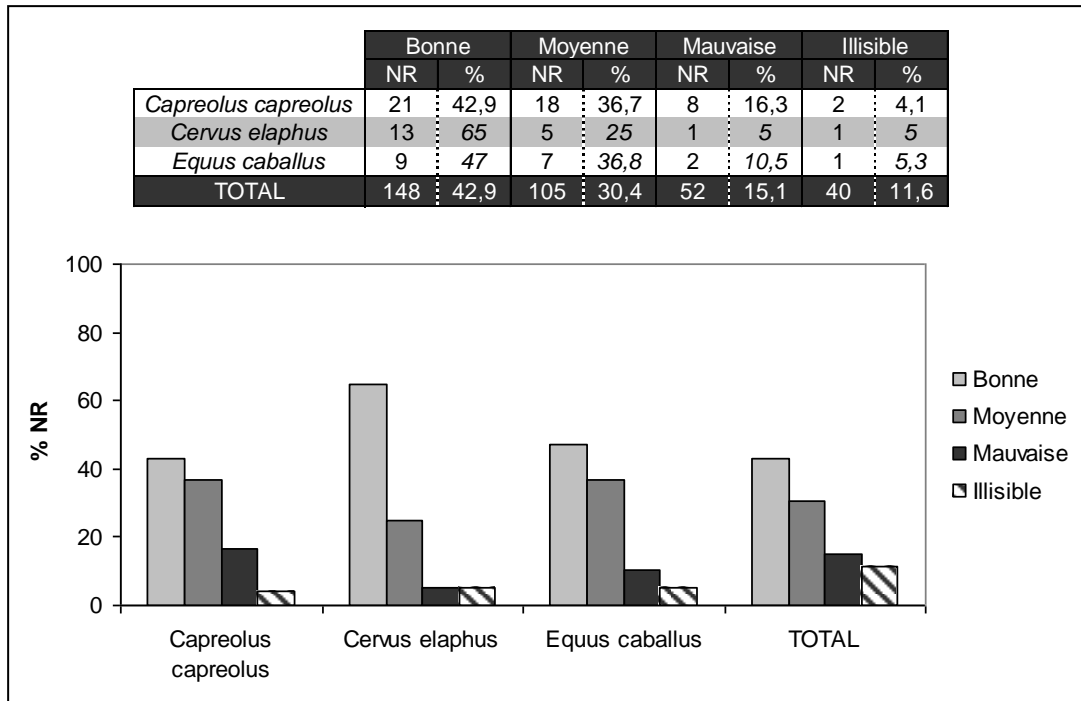


Fig. IX-64 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### X.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

Moins d'1% de restes porte des traces de végétaux (n=3).

## X.3. Activité des Carnivores

### X.3.1. Impact des Carnivores

De nouveau, le spectre des espèces consommées est large (tab.IX-90). Le Cerf semble toutefois plus touché. Le tableau IX-68 indique le pourcentage d'éléments ayant des traces de carnivores en fonction des classes de taille des ongulés. Les os appartenant aux petites espèces sont moins altérés. Peut-être faut-il nuancer ce fait avec le risque de destruction plus facile des pièces ou une consommation plus poussée (Stiner, 1994). Les effectifs ne sont toutefois pas assez importants pour une étude plus approfondie.

Les *scores*, les arrachements osseux et les points d'impact de dent sur les diaphyses d'os long en vue de les fracturer pour récupérer la moelle, sont les traces les plus courantes.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated edge		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Capreolus capreolus</i>	2	4,2	2	4,2			1	2,1			1	2,1	1	2,1	1	2,1
<i>Cervus elaphus</i>	5	26,3	5	26,3			1	5,3			2	10,5	2	10,5	3	15,8
<i>Equus caballus</i>	3	16,7	3	16,7			2	11,1			1	5,6				
<i>Rangifer tarandus</i>	2	18,2	2	18,2			1	9,1								
<i>Ursus sp.</i>	1	6,7							1	6,7	1	6,7				
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>9,8</b>	<b>27</b>	<b>8,8</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

Tab. IX-90 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981).

### X.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

Les observations sont similaires aux couches sous-jacentes avec des Ours morts naturellement pendant l'hibernation. Le Loup et les Mustélinés sont morts lors d'un passage ponctuel dans la cavité.

### X.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche

Le pourcentage d'os modifiés par les Carnivores correspond à un accès secondaire des Carnivores aux carcasses. Le ratio Herbivore/Carnivore confirme ce résultat avec 11% de Carnivores si l'on retire les Ours et les Mustélinés de l'analyse.

Seul le radius (n=2) peu riche en viande porte des traces de Carnivores chez les petits ongulés (tab.IX-91). Bien qu'un fémur de moyen ongulé ait été consommé, les autres ossements avec des traces de crocs témoignent typiquement d'un accès secondaire à la carcasse : métapodes, os court et phalange. Le tableau IX-92 met en évidence le fait que les Carnivores ont consommé préférentiellement les os spongieux. Leur sous estimation peut donc être expliquée par une destruction liée aux Carnivores. Les traces présentes sur les métapodes sont des *tooth notches*, elles correspondent à la fragmentation de l'os en vue de récupérer la moelle présente dans la cavité médullaire. Cette observation signale la présence de métapodes entiers abandonnés par les Préhistoriques et donc une exploitation non intensive de la carcasse.

		Petit ongulé		Moyen ongulé		Grand Ongulé	
		NRO	%	NRO	%	NRO	%
Céphalique	Crâne						
	Mandibule						
Ceinture	Scapula						
	Coxal						
Axial	Vertèbre			1	50		
	Côte					1	5,3
Os Long	Humérus						
	Radius	2	33,3				
	Métacarpe						
	Fémur			1	25	1	100
	Tibia						
	Métatarses			3	42,9		
	Ulna						
	Métapode						
Basipode	Os Court			1	25		
	Calcaneum						
	Talus						
Autopode	Phalange			1	33,3		
	TOTAL	5	6,2	12	13	7	15,2

**Tab. IX-91** (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.



	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Capreolus capreolus</i>	2	25								
<i>Cervus elaphus</i>			3	20			1	100	1	25
<i>Equus caballus</i>	1	25	2	18,2						
<i>Rangifer tarandus</i>	1	33,3	1	16,7						
<i>Ursus sp.</i>					1	33,3				
TOTAL	5	16,1	23	10,4	1	14,3	1	16,7	4	4,2

Tab. IX-92 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

#### X.4. Activité anthropique

Le Chevreuil, espèce la plus abondante de la couche, ne présente aucune interaction apparente avec les Préhistoriques. Seul deux fragments de métapodes indiquent une fragmentation lorsque l'os était frais, il n'est cependant pas possible d'identifier l'agent principal (Carnivore ou Homme Préhistorique). Le Cerf, en revanche, semble avoir été bien exploité, 37% des restes ont des traces anthropiques. Cheval, Renne et Castor présentent quelques rares traces (tab.IX-93).

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Cervus elaphus</i>	7	36,8	1	5,3	5	26,3	1	5,3		
<i>Equus caballus</i>	2	11,1	1	5,6	2	11,1				
<i>Rangifer tarandus</i>	1	9,1	1	9,1						
<i>Castor fiber</i>	1	7,1			1	7,1				
TOTAL	20	7	4	1,4	11	3,8	1	0,3	2	0,7

Tab. IX-93 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

##### X.4.1. Le Cerf (annexe 64)

Tibia (n=3) et métapode (n=2) sont les éléments présentant le plus de modifications. Une vertèbre cervicale indique la désarticulation du squelette axial. Les deux métapodes (un métacarpe et un métatarse) sont fracturés pour récupérer la moelle et les trois fragments de tibia signalent le prélèvement de la viande au niveau de la diaphyse proximale. Un autre fragment d'os long porte des traces de décharnement.

Quatre fragments d'os longs indéterminés de moyen ongulé montrent des stries de boucherie liées à la récupération de la viande.

##### X.4.2. Le Cheval (annexe 64)

Un fragment de diaphyse d'os long et un fragment de diaphyse proximale de radius ont été décharnés.

#### X.4.3. Le Renne

Le seul reste de Renne modifié est un métacarpe qui a été raclé.

#### X.4.4. Le Castor

Un humérus entier présente plusieurs petites stries courtes sur sa diaphyse médiane correspondant à la récupération de la viande.

#### X.4.5. Les os brûlés

Deux fragments compacts provenant de diaphyse d'os longs sont carbonisés.

#### X.4.6. Les os à impressions (annexe 62)

Les retouchoirs de la couche VIII se démarquent des autres couches car les supports ne sont pas des os longs mais des côtes de grands ongulés (tab.IX-94). Chacun ne montre qu'une seule plage d'utilisation qui peut être relativement intense. Le profil de la pièce est variable mais toutes deux ont été raclées avant d'être utilisées. La largeur est contrainte par la morphologie même de l'élément.

	N	N plage		Profil		Localisation			Raclage	Strie	Intensité		
		1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu	Faible			Moyenne	Forte	
Grand ongulé	2	2		1	1	2			2		1	1	
TOTAL	2	2		1	1	2			2		1	1	

Tab. IX-94 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Description des retouchoirs.

La couche VIII livre un assemblage d'origine anthropique majoritairement. Les Carnivores ont accéder secondairement aux carcasses. Bien que le Chevreuil soit l'espèce la plus fréquente, son exploitation ne semble pas envisager. En revanche, la viande et la moelle du Cerf ont été récupérées par les Préhistoriques. A noter que le nombre minimum d'individus du Castor est plus élevé que dans les autres couches (NMIc=3) et qu'un humérus porte des traces de décharnement. La moelle de cet animal n'a pas été exploitée comme en témoigne la diamètre complet de tous les os longs.

## XI. Synthèse de l'étude taphonomique et archéozoologique

L'intégration de tous les fragments a permis d'augmenter considérablement le corpus de données de chaque couche. Pour chacune, le nombre de restes a été en moyenne quadruplé, permettant ainsi une meilleure estimation du nombre d'individus. Cela a également permis d'ajouter de nouvelles espèces aux spectres fauniques précédemment établis. Le Rhinocéros laineux jusque là absent à la Baume de Gigny a pu être observé dans la couche XVII-XVIII. De plus, l'augmentation du nombre de restes déterminés a parfois modifié l'ordre d'importance des espèces au sein des spectres de faune.

### XI.1. Richesse et Diversité

L'étude de la richesse spécifique et de la diversité n'a porté que sur les couches XXIa, XX, XIX, XVII-XVIII, XVI, XV et VIII (tab.III-95). Les autres couches n'ont pu être intégrées dans l'analyse du fait d'un nombre de restes déterminés taxonomiquement trop faible (< 25 ; Bridault, 1993).

	N Taxa	Richesse	Diversité	
			H	1/D
VIII	10	1,8	1,83	4,88
XV	12	2,2	1,95	5,2
XVI	15	2,7	2,26	6,97
XVII-XVIII	15	2,6	1,96	4,77
XIX	12	1,7	1,6	3,7
XX	5	0,7	0,85	1,94
XXIa	3	0,8	0,75	2,05

Tab. IX-95 (La Baume de Gigny) : Nombre de taxon, richesse et diversité spécifique.

Avant toute interprétation, il est nécessaire de vérifier si la richesse spécifique et la diversité sont corrélées avec l'échantillon. Ainsi nous avons effectué une corrélation des rangs de Spearman. La figure IX-65 indique qu'il n'y a statistiquement aucune corrélation entre la taille de l'effectif et la richesse spécifique ou la diversité. Par conséquent, il est possible d'étudier leur évolution au cours du temps.

L'annexe 70 montre la variation de la richesse spécifique. Les spectres fauniques des deux couches les plus basales (XXIa et XX) se composent d'un faible nombre d'espèces, respectivement 3 et 5 tandis que les couches suivantes présentent au moins une dizaine d'espèces jusqu'à 15 dans les couches XVII-XVIII et XVI. Le calcul de la richesse spécifique prend en compte la taille de l'échantillon. Ainsi la couche XX indique une richesse spécifique plus faible que celle de la couche XXIa malgré un nombre d'espèce plus important. La couche XX est la couche présentant la plus faible richesse spécifique. De la couche XX à XVI incluse, la richesse spécifique augmente. Celles de la couche XV et VIII signalent une légère baisse. Néanmoins il est possible de réunir les couches dans deux grands ensembles (fig.IX-66) : l'un avec une faible richesse comprenant les couches XXIa et XX et un autre avec les couches montrant une forte richesse (XIX, XVII-XVIII, XVI, XV et VIII).

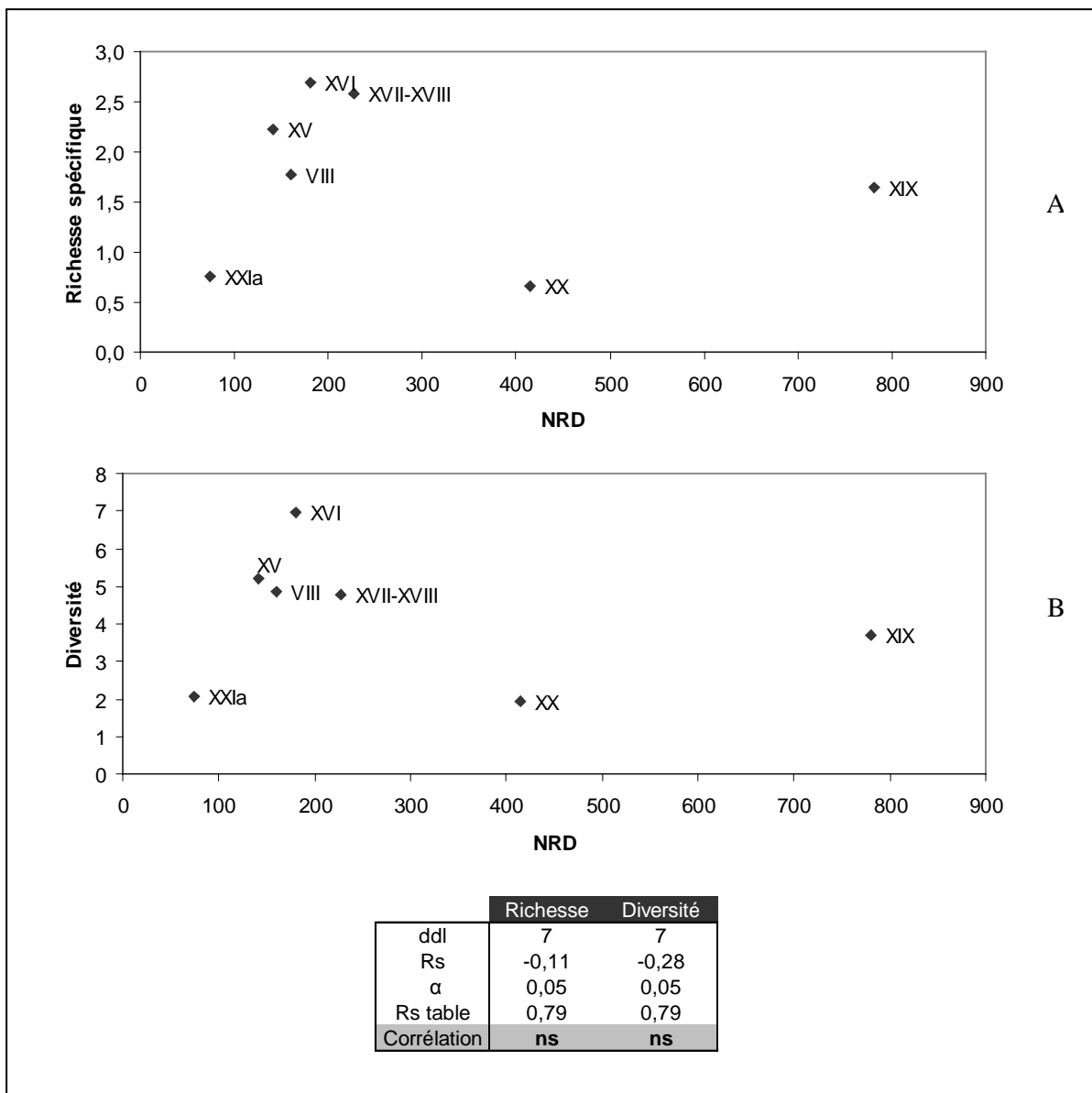


Fig. IX-65 (La Baume de Gigny) : Comparaison entre le nombre de restes déterminés et la richesse spécifique (A) et la diversité (B).

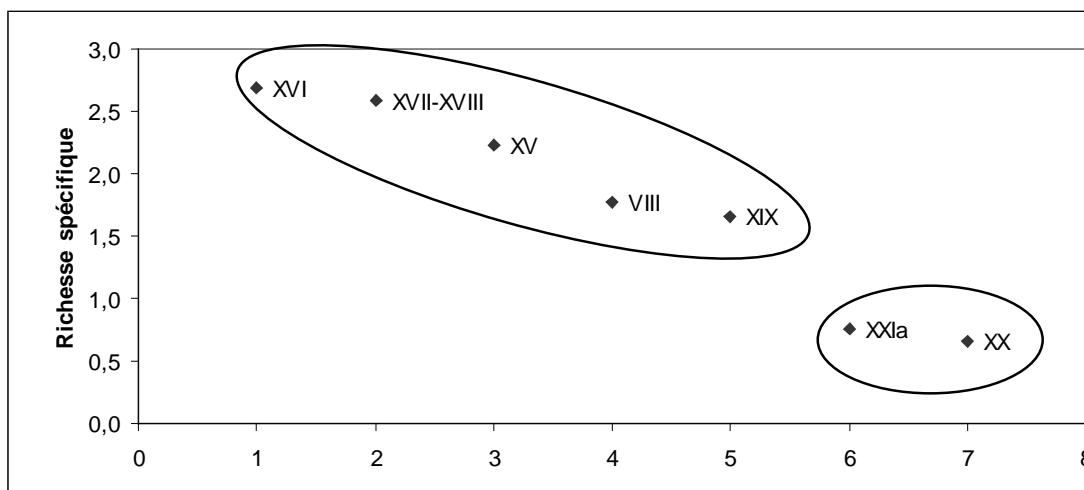


Fig. IX-66 (La Baume de Gigny) : Classement des couches en fonction de la richesse spécifique.

Un parallélisme est observé entre la variation diachronique de la richesse spécifique et celle de la diversité (annexe 70). D'un point de vue global, les groupes établis précédemment sont retrouvés. La couche XVI a été isolée du fait d'un indice de diversité élevé signalant une répartition relativement homogène des restes entre les différentes espèces (fig.IX-67).

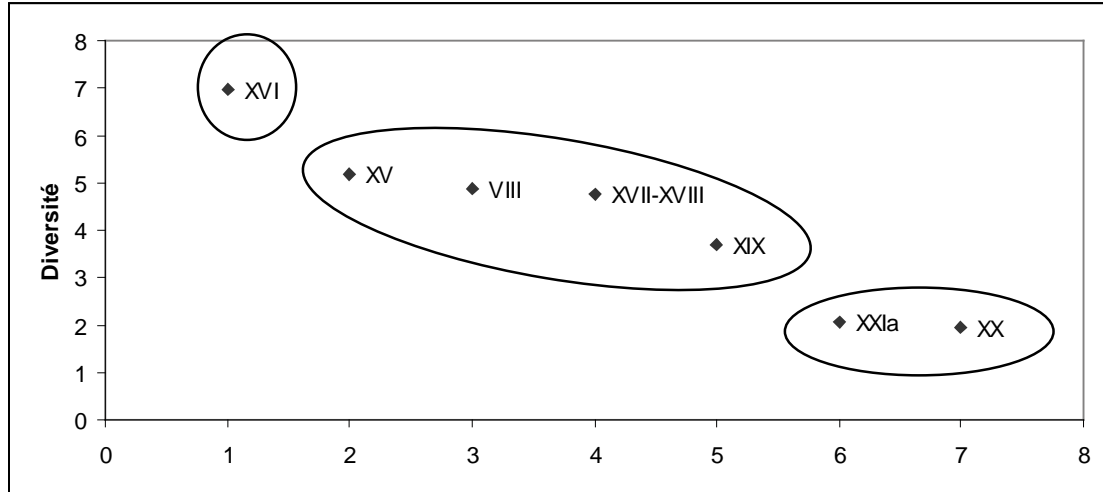


Fig. IX-67 (La Baume de Gigny) : Classement des couches en fonction de la diversité.

La figure IX-68 montre une corrélation positive significative entre la richesse spécifique et la diversité. Ainsi plus il y a d'espèces, plus la répartition entre ces dernières est homogène.

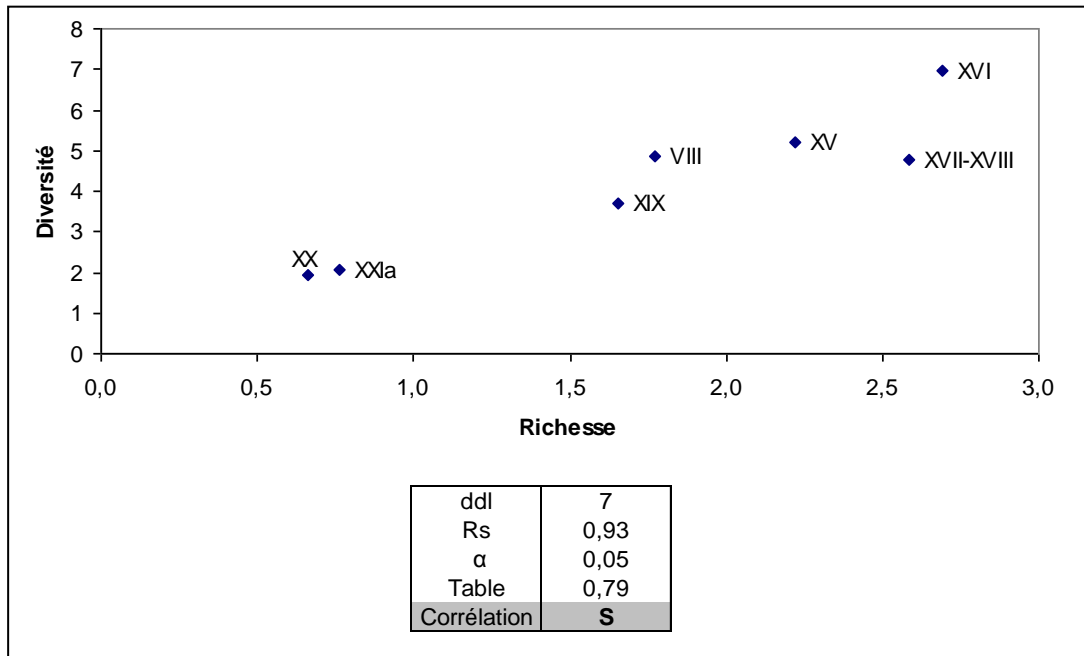


Fig. IX-68 (La Baume de Gigny) : Corrélation entre la richesse spécifique et la diversité.

## XI.2. Etude Taphonomique

### XI.2.1 La fragmentation

Quelque soit la couche la fragmentation est extrêmement importante : plus de 90% des restes sont fragmentés. Les différentes études ont montré une distinction de la fragmentation entre les Herbivores et les Carnivores. Le diamètre de la diaphyse des os longs des Carnivores est généralement complet tandis que celui des os longs d'Ongulés est bien souvent inférieur à la moitié de celui initial. En effet, les Préhistoriques ont fortement fracturé les os afin de récupérer la moelle contenue dans la cavité médullaire. Dans toutes les couches où l'origine anthropique de l'accumulation est avérée, les cassures sur os frais concerne 2/3 de l'assemblage. Seules les couches XXIa et VIII signalent une tendance inverse : les cassures sur os frais ne correspondent alors qu'à 1/3 du matériel. Le concrétionnement de la première couche et le remaniement de la seconde peuvent expliquer ces observations.

L'annexe 71 montre la répartition de la taille des fragments au sein des différentes couches. Dans chacune d'elle, la fraction 1-3cm est largement majoritaire sauf pour les deux dernières couches. Les couches de la partie inférieure de la séquence renferment plus de fragments de grande dimension, à mettre en relation avec la taille des espèces qui est plus importante dans ces couches (fig.IX-69). Il y a une corrélation positive entre la taille des fragments et le % de NRD des espèces de grande taille (fig.IX-69).

La longueur moyenne des restes osseux attribués au Cerf varie entre 6,1 et 7,3cm (annexes 72, 73 et 74). La répartition de ces longueurs suit une courbe normale pour toutes les couches excepté la couche XVII-XVIII où la majorité des pièces mesure 7-8cm. Concernant la largeur, quasiment tous les fragments appartiennent à la classe 3-4cm dans la couche XVII-XVIII, alors que dans toutes les autres couches la classe 2-3 domine nettement. L'aspect différent de cette couche est également visible au niveau des dimensions des fragments des restes d'Equidés (annexes 75, 76, 77). En effet, de nombreux restes mesurent plus de 10 cm (ils sont quasiment équivalents à ceux de moins de 10cm) et sont également plus larges. Dans cette couche l'impact anthropique est beaucoup moins marqué ce qui peut expliquer les dimensions légèrement plus grandes des fragments.

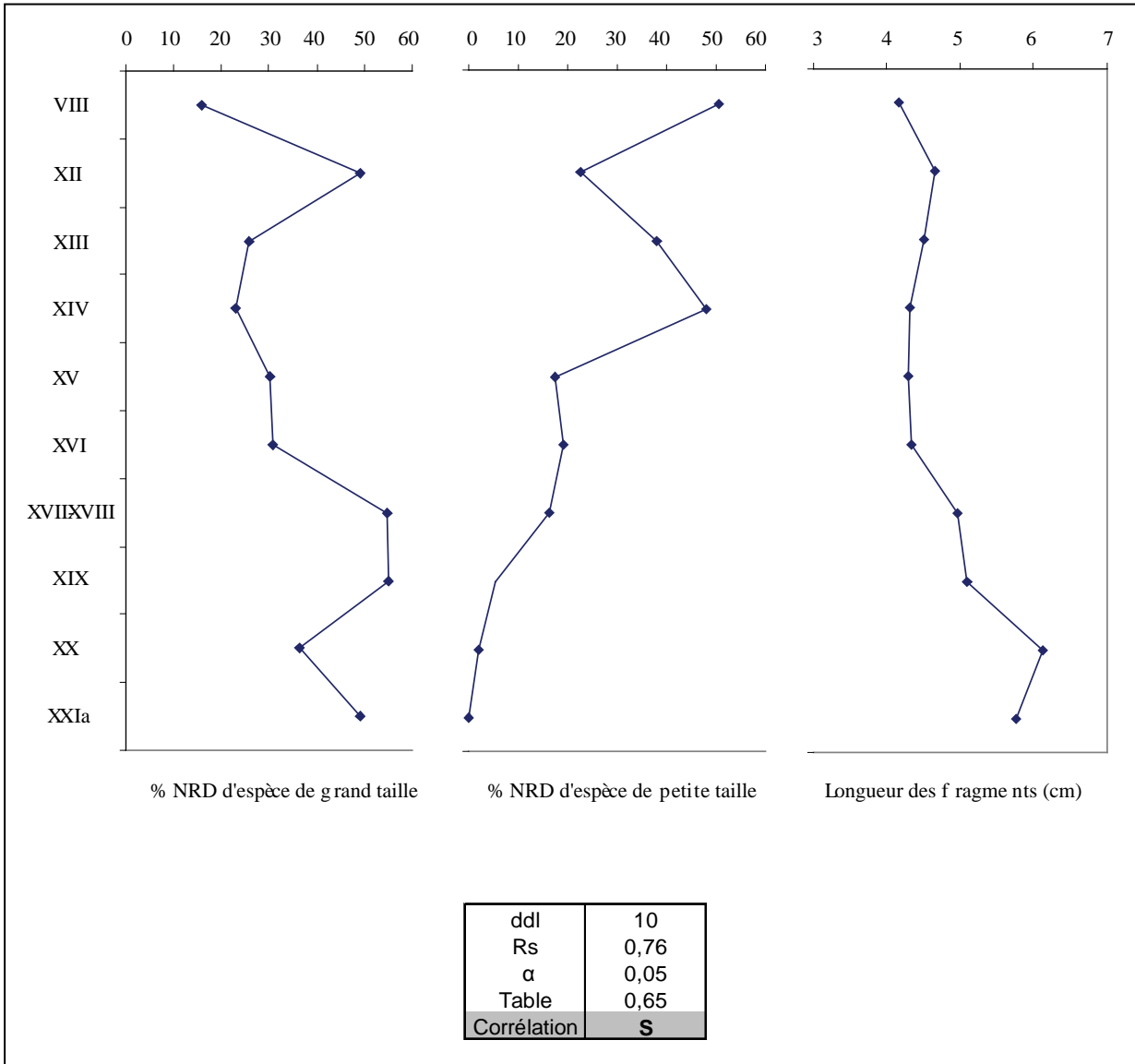


Fig. IX-69 (La Baume de Gigny) : Variation de la taille des fragments en fonction du % de reste appartenant à des espèces de grande taille et de petite taille.

### XI.2.2 Les altérations abiotiques

La figure IX-70 montre une histoire taphonomique comparable dans toutes les couches (excepté XXIa et XX). La couche XXIa se distingue avec la formation du plancher stalagmitique et donc un concrétionnement important. La couche XX se démarque par une action plus marquée de l'eau ainsi que du *weathering*. L'activité hydrique est de plus en plus faible et s'illustre principalement sous la forme de dépôts noir ou rouge sur les os. L'action du climat est variable et celle des sédiments très faible.

	Dissolution		Coloration		Concrétion		Fissure		Desquamation		Abrasion		Chariage	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
VIII	21	6,1	93	26,8	6	1,7	55	15,9	68	19,6	6	1,7	35	10,1
XII			28	46,7	0	0	6	10	3	5	1	1,7	2	3,3
XIII			42	66,7	1	1,6	10	15,9	5	7,9	1	1,6	1	1,6
XIV			21	53,8			4	10,3	12	30,8	0	0	1	2,6
XV	7	1,1	364	57,7			110	17,4	36	5,7	3	0,5	33	5,2
XVI	11	1,8	270	43,8			139	22,6	64	10,4	10	1,6	27	4,4
XVII-XVIII	14	2,4	211	36,5			123	21,3	38	6,6	15	2,6	40	6,9
XIX	60	3,6	519	30,9	8	0,5	310	18,4	119	7,1	104	6,2	126	7,5
XX	30	4,1	390	53,5	48	6,6	208	28,5	75	10,3	8	1,1	13	1,8
XXIa			58	59,2	54	55,1	18	18,4			2	2		

	VIII	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII-XVIII	XIX	XX	XXIa
VIII										
XII	<b>0,88</b>									
XIII	<b>0,79</b>	<b>0,93</b>								
XIV	<b>0,97</b>	<b>0,93</b>	<b>0,88</b>							
XV	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,82</b>	<b>0,93</b>						
XVI	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,82</b>	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>					
XVII-XVIII	<b>0,83</b>	<b>0,95</b>	<b>0,82</b>	<b>0,85</b>	<b>0,93</b>	<b>0,93</b>				
XIX	<b>0,83</b>	<b>0,95</b>	<b>0,82</b>	<b>0,85</b>	<b>0,93</b>	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>			
XX	<b>0,77</b>	0,70	<b>0,82</b>	<b>0,78</b>	0,75	0,75	0,57	0,57		
XXIa	0,11	0,34	0,58	0,23	0,19	0,19	0,26	0,26	0,56	

Fig. IX-70 (La Baume de Gigny) : Corrélation des rangs de Spearman des différents phénomènes taphonomiques. (en grisée : les corrélations significatives à  $\alpha=0,05$ ).

### XI.3. Activité des Carnivores

L'Hyène, espèce fréquente dans les sites du Paléolithique Moyen est connue pour fortement modifier les assemblages ou accumuler les os. Elle ne semble pourtant pas avoir joué de rôle à la Baume de Gigny. Outre le fait qu'aucun reste appartenant à cette espèce n'ait été déterminé, il n'y a pas de coprolithes, pas d'os ingérés et peu de cylindre diaphysaire (Sutcliffe, 1970 ; Bunn, 1983 ; Bunn & Kroll, 1986 ; Fosse, 1994).

L'Ours, le Renard et le Loup sont les espèces les plus fréquentes à la Baume de Gigny, ainsi que quelques Mustélidés. Le Lion des Cavernes (*Panthera spelaea*) apparaît dans la couche XXIa mais aucun reste osseux ne porte de trace d'action des carnivores.

#### ✓ Action de l'Ours

L'Ours est observé dans toutes les couches de la séquence. Il a souvent été dit que l'Ours des cavernes était plutôt herbivore (Kurten, 1976) ce qui est confirmé par des études isotopiques sur l'azote et le carbone (Bocherens *et al.*, 1994). Toutefois de nouvelles analyses isotopiques montrent que certaines population auraient été plus carnivores que d'autres (Richards *et al.*, 2008). Les Ours des cavernes n'ont pas l'habitude de ramener des ongulés dans leur repaire, l'odeur pouvant attirer les charognards. Les os présents sont généralement ceux de leurs congénères (Stiner, 1998, 2002). Les modifications causées par l'Ours sur les os sont connues, il s'agit principalement du charriage à sec mis en évidence par Koby (1943) afin d'expliquer les soi-disant outils osseux polis par l'Homme (Bächler, 1909 ; 1940 *in* Koby, 1943). De telles modifications ont été observées sur le matériel osseux



de la Baume de Gigny (fig.IX-71 ; tab.IX-96) dans toutes les couches excepté la XXIa et la XX. Cependant, les restes concernés sont peu nombreux (< 5% du NRT). Ces modifications sont principalement observées sur les os d'ongulés en particulier les espèces de grandes tailles.



**Fig. IX-71** (La Baume de Gigny) : Charriage à sec donnant un aspect poli à la pièce. A Gauche : Ulna d'Equidé de la couche XIX. A Droite :fragment d'os long d'Ursidé de la couche XVII-XVIII.

	Charriage à sec	
	NR	%
VIII	1	0,3
XII	1	1,7
XIII	1	1,6
XIV	1	2,6
XV	10	1,6
XVI	10	1,6
XVII-XVIII	22	3,9
XIX	79	4,9
XX		
XXIa		

**Tab. IX-96** (La Baume de Gigny) : Nombre de restes présentant des traces de charriage à sec.

Au même titre que les autres carnivores, l'Ours mâchonne les os mais de manière beaucoup moins intense (Haynes, 1983 ; Pucca, 2003). La plupart du temps, il s'agit d'os appartenant à leur propre espèce ; cette activité pratiquée couramment (Kurten, 1976 ; Lolliot, 2001 ; Pinto & Andrews, 2004 ; Quilès, 2004) est également présente à Gigny. L'occurrence de *pits*, de *puncture* et de *furrow* de grande taille sur des ossements d'Ursidés permet de mettre en évidence ce phénomène.

#### ✓ Action des canidés (Loup et Renard)

Le rôle des Canidés est multiple. Ils peuvent chasser et accumuler les os soit charogner des carcasses ramenées par d'autres prédateurs (Homme ou Carnivore). La taille des proies est variable, petite pour le Renard : Lagomorphe (Stalibrass, 1984 ; Artois, 1989 ; Cochard, 2004) et moyenne pour

le Loup : Bouquetin, Cerf, Renard (Binford, 1981 ; de Beaufort, 1987 ; Prucca, 2003). Suivant l'effectif de la meute, les Loups peuvent s'attaquer à des proies de grande taille tels que le Bison (Binford, 1981 ; Haynes, 1983). L'impact sur l'assemblage osseux peut être important surtout lorsqu'il s'agit du Loup (Castel, 1999b, 2004b ; Prucca, 2003). La morphologie et la dimension des traces de dents laissées par ces deux espèces sont similaires, ne permettant pas une attribution précise à l'un ou l'autre (Castel, 2004b). La différence se situe plus au niveau de l'intensité. En effet, lors de la consommation des os longs par le Renard il reste généralement une des deux épiphyses accrochée à la diaphyse tandis que le Loup rognera plus intensément pouvant ne laisser qu'un cylindre diaphysaire (fig.IX-72). Ces derniers sont toutefois moins fréquents que chez l'Hyène (Castel, 2004b). Concernant l'intensité, d'autres facteurs sont à prendre en compte tels que la taille des proies et la durée de la consommation (Castel, 1999b, 2004b). Le cannibalisme est également fréquent (Binford, 1981).



**Fig. IX-72** (La Baume de Gigny) : Traces de manducation de Loup sur un radius et un fémur d'Ours issus de la couche XVII-XVIII de la Baume de Gigny.

### XI.1.1. Impact des Carnivores

L'impact des Carnivores à la Baume de Gigny est extrêmement variable (annexe 78). Dans les couches les plus basales (XXIa, XX et XIX) l'action des Carnivores est plus faible que celle anthropique. Les couches XVI, XV et VIII montrent, au contraire, des pourcentages de traces carnivores et anthropiques similaires, les premières étant légèrement plus fréquentes. La couche XVII-XVIII se distingue nettement des autres par un nombre de restes, rognés par les Carnivores, relativement important.

Les Carnivores ont principalement consommé les éléments spongieux comme les extrémités d'os longs. Ce qui pourrait expliquer leur sous représentation dans l'assemblage. A l'exception de la couche XVII-XVIII, les assemblages sont principalement d'origine anthropique. Les Carnivores sont toutefois responsables de la présence des Caprinés et des Lagomorphes. Ils ont donc eu un accès secondaire aux carcasses. Le passage ultérieur des Carnivores sur le site afin de charogner les éléments abandonnés par les Préhistoriques est attesté par l'occurrence de fragments avec des traces de crocs associées à des stries de découpe liées au décharnement.

Concernant la couche XVII-XVIII, s'il est clair que les Carnivores sont à l'origine de la présence du Chamois et du Lièvre, il n'est pas exclu qu'ils aient pu ramener quelques éléments de plus grands ongulés.

### XI.2.1. Origine des Carnivores dans l'assemblage

Les raisons de leur présence dans l'assemblage sont identiques pour toutes les couches. Les Ours sont morts pendant la période hivernale lors de l'hibernation. En effet, les individus les plus vulnérables sont observés : jeunes, vieux et femelles gestantes. Concernant les Canidés, Loup comme Renard, sont morts naturellement eux aussi. Ils ont probablement utilisé la cavité pour s'abriter. Aucune des couches ne s'apparente à l'utilisation de la grotte comme tanière.

## XI.4. Activité anthropique

L'impact humain est observé dans toutes les couches néanmoins son intensité diffère d'une couche à l'autre. Dans les couches XXIa, XX et XIX, les Néandertaliens se sont orientés vers l'acquisition préférentielle du Cerf et du Cheval. Les profils de mortalité soulignent l'importance des individus adultes ce qui permet d'envisager la chasse pour ces deux espèces. Seuls les éléments ayant un fort potentiel nutritif ont été ramenés sur le site. La viande et la moelle ont été récupérées. Le Cerf semble fracturé de manière plus systématique que le Cheval. Les os longs de Chevaux ont la particularité structurelle d'avoir une zone spongieuse dans la cavité médullaire ce qui tend à réduire son volume et par conséquent la quantité de moelle (comm. pers. E. Morin) et peut gêner sa récupération. Le Bison, bien que moins fréquent, est présent dans les principaux niveaux étudiés.

Plus on remonte dans la séquence plus la richesse et la diversité des espèces exploitées augmentent. L'acquisition peut alors se faire par la chasse ou par le charognage. Les différentes modalités d'acquisition et de traitement de la carcasse sont détaillées dans le chapitre suivant en intégrant les données culturelles, environnementales et climatiques.



# 5. Conclusions et Synthèse sur la Baume de Gigny

## I. Conclusion

### I.1. couche XXIa (annexe 79)

Cette couche datée de 145 ka, s'est formée en milieu tempéré et humide. Les données isotopiques indiquent une température moyenne annuelle identique à celle d'aujourd'hui avec des étés aussi chauds mais des hivers bien plus froids. La vallée en contrebas de la grotte devait offrir des zones boisées tandis que le plateau juste au-dessus était recouvert de larges prairies.

L'industrie lithique qu'elle contient se rattache à l'Acheuléen final de type micoquien. La chaille, matière première locale trouvée en périphérie de la grotte, représente plus de 70% des pièces. Cette couche est relativement pauvre en artefacts. Les densités des restes lithiques et fauniques sont parmi les plus faibles de la séquence.

La faune se rapporte principalement à 2 espèces : le Cerf et le Cheval dans des proportions identiques. Ces 2 espèces ont constitué le gibier des Préhistoriques. En effet, l'activité des Carnivores est inexistante et des traces résultant du décharnement sont visibles au niveau des éléments charnus. Si l'accès primaire des Préhistoriques aux carcasses est attesté, il y a en revanche plus d'incertitude quant à leur acquisition. La chasse peut être envisagée pour le Cerf, elle s'oriente vers les groupes matriarcaux (femelles adultes avec des jeunes). L'acquisition du Cheval est plus problématique bien qu'il s'agisse d'individus adultes voire de vieux individus, le profil squelettique est dominé par les dents et les ceintures. Les os longs proviennent de la partie inférieure des membres (éléments les moins charnus). Toutefois, quelques fragments d'os longs indéterminés (n=11) sont présents dans l'assemblage et pourraient expliquer en partie cette sous représentation. Une autre hypothèse peut également être avancée : un emport de ces éléments.

Le transport différentiel des carcasses est marqué par la quasi absence des os courts et des phalanges chez les 2 espèces. Ces éléments d'intérêts nutritionnels pauvres sont laissés sur le site d'abattage. La patte arrière et en particulier le fémur, sont les éléments de Cerf les plus fréquents.

Les pratiques bouchères mises en œuvre consistent uniquement en la récupération de la viande. Aucun impact de percussion ni éclat osseux n'est observé.

La faible quantité de matériel mis au jour suggère que la grotte a été occupée pendant une courte durée. Il s'agissait d'un site de boucherie secondaire, probablement une halte de chasse.

## I.2. couche XX (annexe 80)

Le climat est tempéré humide bien que plus frais que celui de la couche XXIa. La température moyenne annuelle est estimée à  $9^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Des zones boisées sont bien présentes malgré une végétation à dominante ouverte.

L'industrie lithique présente dans ce niveau correspond à un Moustérien riche en racloirs. L'outillage compose 54% des restes lithiques mis au jour. Contrairement à la couche XXIa, cette couche présente la plus grande densité lithique de la séquence étudiée. La densité osseuse est, elle aussi, élevée. C'est dans cette couche que le rapport os/lithique est le plus faible. La matière première utilisée est majoritairement du silex (60%) provenant de la vallée du Lains à 5km au Sud.

Les 2/3 des restes appartiennent au Cerf pour lequel 8 individus sont identifiés. Le Cheval est l'espèce secondaire avec 27% de restes et 6 individus. L'assemblage est entièrement d'origine anthropique. Les Carnivores ont uniquement consommé les restes abandonnés par les Moustériens. Le Bison, représentant moins de 6% du NRD, est également exploité.

La chasse au Cerf est orientée vers les groupes matriarcaux et en particulier sur les adultes (fig.X-1).

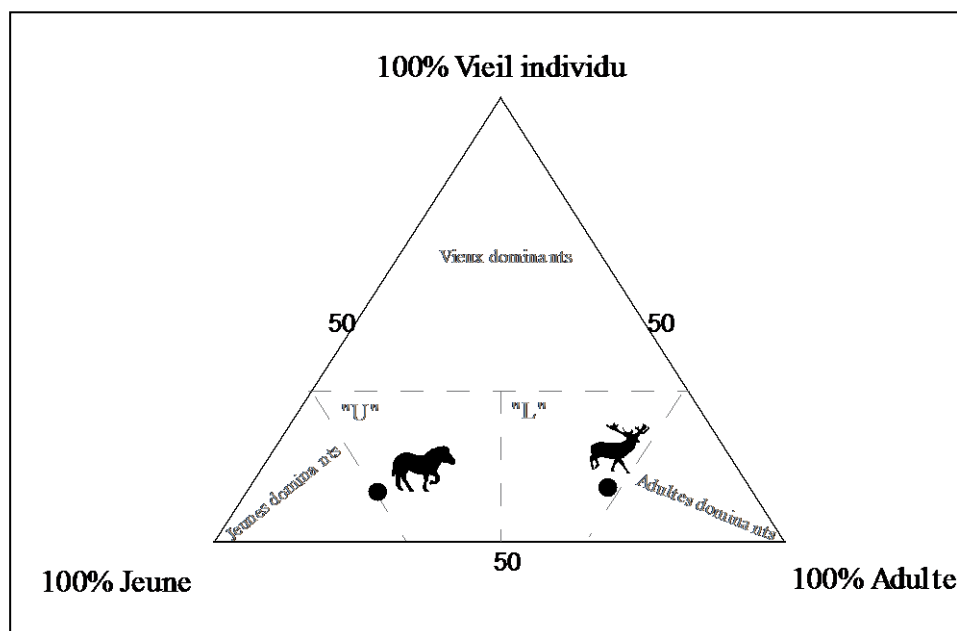


Fig. X-1 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Projections des profils de mortalité du Cerf et du Cheval dans un diagramme ternaire (selon Stiner, 1990).

La corrélation positive entre la fréquence d'un élément dans l'assemblage et son intérêt nutritif indiquent un transport différentiel des carcasses. Seuls les éléments à fort potentiel caloriques sont ramenés dans la grotte. L'intensité de la fracturation associée à une corrélation entre le volume de la cavité médullaire et les indices de fracturation ou la présence de l'élément soulignent l'intérêt particulier des Préhistoriques pour la moelle. La viande est, elle aussi, prélevée de tous les os longs et du coxal. Mise à part l'éviscération, toutes les étapes de la chaîne opératoire de la boucherie sont observées.

La chasse au Cheval s'est portée sur les structures de population de type harem. Le profil de mortalité s'apparente à une mortalité de type attritionnelle (fig.X-1), il pourrait indiquer un abattage des individus les plus vulnérables. Absences des os courts et des bas de pattes suggèrent un transport sélectif des carcasses. Les éléments riches en viande sont extrêmement fréquents et montrent de nombreuses stries de décharnement. Comme pour le Cerf, toutes les étapes de la boucherie même l'éviscération sont identifiées. La fracturation ne concerne pas forcément les éléments avec le plus fort apport calorique.

L'acquisition du Bison peut être liée à la chasse comme au charognage actif. L'accès primaire des Néandertaliens aux carcasses (n=2) est en tout cas indiscutable. Seuls les os fortement charnus sont ramenés sur le site. La plupart indique l'enlèvement de viande. Un fémur a été fracturé pour récupérer la moelle.

Malheureusement, aucune donnée n'apporte d'indication sur la période d'occupation de la grotte. Toutefois, l'absence de fracturation de la mandibule et des phalanges peut signaler une période où l'animal ne souffre pas de stress alimentaire. De plus, cette intensité d'exploitation de la moelle est également observée dans d'autres couches pour lesquelles l'été et l'automne sont les périodes de fréquentation de la cavité par les Préhistoriques.

La forte densité lithique et osseuse exclue une durée brève d'occupation. M. Vuillemeys, sur la base de la proportion éclat-outil, a posé l'hypothèse qu'il s'agissait d'un habitat (Vuillemeys, 1989). L'étude de la faune ne permet pas d'apporter clairement de nouveaux arguments. Néanmoins cette couche présente le plus fort pourcentage de modifications anthropiques mais aucune trace de foyer et très peu d'os brûlés sont observés.

### I.3. couche XIX (annexe 81)

Cette couche s'est formée dans une ambiance plus froide avec apparition d'espèces telles que le Renne et le Mammouth. Leur présence reste faible malgré tout. Les espaces ouverts sont de plus en plus dominants avec la persistance de petites zones boisées. Bien que la tendance reste humide, l'environnement devient plus sec.

L'industrie lithique est rattachée à un Moustérien typique (Vuillemeys, 1989). Comme dans la couche sous-jacente, le silex est la matière première dominante. Cinq outils en quartzite et un en opale indiquent que leur débitage n'est pas fait sur place. Si les vestiges lithiques sont abondants, une fois rapportée au volume de la couche, la densité lithique est 2 fois inférieure à celle de la couche XX. La densité des restes de faune est légèrement plus faible.

Si le Cerf et le Cheval restent les espèces principales, l'ordre des espèces est inversé. Le Cheval domine avec 40% du NRD tandis que le Cerf compte pour 29%. L'Ours spéléen est à la troisième place avec 13% du NRD. Les Carnivores sont un peu mieux représentés et leur impact est plus marqué. Ils ont participé à l'accumulation et sont responsables de la présence du Chamois et certainement du Lièvre. Malgré tout la grande majorité de l'assemblage est d'origine anthropique et les Carnivores n'ont fait que modifier les éléments délaissés par les Préhistoriques.

Concernant le Cheval, le profil de mortalité ressemble à un profil catastrophique c'est-à-dire un abattage aléatoire (fig.X-2). Deux des adultes sont des femelles gestantes. Les carcasses ne sont pas ramenées entières sur le site. Seuls les éléments avec un grand intérêt nutritionnel sont rapportés.

Toutes les étapes de la boucherie primaire comme secondaire sont réalisées. La viande chevaline semble avoir été prisée : vertèbre, côte, humérus, coxal, fémur et tibia indiquent des stries de découpes issues du décharnement. Même la langue a été prélevée. La moelle est tout autant voir plus recherchée, la fracturation est observée sur les os présentant une cavité médullaire volumineuse.

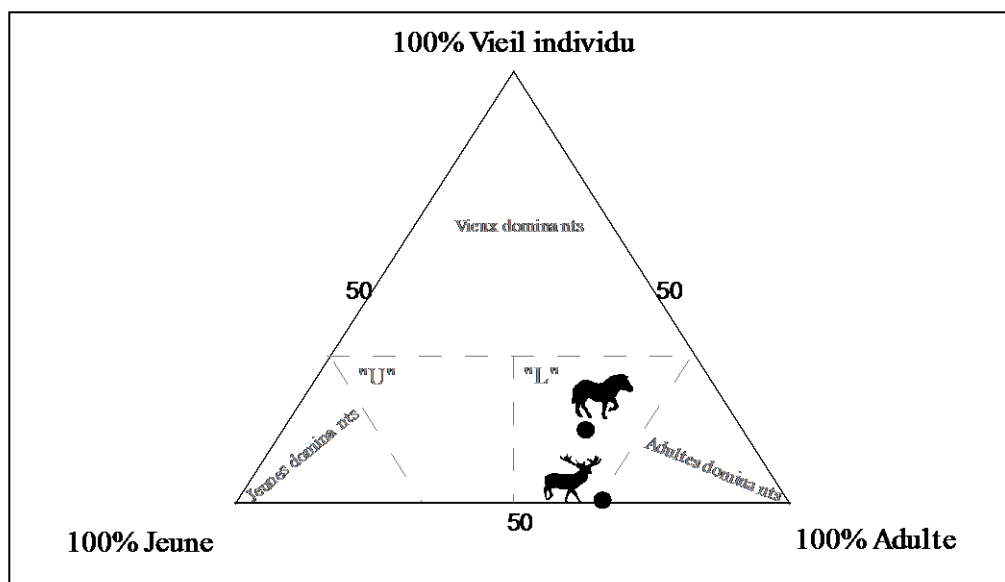


Fig. X-2 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Projections des profils de mortalité du Cerf et du Cheval dans un diagramme ternaire (selon Stiner, 1990).

La chasse au Cerf est orientée vers les adultes (fig.X-2). Cette fois encore, un transport différentiel de la carcasse est mis en place par les Néandertaliens. La moelle semble particulièrement recherchée. Le décharnement est, lui aussi bien observé.

Les Préhistoriques sont les premiers à accéder à la carcasse de Bison soit parce qu'ils l'ont chassés soit par charognage actif. Les éléments du membre postérieur sont largement plus fréquents. La viande et la moelle sont récupérées.

Le Mégacéros n'est représenté que par quelques restes suggérant un charognage passif de cette espèce.

Le Renne est lui aussi documenté par un faible nombre de restes appartenant à un vieil individu. Les traces anthropiques concernent le dépouillement et la fracturation. Nous pouvons également envisager un charognage de cette espèce.

La couche XIX se distingue très nettement des autres par son pourcentage élevé d'os brûlés qui pourrait se rapporter à l'utilisation de l'os comme combustible.

L'occupation de la cavité par les Hommes préhistoriques s'est faite principalement en automne. Le Cheval montre une seconde période d'occupation entre la fin de l'hiver et l'été.

L'épaisseur de la couche (1m20) permet d'envisager plusieurs épisodes de chasse.



## I.4. couche XVII-XVIII (annexe 82)

L'environnement est toujours largement ouvert avec la présence de petits bois. Le climat est un peu plus froid et sec. La présence du Renne augmente et le Renard polaire apparaît.

Les données concernant l'impact des Carnivores, l'activité anthropique et l'industrie lithique sont en faveur d'une courte occupation de la cavité par les Préhistoriques. L'Ours est l'espèce principale (37% NRD). Le Cheval puis le Cerf sont les ongulés dominant avec respectivement 23% et 10% du NRD. La densité faunique est relativement faible.

Le Renard et le Loup ont activement participé à la formation de l'assemblage. Ils sont notamment responsables de la présence des Caprinés et du Lièvre. Il n'est pas exclu qu'ils aient également tué ou charogné d'autres espèces d'autant plus, que pour les moyens Cervidés et le Cheval, des jeunes et des vieux individus plus vulnérables sont observés. Du point de vue des modifications, les Carnivores ont consommé les os les plus charnus même sur des ongulés de grandes tailles.

Néanmoins les Hommes préhistoriques ont exploité diverses espèces telles que le Cheval, le Cerf, le Renne, le Bison et le Mégacéros. Les Néandertaliens montrent un accès primaire sur les carcasses d'ongulés de grandes tailles.

Le Cheval a été exploité tant pour sa viande que pour la moelle. En effet, les Préhistoriques ont fracturé les éléments ayant un faible volume de cavité médullaire mais dont la moelle est remobilisée en dernier. Comme dans les autres couches seuls les os longs et le crâne sont ramenés.

Concernant le Cerf, le Renne et le Bison l'acquisition de leur carcasse est difficile à appréhender d'autant plus que certaines carcasses ont pu être apportées par les Carnivores (sauf le Bison).

Un charognage passif peut être avancé pour le Mégacéros, les restes lui appartenant sont rares et les éléments exploités sont des os peu riche en viande où seule la moelle a été récupérée.

C'est la seule couche où les retouchoirs ont pour support des espèces secondaires. Les Préhistoriques ont semble-t-il opté pour la forte épaisseur de la compacta du Bison et du Mégacéros assurant une meilleur rigidité.

Deux périodes d'occupation ont été déterminés : le printemps et l'automne.

La couche XVII-XVIII relève d'une occupation anthropique de courte durée et d'une occupation de la cavité par les Carnivores plus marquée.

L'un des carrés à l'aplomb du porche a livré un très beau mobilier ce qui amena M. Vuillemeys a pensé que la zone occupée par les Moustériens serait en avant du porche dans une zone non fouillée (Vuillemeys, 1989). La présence plus fréquente de l'Ours et l'action plus intense des Carnivores laissent plutôt penser que la grotte n'a pas été occupée longtemps par les Hommes.

## I.5. couche XVI (annexe 83)

Le climat de la couche XVI reste froid. Les données isotopiques montrent des températures moyennes de  $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ . L'environnement est légèrement plus fermé et plus humide.

L'industrie lithique de la couche XVI est associée à un Moustérien à denticulés de débitage discoïde (Vuillemeys, 1989 ; Thiebaut, 2005). La densité lithique et faunique est relativement élevée et ressemble à celle de la couche XX. En revanche, l'outillage ne compose que 29% du corpus lithique et

les proportions chaille/silex sont inversées. La présence d'outils en opale et en chaille vacuolaire sous entend que le débitage a lieu ailleurs (Thiebaut, 2005).

Les moyens Cervidés dominent le spectre de faune : Renne (25% du NRD) et Cerf (22%). Le Cheval ne représente plus que 9% du NRD.

Si le Renne est l'espèce ayant livré le plus de restes c'est également celle qui présente le moins de traces anthropiques et le plus de traces de Carnivores.

Le Cerf et le Bison indiquent des modifications humaines et Carnivores proportionnellement équivalentes, l'impact anthropique étant prépondérant. Toutes les étapes de la chaîne opératoire de la boucherie (sauf l'éviscération) sont pratiquées sur ces deux espèces.

Dans cette couche, la chasse est orientée vers les groupes matriarcaux de Cerf et de Bison. Chez le Cerf, la viande et la moelle ont largement été exploitées. Le crâne et les bas de patte semblent être abandonnés sur le site d'abattage. Concernant le Bison, là aussi viande et moelle sont récupérés. Les os longs sont sur-représentés.

Seule la viande a été retirée pour le Cheval, aucune trace de percussion n'est observée. Les éléments concernés indiquent un accès primaire de l'Homme à la carcasse toutefois l'acquisition en terme de chasse ou de charognage est plus hasardeuse.

Les traces anthropiques présentes sur les os longs de Renne consistent principalement à fracturer les éléments afin de récupérer la moelle. Le décharnement n'est observé que sur une diaphyse proximale de tibia.

L'interaction entre l'Homme et le Chevreuil est uniquement visible par une fracturation d'un métatarse. Un charognage passif pourrait expliquer sa présence.

Tous les indices convergent vers une occupation de la grotte par les Préhistoriques en automne. Les informations sur la saisonnalité sont données par le Cerf, le Bison et le Cheval (à partir de 3 éléments différents).

## I.6. couche XV (annexe 84)

Le climat de la couche XV est un peu plus froid. Les sédiments montrent une augmentation des éléments cryoclastiques. La température moyenne annuelle décroît et est estimée à  $7^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . L'environnement est toujours très ouvert mais l'ambiance est plus humide.

L'industrie lithique est rattachée au Moustérien typique comme dans la couche XIX (Vuilleme, 1989). Si la densité lithique est identique, la densité osseuse est deux fois moins élevée.

Le silex et la chaille sont utilisés dans des proportions équivalentes, un éclat en chaille jaspoïde et un en quartzite sont présents.

Une phalange de cygne montre des stries de découpe (Mourer-Chauviré, 1989).

La couche XV se rapproche de la précédente par ses fréquences de traces carnivores et anthropiques. Le Cerf est, cette fois encore, l'espèce la plus exploitée, puis viennent le Cheval et le Bison. Toutes les étapes de la boucherie sont observées. La fracturation semble plus marquée.

Les Carnivores ont modifié l'assemblage en consommant les éléments abandonnés par les Préhistoriques. Ils ont également pu accumuler des carcasses comme celles de Bouquetin ou de Lagomorphe.

Les Préhistoriques chassent au sein des hardes de femelles suitées de Cerf. Ils ont récupéré la viande et surtout la moelle. Crâne et bas de patte sont absents et ont probablement été laissés sur le site d'abattage.

Les stries de découpes présentes sur les restes de Chevaux soulignent l'intérêt des Hommes pour sa viande. Les os longs ont aussi été fracturés.

De même pour le Bison, viande et moelle sont récupérées, les indices sur l'accès primaire ou secondaire à la carcasse sont rares. Toutefois, des traces de crocs (*score*) sur un coxal et un os long témoignent de la consommation d'une partie de la viande par les Carnivores.

Le Chevreuil présente également un décharnement de la partie inférieure des membres uniquement. Le tibia, élément offrant une des plus grandes cavités médullaires, est fracturé.

Les restes de Rennes ne documentent que l'acquisition de la moelle.

Un seul reste d'Equidé fournit une information sur la période d'occupation de la cavité par les Préhistoriques : l'automne.

## I.7. couche XII, XIII et XIV

Ces couches n'ont livré que très peu de matériel ne permettant pas d'études approfondies. La seule constante est une modification plus poussée des Carnivores par rapport à l'action anthropique quand celle-ci est présente.

## I.8. couche VIII (annexe 85)

Les espèces présentes et les données géochimiques s'accordent sur un climat tempéré de type interstade. La température moyenne annuelle est légèrement supérieure à celle actuelle. Le paysage est relativement fermé et humide.

L'industrie lithique a initialement été rattachée au Moustérien riche en raclours (comme la couche XX) (Vuilleme, 1989). Un ré examen par P. Lopinet rapproche cette collection d'un Moustérien charentais de type Ferrassie à débitage discoïde. Les densités lithiques et osseuses sont fortes, toutefois ces informations doivent être prises avec précaution du fait que cette couche est issue d'un probable remaniement (Campy, 1989).

Le spectre de faune est dominé par le Chevreuil (36% du NRD) puis le Cerf et le Cheval (16%). Le Chevreuil ne montre aucune trace anthropique et très peu de Carnivores. Tandis que Cheval et Cerf sont bien modifiés par ces deux agents.

Le Cerf est une fois de plus l'espèce la plus exploitée pour la viande et la moelle. Le Cheval ne présente que des traces liées au décharnement.

Le Renne comme dans les autres couches n'indique qu'un raclage de métacarpe en vue d'une fracturation.

Plusieurs petites stries courtes sur un humérus entier de Castor concernent le prélèvement de la viande.

## Calage biochronologique de la Baume de Gigny

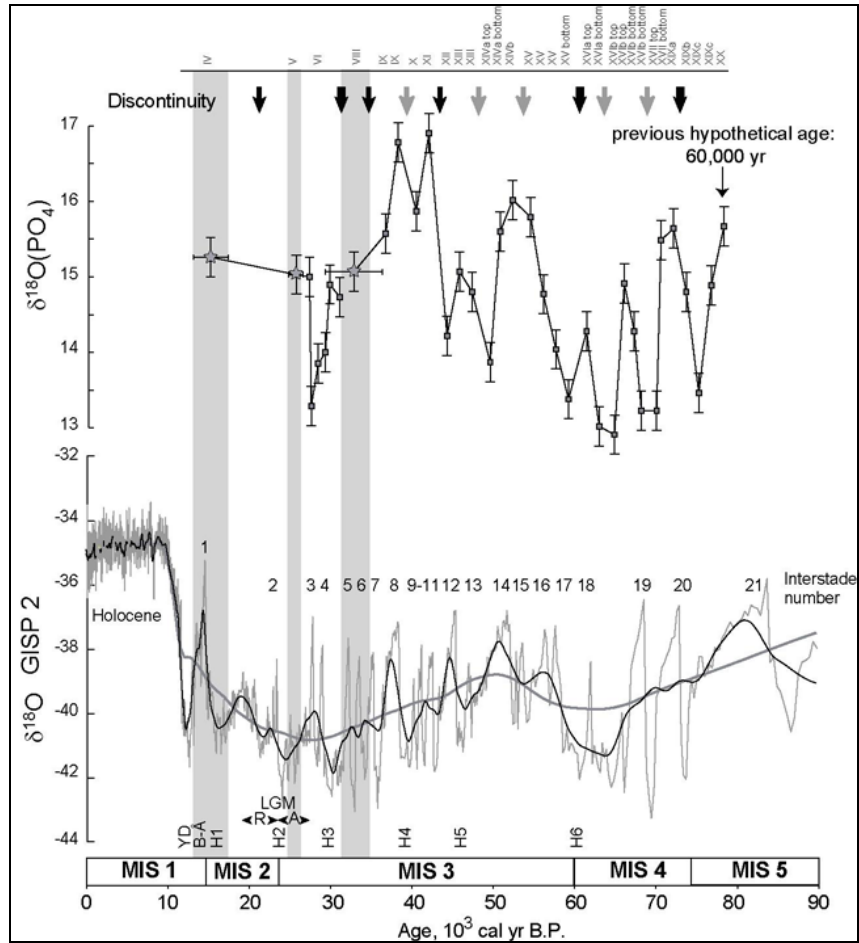
Les couches de l'ensemble moyen renfermant les industries moustériennes se situent entre un plancher stalagmitique (à la base) : couche XXIa daté par les méthodes  $^{234}\text{U} / ^{230}\text{Th}$  et ESR d'environ 145 Ka et la couche VIII (au sommet) dont l'âge est obtenu par des datations radiocarbone : 33,4 Ka cal BP. En l'absence de datation absolue pour les autres couches, d'autres critères ont été utilisés afin d'affiner leurs attributions chronologiques. M. Campy, lors de son doctorat intitulé « Le quaternaire franc-comtois : essai chronologique et paléoclimatique » avait attribué sur des bases sédimentaires, les couches XX à XVI de la Baume de Gigny au Weichsélien ancien (MIS 5d-4)(Campy, 1982).

Par la suite l'âge de la couche XX a été modifié et estimé à 60 Ka BP en raison de la présence du rongeur *Lagurus lagurus* dans cette couche (Campy *et al.*, 1989 ; Campy et Chaline, 1993 ; Chaline *et al.*, 1995). L'ensemble moyen correspondrait alors au stade MIS 3. Les travaux de J.-M. Cordy montrent que cette espèce est issue de plusieurs phases migratoires pouvant être plus anciennes (Cordy, 1988). De plus, F. Delpech considère ce rongeur comme une espèce caractéristique des biozones 2 et 3 (MIS 5e à début MIS 4) (Delpech, 1996). C'est d'ailleurs la présence de cette espèce qui conduit J.-M. Cordy et Paupe à avancer un âge Weichsélien ancien (MIS 5) pour la partie supérieure du remplissage de Romain la roche (Doubs) situé près de la Baume de Gigny.

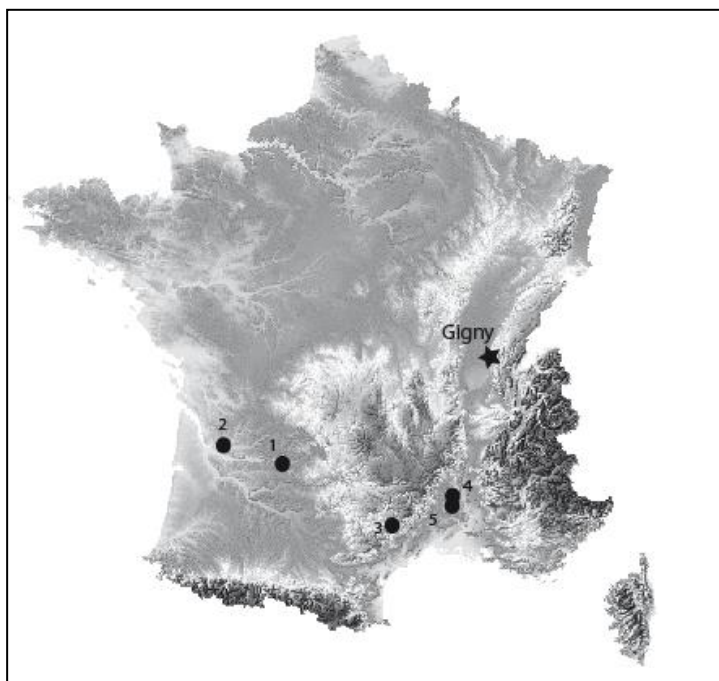
Des analyses isotopiques de l'oxygène du phosphate de l'émail dentaire des rongeurs ont conduit N. Navarro à tenter de corréler le signal qu'il obtient avec la courbe isotopique de la carotte glaciaire GISP 2 (fig.X-3) (Navarro *et al.*, 2004). Sa comparaison lui permet de proposer un âge pour la couche XX d'environ 80 Ka (MIS 5a).

Les analyses isotopiques de l'oxygène réalisées sur le phosphate de l'émail des dents de grands mammifères montrent des tendances en accord avec celles des rongeurs pour les couches XX à XVI (chapitre 3-2). L'étude sur les paléoenvironnements montre que la couche XX s'est déposée dans un contexte tempérée humide (chapitre 3-3) ce qui pourrait s'accorder avec l'appartenance de cette couche au stade MIS 5a. En effet, d'autres sites datés de cette période présentent un climat tempéré humide (Meignen, 1993 ; Delpech, 1996).

L'étude des spectres fauniques peut-elle apporter de nouveaux renseignements ? Nous avons comparé les spectres de faunes de 11 couches appartenant à 5 sites différents (fig.X-4 ; tab.X-1) : Combe-Grenal (couche 50 et 52), Les Canalettes (couche 2 et 3), L'abri du Maras (couche inférieure), la grotte Saint-Marcel (ensemble 7) et Régourdou (couche 5, 6, 7).



**Fig. X-3** (La Baume de Gigny) : (Navarro *et al.*, 2004 ; p.180) : Comparaison du  $\delta^{18}\text{O}$  du  $\text{PO}_4$  des dents d'arvicoliné avec l'enregistrement du  $\delta^{18}\text{O}$  de la carotte glaciaire GISP 2 (Grootes et al. 1993) pendant les derniers 90 Ka. La partie supérieure de la séquence a été dilatée ou contractée afin de corréliser les datations radiocarbonnes (étoile grise) avec l'échelle de temps. Les zones grises correspondent aux ages incertains. MIS: Marine Isotopic Stages; YD: Younger Dryas; B-Å: Bølling-Ålerød interstade; H#: évènement d'Heinrich ; A and R: phase d'avancée et retrait du glacier jurassien pendant le dernier maximum glaciaire (Buoncrisiani et al. 2002).



**Fig. X-4** (La Baume de Gigny) : Localisation géographique des sites utilisés pour les comparaisons des spectres de faune : 1. Combe-Grenal ; 2. Regourdou ; 3. Les Canalettes ; 4. Saint-Marcel ; 5. Le Maras.

✓ **Combe-Grenal** (Dordogne) : l'estimation de l'âge des couches 50 et 52 repose sur la corrélation avec les couches 5, 6, 7 du Régourdou et le plancher stalagmitique B de la grotte Vaufrey (Delpech, 1996). Ce dernier est daté de  $91 \pm 51$  Ka par la méthode U/Th. L'étude de la faune a été réalisée par (J.-L. Guadelli, 1987 ; G. Laquay, 1981 et F. Prat, 1968 in Delpech, 1996).

✓ **Régourdou** (Dordogne) : cf. ci-dessus pour l'estimation de l'âge. La faune de grands mammifères a été étudiée par F. Delpech (1996).

✓ **Les Canalettes** : les couches 2 et 3 dont les études fauniques ont été menées par J.-P. Brugal et M. Patou-Mathis (in Meignen, 1993). La couche supérieure est datée par thermoluminescence de  $73,5 \text{ Ka} \pm 6 \text{ Ka}$  (Valladas *et al.*, 1987 in Delpech, 1996).

✓ **La grotte Saint-Marcel** : l'âge de l'ensemble 7 (couche g à j) reste à ce jour relativement imprécis (MIS 3 ou fin MIS 5) (Debard, 1988). La présence d'un Cerf de petite taille dans la couche g (*i.e. Cervus elaphus simplicidens*) déterminé par J.-L. Guadelli (1987) tend à rattacher cette couche de la fin du stade 5. La faune a été déterminée par E. Crégut, N. Boulbès et C. Daujeard (in Daujeard, 2008).

✓ **L'abri du Maras** : l'ensemble inférieur est daté par la méthode U/Th entre 70 Ka et 90 Ka (Moncel & Michel, 2000). L'étude de la faune a été réalisée par C. Daujeard (2008).

	Gigny	Les Canalettes		Combe-Grenal		Le Régourdou			Saint Marcel			Maras
	c. XX	c.2	c.3	52	50	5	6	7	g	h	i	inf
Renne				3	2 ?	1						5
Mammouth		1										
Rhinocéros laineux												
Rhinocéros de Mercks		2	5	2	1							
Bovins	24	33	75	24	28	2	1	3		3	3	
Cheval	110	114	286	54	81					2	5	11
Hydruntin			19	7	2						2	
Cerf	275	180	645	655	680	37	5	14	511	624	492	15
Mégacéros				5	7						1	
Chevreuril		2	35	64	16	11	1	17	31	67	74	1
Sanglier		1	4	40		3			1	2	2	1
Chamois		13	51									
Bouquetin		2	15						9	10	9	
% Cerf	68 %	52 %	57 %	77 %	83 %	68,5	71,4	41,2	93 %	88 %	84 %	46 %

Tab. X-1 (La Baume de Gigny) : Spectres fauniques des sites dont l'âge correspond à la fin du stade 5.

Bien que le site de la Baume de Gigny soit situé plus au Nord, le spectre de faune ne diffère pas statistiquement de la plupart des sites dont l'âge correspond à la fin du stade 5 (tab.X-2). Les couches 5 et 7 du Régourdou ainsi que la couche g se distinguent par la quasi absence du Cheval et l'abondance du Chevreuril (non observé dans la couche XX de la Baume de Gigny). La couche XX se rapproche nettement des couches du site des Canalettes et de la couche 50 de Combe-Grenal. Dans tous ces ensembles, le Cerf est systématiquement l'espèce principale et peut dépasser 80% du NRD du spectre faunique (ensemble 7 de Saint-Marcel, couche 50 de Combe-Grenal). Le Chevreuril et le Sanglier sont totalement absents de l'assemblage de la couche XX. Deux hypothèses peuvent alors être avancées : une situation plus septentrionale de la Baume de Gigny, cependant le Chevreuril est observé dans des couches déposées lors de climat plus froid (c. XVI et XV) et domine dans la couche VIII également de climat tempéré humide. La seconde hypothèse repose sur le fait que cette couche est d'origine anthropique presque exclusivement (cf. chapitre 3-3) et que cette espèce n'a pas été exploitée par les Préhistoriques. L'étude archéozoologique pourrait être en faveur de cette dernière

hypothèse car dans le reste de la séquence le Chevreuil est rare et montre un impact humain limité à du charognage souvent secondaire. La confrontation de nos données avec le site de Romain la roche n'a pu se faire que sur la base de la liste faunique, par conséquent en l'absence de l'abondance relative des différents taxons il est difficile de tenter plus de rapprochement. La parution prochaine de la monographie (sous la direction de C. Guérin) devrait permettre d'approfondir ces comparaisons.

c. XX	Les Canalettes		Combe-Grenal		Saint-Marcel			Maras	Régourdou		
	c.2	c.3	52	50	g	h	i	inf	5	6	7
	<b>0,76</b>	<b>0,75</b>	<b>0,62</b>	<b>0,78</b>	0,19	<b>0,58</b>	<b>0,58</b>	0,54	0,38	<b>0,60</b>	0,50

**Tab. X-2** (La Baume de Gigny) : Corrélation des rangs de Spearman entre la couche XX de la Baume de Gigny et les autres sites dont l'âge correspond au MIS 5a.

Par ailleurs, un Cerf de petite taille (*i.e. Cervus elaphus simplicidens/ Cervus simplicidens* suivant les auteurs) apparaît être une forme caractéristique de cette époque (Delpech, 1996 ; Delpech & Grayson, 2007). F. Delpech et F. Prat, lors de l'étude paléontologiques des Cervidés montrent que le Cerf de la couche XX se distingue morphométriquement des Cerfs des couches sus-jacentes par des dents moins puissantes suggérant une taille plus petite (Delpech & Prat, 1989). Néanmoins selon ces auteurs, il ne se différencie pas suffisamment pour être attribué à *C. simplicidens*.

Pour conclure, sur l'attribution chronologique de la couche XX de la Baume de Gigny, tous les indices confirme le rattachement de la couche au MIS 5a. La péjoration climatique qui fait suite, documentée par les données géochimiques et fauniques des couches XIX, XVII-XVIII, XVI et peut être XV, correspondrait par conséquent au début du MIS 4. Ainsi contrairement, à ce qui était proposé précédemment (Campy & Chaline, 1993 ; Chaline *et al.*, 1995) le début du stade 4 est bien représenté à la Baume de Gigny. Le calage chronostratigraphique des couches XX à XVI dépasse le cadre du site même, puisque la séquence de la Baume de Gigny sert de référence pour les gisements moustériens francs-comtois. Ainsi les couches VII à IV d'Echenoz-la-méline, X à IIIa de Casamène et CIII à CII de La Piquette sont corrélés stratigraphiquement avec les couches XX à XVI de la Baume de Gigny.

## Synthèse (annexe 86)

L'étude intégrée des données climatiques, environnementales et archéozoologiques a permis de montrer une occupation de la cavité pendant toute la période MIS 5a transition MIS4. Lors des périodes les plus clémentes, la cavité a été occupée de manière relativement longue (couche XX) avec une économie de subsistance basée sur la chasse du Cerf et du Cheval. Le Cerf semble avoir été exploité principalement pour sa moelle, tandis que le Cheval montre une récupération de la viande prépondérante.

Plus le climat se dégrade, plus la durée de l'occupation de la cavité par les Néandertaliens se réduit. Les Carnivores sont de plus en plus présents. Parallèlement, la chasse orientée vers l'acquisition du Cerf et du Cheval tend à se diversifier avec l'augmentation des conditions rigoureuses. Ce constat peut être le reflet d'une adaptation des Préhistoriques à leur environnement. Plus

certainement, le lien est à faire avec la durée d'occupation de la cavité qui semble se réduire. La présence des Moustériens dans la grotte correspond systématiquement à l'automne (bonne saison).



# Vergisson II



# 1. Présentation du site de Vergisson II

## I. Localisation géographique, contexte géologique

Le site de Vergisson II fait partie d'un ensemble de cinq cavités localisées dans la Roche de Vergisson (484m). Elle se situe à égale distance des villages de Davayé et de Vergisson, à une dizaine de kilomètres à l'Ouest de Mâcon (fig.XI-1) (Gauthier, 1954).

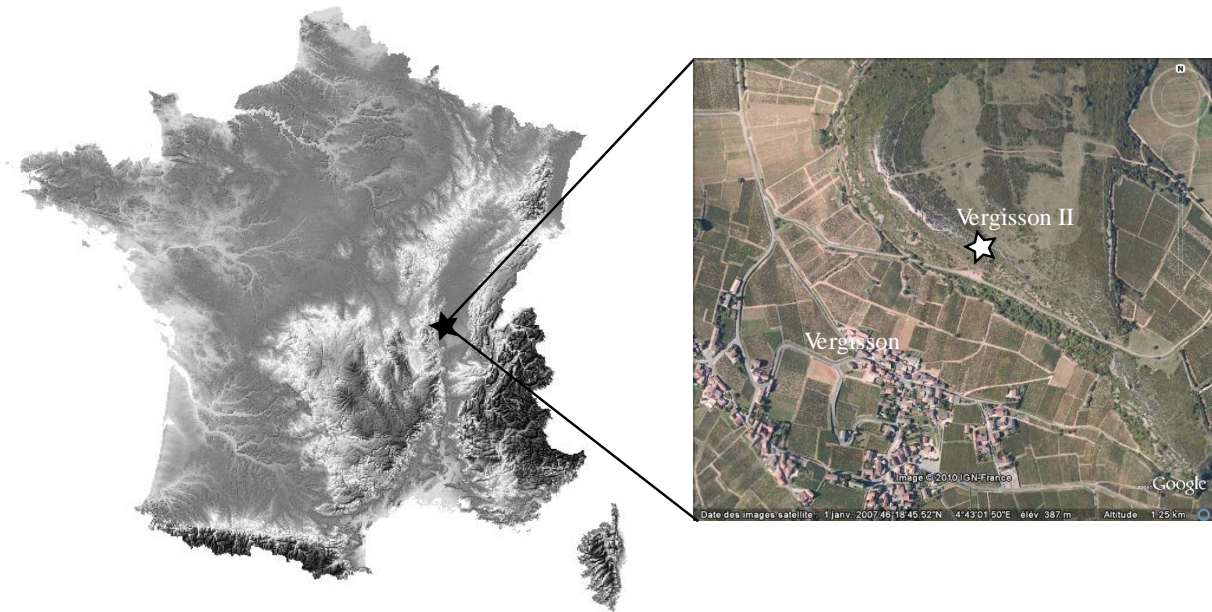
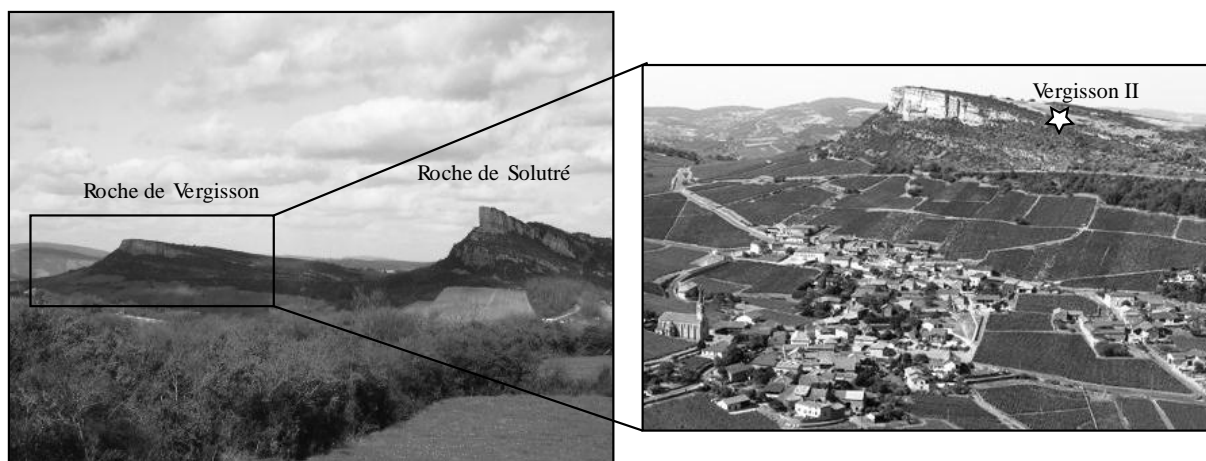


Fig. XI-1 (Vergisson II) : Localisation géographique.

Au Cénozoïque, l'orogénèse alpine induit des modifications du paysage dans les régions environnantes. Ainsi la Bourgogne voit l'effondrement du bassin de la Saône et à l'Ouest des plateaux se forment et basculent vers l'Est. La Roche de Solutré et la Roche de Vergisson en sont les exemples les plus connus. Au sommet de ces barres rocheuses, le calcaire récifal à polypiers (Bajocien moyen) protège de l'érosion le calcaire à entroques (Bajocien inférieur et moyen) sous-jacent. C'est au sein de ce dernier qu'est observé, pour la Roche de Vergisson, un « joint de stratification permettant le drainage des eaux issues des diaclases tectoniques et des cheminées de dissolution » (Combiér, 2001) entraînant le développement d'une série de cavités karstiques (fig.XI-2). Toutes ces cavités sont alignées le long du flanc méridional de la Roche de Vergisson.



**Fig. XI-2** (Vergisson II): Topographie de l'environnement de la grotte de Vergisson II (à gauche : <httpwww.visoterra.comphotos-bourgogneroches-de-vergisson-et-de-solutre.html> ; à droite : <httpa33.idata.over-blog.com0489419geonos-lieux-d-activit-svillage-de-vergisson-156755.jpg>)

## II. Historique des fouilles et des recherches

La première cavité (Vergisson I ou grotte des tasnières) a été découverte dès le XIX<sup>e</sup>S et des fouilles ont été entreprises par H de Ferry en 1850 (H de Ferry, 1870 *in* Jeannet, 1970). Les quelques pièces d'industrie lithique mises au jour ont été rattachées par A. Arcelin au Moustérien (Arcelin, 1881 *in* Combiér, 2001). Le gisement avait déjà fait l'objet d'une exploration préalable par d'autres chercheurs et spéléologues. De 1965 à 1972, M. Jeannet repris des fouilles suites à des activités clandestines menaçant le site. La fouille se porta sur la terrasse en avant de la cavité. La chute de l'abri (post-Würm) perturba fortement la stratigraphie, néanmoins une industrie lithique moustérienne de type Quina associée à une faune dominée nettement par le Renne puis le Cheval et les Bovinés est observée (faune étudiée par E. Lartet). La présence du Mammouth et du Chamois est attesté par quelques fragments dentaires. Les Carnivores sont également bien représentés en particulier l'Hyène, le Loup et l'Ours. Par ailleurs sept dents humaines ont été découvertes dont au moins deux sont néandertaliennes et appartiendraient à un individu d'une vingtaine d'années (Jeannet, 1970) ainsi que des phalanges.

Lors de prospections (1953-1962) réalisées par A. Aufranc et J. Combiér, d'autres sites ont été découverts. Il s'agit de fissures ou de petites cavités, elles sont toutes alignées selon le pendage général et s'ouvrent au Sud, Sud-Est.

Le site de Vergisson III (ou grotte Dailler) découvert en 1953 et fouillé de 1956 à 1957 par A. Jeannet, n'a livré que peu d'industrie lithique, il semblerait que se soit un repaire d'Hyène.

Le plus important gisement est celui de Vergisson IV. Il s'agit d'une grotte effondrée. Elle fut découverte en 1954 puis fouillée par J. Combiér entre 1957 et 1962. Onze couches composent la stratigraphie. La cavité a été occupée alternativement par les carnivores et par les Hommes préhistoriques. Une dent humaine a été mise au jour. C'est le seul site montrant une réoccupation du site au paléolithique supérieur.

En 1957, des chasseurs désirant piéger un Renard découvrent le cinquième gisement (Vergisson V). La fouille menée de 1959 à 1960 indique la présence de deux niveaux moustériens. La

faune y est très riche et signale notamment la présence du Mammouth, du Rhinocéros laineux et du Cheval (Chaput, 1998).

La grotte de Vergisson II est également connue sous le nom de la grotte de la Maréchaude ou grotte de Ronzevaux. Il s'agit d'une cavité de petite dimension (moins de 10m<sup>2</sup>) composée de deux salles avec vers le fond des départs de petits diverticules quasi inaccessibles. Elle fut découverte en 1946 par des spéléologues, l'entrée était totalement obstruée par les sédiments, seul un terrier en matérialisait sa présence (Gauthier, 1954). Cette même année, M. Fessie entama la fouille du gisement (première salle). Elle livra de la faune et des pièces lithiques cependant aucune documentation écrite n'existe. En 1953, A. Jeannet reprit la fouille du site, J. Combier lui succéda dès 1954 et jusqu'en 1961. Il ne restait alors plus que les niveaux profonds en avant de la grotte et sous les déblais des anciennes fouilles. Il mit en place un système de carroyage pour la fouille de la deuxième salle (fig.XI-3). Les placages sédimentaires restés sur les parois ont permis d'établir la stratigraphie du site. Six couches ont pu être individualisées (fig.XI-4).

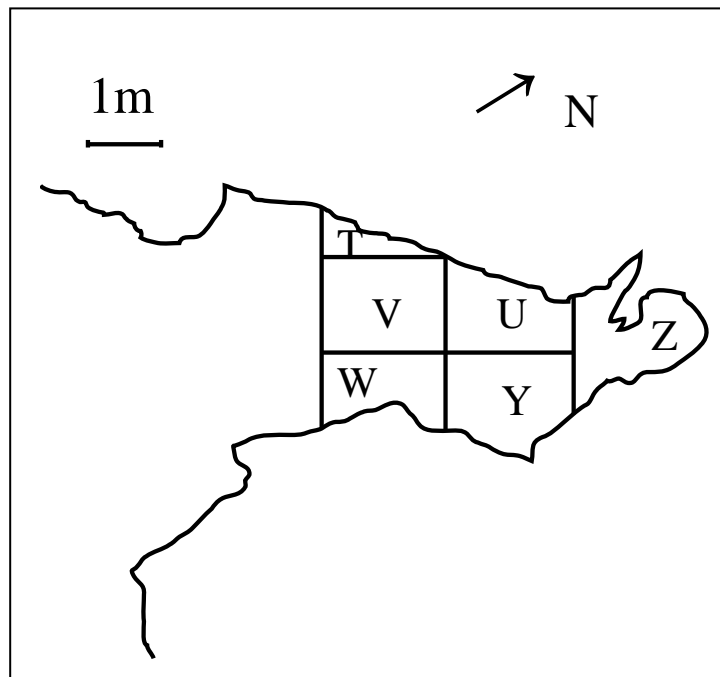


Fig. XI-3 (Vergisson II) : Plan de la grotte (Chaput, 1998).

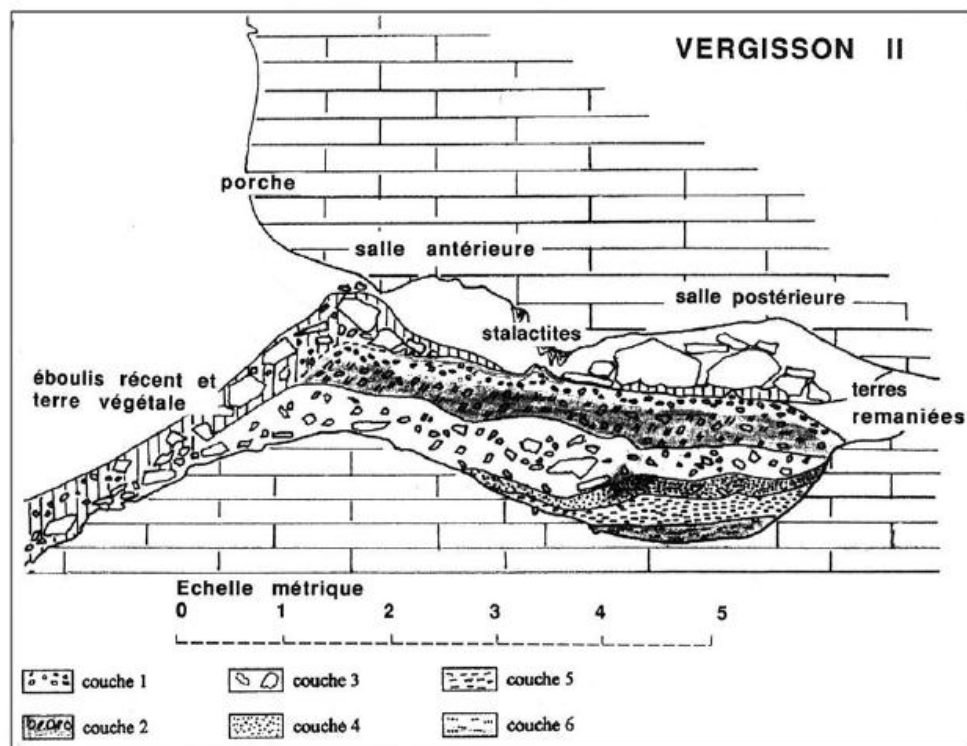


Fig. XI-4 (Vergisson II) : Coupe stratigraphique de la cavité (Combiér, 2001).

✓ **Couche 1** : 5 à 10cm

Le sédiment pulvérulent ou pris en brèche est de couleur rosâtre avec un « cailloutis disséminé » (Combiér, 2001). Présence de zones carbonatées blanches. Un plancher stalagmitique recouvre localement le dépôt.

✓ **Couche 2** : 30 à 35cm, puissance homogène.

Il s'agit d'une couche très argileuse de couleur brun-rouge qui contient des éléments de calcaire (bocailles ou plaquettes) de tailles diverses provenant du plafond et des parois. Par ailleurs cette couche a livré la plus importante quantité de restes fauniques et lithiques du remplissage. A certains endroits ces restes forment de « véritables lentilles de vestiges très concentrés » (Combiér, 2001). Des coprolithes d'Hyènes ont également été retrouvés.

✓ **Couche 3** : jusqu'à 60cm, puissance variable

L'épaisseur de cette couche sablo-argileuse est extrêmement variable, elle s'amincit considérablement vers le fond de la cavité tandis qu'à certain endroit elle mesure jusqu'à 60cm. Elle se compose de lentilles sédimentaires formées par ruissellement depuis l'extérieur de la grotte. Cette couche contient des bocailles ainsi qu'un petit cailloutis.

✓ **Couche 4** : puissance variable

Il s'agit d'une formation lenticulaire composée de sédiment argileux rougeâtre, de graviers karstiques et de nodules ferro-manganiques. Aucune trace d'éléments calcaires provenant du plafond ou de la paroi n'est visible. Elle contient également quelques fragments osseux de couleurs noirs en raison de la présence d'oxydes métalliques dans le sédiment. Cette couche se rencontre essentiellement dans la

deuxième salle, les apports sédimentaires provenant certainement des diverticules situés au fond de la grotte (Combiér, 2001).

✓ **Couche 5** : 20 à 30cm

Cette couche ressemble à la précédente par son apparence lenticulaire, cependant sa teinte et sa texture diffèrent. Elle est de couleur orangée et le sédiment est sec. Cette couche est totalement stérile.

✓ **Couche 6**

C'est une formation résiduelle qui n'occupe que 2m<sup>2</sup>. Elle comble les irrégularités du sol rocheux de la seconde salle. Entre le sol et cette couche, un fin lit argileux verdâtre est observé. Cette couche est, elle aussi, stérile.

## II.1. Etude de l'industrie lithique de la couche 2 (Combiér, 2001)

L'analyse techno-typologique de l'industrie lithique conduite par J. Combiér tend à rapprocher le matériel lithique à un Moustérien de type Quina (Annexe 87). L'outillage est réalisé à partir de matière première locale (argile à silex du Mâconnais) dont les affleurements les plus proches sont à moins de 10 km. La présence d'ateliers de taille moustériens à cet endroit est connue. Le silex y est de bonne qualité. Les Préhistoriques ont également utilisé, dans une moindre mesure, le quartz de filon ainsi qu'une roche basaltique. La chaille bajocienne aux alentours de la cavité n'a été que peu exploitée car peu propice au débitage. A noter que les nucléus et les éclats de taille sont extrêmement rares « comme si l'industrie lithique avait été apportée pour être utilisée dans la grotte, mais en grande partie fabriquée ailleurs » (Combiér, 2001). Cette hypothèse pourrait être confirmée par la découverte en 1997, dans le village de Solutré, au sein d'un dépôt de pente cryoclastique, d'un gisement de plein air où se mêlent restes osseux et lithiques. L'industrie s'apparente fortement à celle de Vergisson II à la différence que les nucléus et les éclats de taille sont retrouvés en abondance.

## II.2. Etude de l'assemblage osseux de la couche 2 (Chaput, 1998 ; 2001)

L'assemblage osseux étudié a déjà fait l'objet d'une première analyse. Bien que F. Chaput ait mentionné la présence de stries de découpe sur certaines pièces, l'étude qu'elle a menée sur le matériel ostéologique était essentiellement d'ordre paléontologique. Le nombre de restes déterminés pour chaque espèce ainsi que le nombre minimum d'individus estimés sont rapportés dans le tableau XI-1.

	NRD	NMIc
<i>Vulpes vulpes</i>	264	7
<i>Canis lupus</i>	200	6
<i>Crocuta crocuta</i>	14	4
<i>Ursus spelaeus</i>	13	5
<i>Felis sp.</i>	11	2
<i>Meles meles</i>	7	3
<i>Panthera leo spelea</i>	4	2
<i>Gulo gulo</i>	2	1
<i>Mustela erminea</i>	1	1
<i>Lynx lynx</i>	1	1
<i>Rangifer tarandus</i>	1675	31
<i>Equus caballus</i>	475	6
<i>Bison priscus</i>	226	9
<i>Cervus elaphus</i>	29	2
<i>Mammuthus primigenius</i>	14	1
<i>Capra ibex</i>	8	1
<i>Equus hydruntinus</i>	6	1
<i>Sus scrofa</i>	3	2
<i>Capreolus capreolus</i>	2	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	1
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	1	1
<i>Saïga tatarica</i>	1	1
<i>Lepus europaeus</i>	13	3
<i>Castor fiber</i>	2	1
<i>Marmotta marmotta</i>	1	1

**Tab. XI-1** (Vergisson II) : Liste faunique et décompte des espèces de mammifères déterminées (Chaput, 2001).

L'étude paléontologique du matériel livre les résultats suivants :

- une seule espèce de Renard est présente, il s'agit du Renard commun (*Vulpes vulpes*). Il serait plus grand que la taille moyenne de ceux du Pléistocène d'une région plus au Sud. D'un point de vue des comportements humains, la représentation squelettique (essentiellement des vertèbres caudales et des phalanges) et le profil de mortalité (principalement des adultes), indiqueraient des activités de pelleteries. Sa présence dans la grotte serait d'origine anthropique.

- quelques restes osseux et dentaires appartiennent à l'Ours des cavernes. Un fragment d'humérus avec un point d'impact semble indiquer une fracturation anthropique intentionnelle.

- le petit félinidé montre des dimensions similaires à celles de l'espèce *Felis minuta* de Flavigny déterminé par A. Argant (1991). En outre, il est plus petit que le Chat sauvage tant sur le matériel dentaire que sur le squelette post-crânien.

- les restes de Chevaux correspondent à la sous espèce *Equus caballus germanicus*.

- les éléments post-crâniens et le matériel dentaire de Bovinés montrent qu'il s'agit plus particulièrement du Bison.

- le Cerf était de grande taille, les molaires sont supérieures à la taille de leurs homologues du Würm I et supérieures à la moyenne de celles du Würm II.

- l'étude biométrique du Renne indique des individus de taille plus importante que ceux rissiens ou du Würm II de Combe-Grenal.

« Ce n'est que par comparaison des dates obtenues dans le site très probablement synchrone de Solutré que l'on peut estimer l'âge de cette occupation moustérienne vers la fin du Würm ancien. Il se placerait donc, selon toute hypothèse, au stade isotopique 4 » (Combiér, 2001 ; p.16).



## 2. Etude biométrique des taxons

Ce chapitre consiste à comparer les données biométriques de divers éléments squelettiques des principales espèces de Vergisson II avec celles d'autres sites. Cette étude a pour but d'affiner les déterminations spécifiques : sous-espèce d'*Equus caballus*, distinction *Bos* et *Bison* notamment. Lorsque les effectifs étaient suffisants nous avons réalisé des tests statistiques tel que le test de Student qui permet de comparer deux moyennes après vérification de l'égalité des variances *via* le test de Fisher. Les résultats sont synthétisés sous forme de tableaux. Les données utilisées (personnelles et issues de la littérature) sont consultables en annexe 95 à 109 . Afin d'alléger la lecture du chapitre, seuls les sites seront mentionnés, la référence des auteurs ayant pris les mesures est mise en annexe dans les tableaux de données.

### I. *Rangifer tarandus* (annexes 88-89 et 95 à 101)

D'un point de vu statistique, le Renne de Vergisson II ne montre que très peu de différence avec les Rennes d'autres gisements aussi bien contemporains que plus récents ou plus anciens (tab. XII-1). Ainsi les données métriques ne semble guère varier dans l'espace et dans le temps.

#### ✓ *Les dents*

Les trois sites ayant permis une étude statistique des dents : Combe-Grenal (c35-1), Pech de l'Azé IV et L'Arquet montrent qu'il n'y a aucune différence statistique à l'exception du DMDmax de la deuxième prémolaire inférieure du Pech de l'Azé IV qui est plus petite que les deux autres.

#### ✓ *Les os longs*

De la même manière que le matériel dentaire, le Renne de Vergisson II ne présente pas beaucoup de différences significatives entre les extrémités de ses os longs. L'annexe 88 indique que l'extrémité proximale du radius est comparable à celle des individus du Pech de l'Azé ainsi qu'à celle des couches moustériennes de Combe-Grenal où le DAP proximal est significativement plus grand qu'au Roc de Combe. Les valeurs moyennes des longueurs et largeurs de l'extrémité proximale du radius du Renne de Roc de Combe et des couches anciennes de Combe-Grenal indiquent une extrémité de petite dimension (annexe X). En ce qui concerne le tibia, la seule différence significative observée concerne le DAP dist. des individus de Combe-Grenal (c35-1) qui est plus petit. Pour cet élément l'extrémité distale du Renne de Roc de Combe et de Vergisson II est plus robuste.

Les données biométriques des os longs du Renne de Vergisson II sont systématiquement au centre du nuage de points soulignant l'absence de particularité (annexe 88 et 89).

		Combe-Grenal c35-1	Combe-Grenal c56-64	Pech de l'Azé IV cJ2-G	Roc de Combe c5	Vogelherd	L'Arquet	Oetrange
RADIUS	DT Prox	ns	ns	ns	ns			ns
	DAP Prox	ns	ns	ns	<b>S</b>			ns
TIBIA	DT Dist	ns	ns	ns	ns	ns		ns
	DAP Dist	<b>S</b>	ns	ns	ns	ns		ns
TALUS	Longueur	ns	ns	ns	<b>S</b>	ns		ns
	DT Max	ns	ns	ns	ns	ns		ns
CALCANEUM	Longueur	ns	ns		ns	ns		
	DT Max	<b>THS</b>						
MCC	DT Prox	ns						ns
	DAP Prox							ns
	DT Dist	ns			ns			ns
	DAP Dist	ns			ns			ns
MTT	DT Prox							
	DAP Prox							
	DT Dist	ns						
	DAP Dist	<b>S</b>						
Ph 1	Longueur	ns	ns					<b>S</b>
	DT Prox	ns	<b>HS</b>					ns
	DAP Prox	ns	<b>S</b>					<b>S</b>
	DT min	ns	<b>HS</b>					ns
	DT Dist	ns	<b>S</b>					ns
	DAP Dist							
Ph 2	Longueur							
	DT Prox	<b>HS</b>	<b>S</b>					ns
	DAP Prox	<b>S</b>	ns					<b>S</b>
	DT min							
	DT Dist	<b>S</b>	ns					ns
	DAP Dist	ns	<b>HS</b>					
P/2	DMDmax	ns		<b>S</b>				
	DVLmax	ns		ns				
P/3	DMDmax	ns		ns		ns		
	DVLmax					ns		
M/1	DMDmax	ns						
	DVLmax	ns		ns				
M/2	DMDmax	ns					ns	
	DVLmax	ns		ns			ns	
M/3	DMDmax	ns		ns			ns	
	DVLmax	ns		ns			ns	

**Tab. XII-1** (Vergisson II) : Résultats statistiques des comparaisons inter-site des données biométriques des éléments squelettiques de Renne. Les cases grisées indiquent les paramètres significativement différents. **S** : significatif ( $\alpha=0,05$ ) ; **HS** : hautement significatif ( $\alpha=0,01$ ) ; **THS** : très hautement significatif ( $\alpha=0,001$ ).

### ✓ *Les os courts* (talus et calcaneum)

La longueur du talus est significativement plus grande au Roc de Combe et plus petite à La Chaise, tandis que les sites tels que La Quina, Pair non Pair, La Chapelle aux Saints et Roc en Pail se distinguent de Vergisson II par un fort DT.

Le calcaneum, quant à lui, est plus petit que ceux des autres sites tant en longueur qu'en largeur. Néanmoins cet élément n'est pas significativement différent à l'exception du DT moyen du calcaneum de Combe-Grenal.

### ✓ *Les phalanges*

Elles sont sans conteste les éléments squelettiques qui se distinguent le plus.

Les premières phalanges sont petites bien qu'équivalentes à celle des couches 1 à 35 de Combe-Grenal. Les données biométriques indiquent qu'à Combe-Grenal et à Oetrage, les phalanges 1 sont plus graciles. En effet, celles de Vergisson II sont relativement courtes avec un DT (proximal, minimal et distal) plus fort que dans ces deux autres sites ainsi qu'une épaisseur (DAP) également plus

important. Les phalanges 1 du Pech de l'Azé sont quant à elles de plus grandes dimensions, toutefois cette dernière observation est à nuancer car elle se limite à deux pièces.

Le même phénomène est visible sur les deuxième phalanges, les différences étant malgré tout moindre que pour les premières.

En conclusion, le Renne de Vergisson II montre des mesures intermédiaires pour chaque paramètre (sauf le calcaneum qui est plus petit). Lors des projections bivariées (annexes 88 à 89), le site est systématiquement au sein même du nuage de points et quasiment jamais en périphérie. Les paramètres présentant des valeurs significativement différentes sont rares à l'exception des phalanges qui comme le tibia semble plus robuste.

## II. *Equus caballus* (annexes 90 à 92 et 102 à 105)

Le but de cette étude concerne l'attribution systématique du Cheval de Vergisson II à une des sous espèce *E. caballus germanicus* ou *E. caballus gallicus*. Pour cela plusieurs niveaux de réflexions ont été menés. Le premier consiste à tester statistiquement les valeurs mesurées avec celles proposées dans la littérature ; peu de données existent concernant la sous espèce *E. c. germanicus* (tab. VI-2). En effet, seul le site de Combe-Grenal (Guadelli, 1987) permet un tel traitement statistique. Le site de Pair non Pair (Prat, 1968) et celui de Tournal (Patou-Mathis, 1994) indiquent également la présence de cette sous espèce mais les données ne concernent que la moyenne et les minima et maxima, en l'absence de l'écart-type ou de la variance, il est impossible de comparer statistiquement ces sites avec nos données. P. Magniez (2010) a ré-étudié les ongulés du site de Tournal cependant ses données n'ont pu être prise en compte dans ce travail.

Néanmoins ces sites seront pris en compte lors de l'étude, sous forme de graphiques bivariés

### ✓ *Les dents*

Les différences statistiques avec le Cheval de Combe-Grenal signalent toutes que le Cheval de Vergisson II présentent des dents moins massives, soit le DMDo est plus grand soit le DVLo est plus petit. Il est statistiquement plus petit que celui de Gigny. Concernant la sous espèce *E. c. gallicus*, quelque soit le site, les différences significatives montrent que le DMDo est systématiquement plus grand. Il est très peu différent statistiquement du Cheval de Solutré. Le matériel dentaire ne semble pas permettre de distinguer clairement à quelle sous espèce appartient le Cheval de Vergisson II.

Lorsque les données sont visualisées sous la forme de graphique bivarié, le Cheval de Vergisson II est proche de la sous espèce *E. c. gallicus* bien que le DMD soit toujours plus grand sauf pour la P/2 et la P/3 où il est proche des valeurs de *E. c. germanicus*.

### ✓ *Les os longs*

La faible quantité d'épiphyse mesurable n'a pas permis de faire des tests statistiques. Pour l'humérus, un seul DT distal a pu être mesuré, il est de forte dimension (87,9mm) comparable à la sous espèce *E. c. germanicus*. Cette valeur correspond au maxima de la sous espèce *E. c. gallicus*. Le DAP distal est lui aussi proche des valeurs de *E. c. germanicus*.

Le DT max de la tête fémorale n'a pu être comparée qu'avec un seul site et par conséquent qu'avec *E. c. germanicus* dont il est similaire tant sur la moyenne que sur les minima et maxima.

La distribution des mesures sur l'extrémité distale du tibia ne permet pas de distinguer clairement les deux sous-espèces. Le DAP distal semble néanmoins se rapprocher de la sous espèce *E. c. germanicus*.

Les grandes dimensions du métacarpe du Cheval de Vergisson II sont similaires à celles *E. c. germanicus* de Pair non Pair. Les comparaisons des métatarses sont plus difficiles au vu du faible nombre de données.

		<i>E. c. germanicus</i>	<i>E. c. gallicus</i>					
		Combe-Grenal	Camiac	La Quina	Solutré	Jaurens	Gigny	Oetrange
P2/	DMDo	ns	ns	ns	ns			
	DVLo	<b>THS</b>	ns	ns				
P3/	DMDo	ns			ns		<b>HS</b>	
	DVLo	ns	ns		ns		<b>HS</b>	
P4/	DMDo	<b>S</b>	<b>S</b>		<b>S</b>		ns	
	DVLo	ns	ns		ns		ns	
M1/	DMDo	ns			ns		<b>S</b>	
	DVLo	ns	ns		ns		ns	
M2/	DMDo	ns	ns		ns			
	DVLo	<b>S</b>	ns		ns			ns
M3/	DMDo	ns	ns		ns			ns
	DVLo	ns	ns		ns			ns
P/2	DMDo	ns		ns	ns			
	DVLo	<b>S</b>		ns	<b>S</b>			
P/3	DMDo	ns	<b>HS</b>		ns			
	DVLo	ns	ns		ns			
P/4	DMDo	ns	<b>HS</b>		ns		<b>S</b>	
	DVLo	<b>S</b>	ns		ns		ns	
M/1	DMDo	<b>THS</b>	<b>THS</b>		<b>HS</b>			
	DVLo	<b>HS</b>	ns		ns			
M/2	DMDo	ns			<b>S</b>		ns	
	DVLo	ns	ns		ns		ns	
MCC	DT Dist				<b>S</b>	<b>S</b>		
	DAP Dist							
MTT	DT Dist		ns		ns	ns		<b>S</b>
	DAP Dist					ns		
TALUS	DT Dist				<b>HS</b>	<b>S</b>		
	DAP Dist				<b>HS</b>	ns		

**Tab. XII-2** (Vergisson II) : Résultats statistiques des comparaisons inter-site des données biométriques des éléments squelettiques de Cheval. Les cases grisées indiquent les paramètres significativement différents. **S** : significatif ( $\alpha=0,05$ ) ; **HS** : hautement significatif ( $\alpha=0,01$ ) ; **THS** : très hautement significatif ( $\alpha=0,001$ ).

✓ **Les os courts** (talus et calcaneum)

Les paramètres du talus sont significativement plus grands que ceux d'*E. c. gallicus* de Solutré et de Jaurens. Ses mensurations le rapprochent *E. c. germanicus* notamment du Cheval de Pair non Pair.

Bien qu'un seul calcaneum soit mesurable, ses dimensions correspondent à celles *E. c. germanicus* de Pair non Pair.

En conclusion, les tests statistiques ne permettent pas d'attribuer clairement le Cheval de Vergisson II à l'une ou l'autre des sous espèces. Si les dents s'apparentent plus à celle *E. c. gallicus* bien que plus grande, le squelette post-cranien en revanche se rapproche nettement *E. c. germanicus*.

### III. Les Bovinés (annexes 93 et 94 et 106 à 109)

L'étude paléontologique menée par F. Chaput (1998, 2001) a permis de montrer que les restes de Bovinés présents dans le site appartiennent au genre *Bison*. L'étude était essentiellement basée sur des critères morphologiques qualitatifs et quantitatifs. Les mesures prises avaient été comparées à deux principaux sites Mauran (Bison, David & Farizy, 1994) et La Borde (Aurochs, Slott-Moller, 1990). Il nous a semblé intéressant d'agrandir le corpus de sites de comparaison tant pour le Bison que pour l'Aurochs et de tester statistiquement les données (tab. XII-3). Les dents, et en particulier les molaires sont les principaux éléments étudiés car elles sont généralement bien conservées.

		Bos			Bison					
		Bau de l'Aubesier	La Borde	Blache-Saint-Vaast	Roc de Marcamps	Combe-Grenal	Camiac	Jaurens	Enlène	Oetrange
M1/	DMDp	THS	THS	THS	ns	THS				ns
	DVLp	ns	ns	THS		THS				
M3/	DMDp	ns	ns			ns	ns		ns	THS
	DVLp		THS			THS	S		THS	
M/3	DMDp	ns	HS		THS				ns	
	DVLp	ns	THS			ns	ns		ns	
TALUS	Longueur		S	THS						
	DT Max			ns						
	DAP Max									
TIBIA	DT Dist			ns				ns		
	DAP Dist			THS				ns		

**Tab. XII-3** (Vergisson II) : Résultats statistiques des comparaisons inter-site des données biométriques des éléments squelettiques de Bovinés. Les cases grisées indiquent les paramètres significativement différents. **S** : significatif ( $\alpha=0,05$ ) ; **HS** : hautement significatif ( $\alpha=0,01$ ) ; **THS** : très hautement significatif ( $\alpha=0,001$ ).

Les diagrammes bivariés ainsi que les tests statistiques (tab.IV-3) confirment que l'espèce présente à Vergisson II est bien le Bison. Lorsqu'ils indiquent une différence, les tests statistiques sont très souvent hautement voire très hautement significatifs traduisant une variation intra-spécifique relativement forte (plus forte que pour le Renne). Cette observation est peut être le résultat d'un dimorphisme particulièrement marqué chez cette espèce. En effet, une plus grande proportion de femelles se traduira par des moyennes plus faibles.

#### ✓ *Les dents*

Les dents de Bisons de Vergisson II sont généralement situées au sein du nuage de points des dents de Bisons. Les dents d'Aurochs montrent des DMDp quasi systématiquement plus grand en particulier en ce qui concerne les dents supérieures. La principale différence des dents de Vergisson II par rapport aux autres sites à Bison se situe au niveau du DVLp. Quel que soit le rang dentaire, les molaires de ce site sont relativement larges conférant à la dent un aspect plus carré (plus robuste). Ce constat est particulièrement visible sur la M3/, dent pour laquelle le DVLp est significativement différent avec quasiment tous les sites.

#### ✓ *Les os longs*

Seul le tibia a permis une analyse biométrique. Le graphique de l'annexe X montre également que les mesures de l'extrémité distale de cet élément squelettique correspondent à celles observées pour le Bison.

✓ **Les os courts** (talus et calcaneum)

Le talus des Bovinés de Vergisson II est compris entre les dimensions des Bisons de Camiac et de Jaurens confirmant une fois de plus son appartenance au genre *Bison*. La longueur est significativement différente de celle de l'Aurochs (plus grand que celui de La Borde et plus petit que celui de Biache-Saint-Vaast).

Pour conclure, nous pouvons confirmer l'attribution des restes de Bovinés de Vergisson II au genre *Bison*. Les dents sont plus robustes que celles des Bisons d'autres gisements. Par ailleurs, la projection des valeurs de l'Aurochs de La Borde se distinguent fréquemment des autres données conspécifiques. Ses dimensions sont généralement petites même par rapport au Bison. C'est notamment le cas de la M/1, M2/, M2/, M3/ et du talus.

# 3. Etude taphonomique et archéozoologique de la couche 2 de la grotte de Vergisson II

## I. Présentation du matériel

La grotte de Vergisson II a livré 3262 restes fossiles parmi lesquels 2763 (84,7 %) ont été déterminés anatomiquement et taxonomiquement et 49 autres ont été rapportés à un élément squelettique ainsi qu'à une classe de taille sans attribution spécifique précise. Le taux de détermination est très élevé. Ce fort pourcentage s'explique par une grande quantité d'ossements aisément identifiables, tels que les dents, les os courts (carpiens et tarsiens) et les d'extrémités d'os long. On peut noter la rareté des restes de moins de 3 cm et des fragments de diaphyse. Ces observations laissent envisager un ramassage partiel du matériel. Ainsi lors des premières fouilles de M. Fessie, seuls les fragments d'une certaine dimension et facilement identifiables ont probablement été récoltés et constituent la majorité du matériel étudié. En effet, les rares fragments de petite taille et les fragments de diaphyse d'os longs proviennent principalement des fouilles les plus récentes, menées par J. Combier.

L'association faunique est bien diversifiée avec 21 taxons (tab.XIII-1) dont onze espèces d'herbivores, huit carnivores, un lagomorphe et un Castor. Au cours de cette étude, un reste humain (première phalange) a pu être ajouté au corpus préexistant. La liste des espèces présentes diffère légèrement de celle obtenue lors de l'étude précédente par F. Chaput (1998). Concernant l'Antilope saïga, seul un reste lui était attribuée (un naviculo-cuboïde), il pourrait s'agir d'un problème de détermination. En revanche pour les trois autres espèces non observées dans cette étude, nous constatons qu'elles ne concernent que des Félidés. Dans ce deuxième cas, un problème de stockage (perte, prêt...) est certainement l'hypothèse la plus probable pour expliquer leur absence. En effet, le matériel avait déjà fait l'objet d'une étude paléontologique par F. Chaput (1998, 2001), les vestiges avaient alors été triés et rangés par espèces puis par éléments squelettiques pour le Renne. En outre, la quantité de vestiges initialement observés pour le Chat (n=11) ne plaide pas en faveur d'un problème de détermination. Il faut toutefois noter que l'étude paléontologique a porté sur l'ensemble des couches alors que notre travail concerne la couche 2 uniquement ce qui peut expliquer les différences.

Malgré ces quelques différences les proportions entre Herbivores, Carnivores et Lagomorphes sont identiques. Les Herbivores dominent très largement le spectre faunique puisqu'ils comptent pour 81,3 % du matériel. Bien que minoritaires, les Carnivores sont fortement observés 18,2 % des restes leur ont été attribués.

Le tableau XIII-1 détaille le nombre de restes déterminés pour chaque espèce ainsi que leur proportion relative et le nombre minimum d'individus estimé.

Espèce	NRD	% NRD	NMif	NMlc
<i>Rangifer tarandus</i>	1426	51,6	40	44
<i>Equus caballus</i>	505	18,3	12	15
<i>Bison priscus</i>	261	9,4	9	12
<i>Cervus elaphus</i>	28	1	1	2
<i>Equus hydruntinus</i>	7	0,3	1	1
<i>Mammuthus primigenius</i>	6	0,2	1	1
<i>Capra ibex</i>	5	0,2	1	1
<i>Sus scrofa</i>	3	0,1	1	2
<i>Capreolus capreolus</i>	1	0,04	1	1
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	1	0,04	1	1
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	0,04	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	255	9,2	11	12
<i>Canis lupus</i>	211	7,6	7	7
<i>Ursus spelaeus</i>	13	0,5	2	3
<i>Crocuta crocuta</i>	12	0,4	2	3
<i>Meles meles</i>	7	0,3	2	3
<i>Putorius putorius</i>	2	0,07	1	1
<i>Gulo gulo</i>	2	0,07	1	1
<i>Mustela erminea</i>	2	0,07	1	1
<i>Lepus sp.</i>	13	0,5	3	3
<i>Castor fiber</i>	2	0,07	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>2763</b>			
NRDa très petit mammifère	2			
NRDa petit mammifère	11			
NRDa Moyen mammifère	18			
NRDa Grand mammifère	15			
NRDa	6			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>52</b>			
Très petit mammifère indét.	1			
Petit mammifère indét.	10			
Moyen mammifère indét.	59			
Grand mammifère indét.	105			
Indéterminés	302			
<b>TOTAL</b>	<b>3262</b>			

Tab. XIII-1 (Vergisson II) : Composition de l'assemblage.

✓ **Herbivores**

Avec 1426 restes déterminés appartenant à au moins 44 individus, le Renne est l'espèce majoritaire (51,6 % du NRD). Cheval et Bison sont des espèces secondaires et comptent respectivement pour 18,3 et 9,4 % du spectre faunique. Leurs restes représentent plus d'une dizaine d'individus pour chacune des deux espèces. Huit autres espèces sont déterminées : le Cerf, l'Hydruntin, le Mammouth, le Bouquetin, le Sanglier, le Chevreuil, le Rhinocéros laineux et le Mégacéros. Cependant leur présence est anecdotique puisque le nombre de restes leur étant attribué est très faible ( $\leq 1\%$  du NRD).

✓ **Carnivores**

Les Canidés dominent très largement l'association faunique des Carnivores. Loups et Renards regroupent 466 restes des 504 restes déterminés de Carnivores soit plus de 90%. L'Ours, l'Hyène, les Mustélidés et le Glouton ne sont observés que par quelques restes d'après la précédente étude (Chaput, 1998, 2001).



### ✓ *Lagomorphe et Castor*

Les lagomorphes et le Castor sont relativement rares. Chacun représentant moins de 1% du NRD. Bien que le nombre de restes appartenant au Lièvre soit faible, trois individus peuvent être dénombrés.

Jean Combier, lors de la fouille de la deuxième salle a mis en place un carroyage qui permet de considérer la répartition spatiale des vestiges osseux. Les carrés T, W, Y montrent une proportion de Carnivores inférieure à 10%, et moins de 15% pour les carrés U et V (fig.XII-1). En revanche, leur proportion devient bien plus forte dans le fond de la cavité (partie Z) puisque qu'ils concernent 42% du NRD. Le Loup et le Renard en particulier, ont donc utilisé le fond de la grotte comme repaire. Tous les restes de Lagomorphes provenant de la fouille de J. Combier se situent dans le carré Z également.

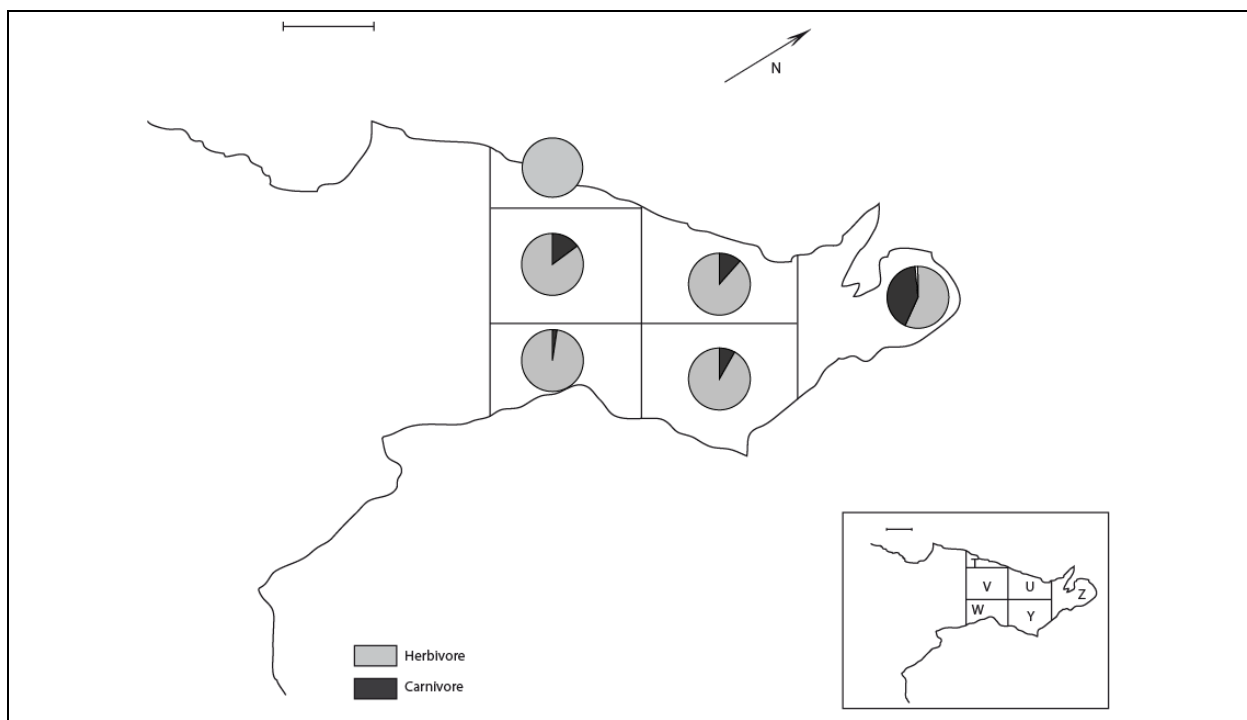


Fig. XIII-1 (Vergisson II) : Répartition spatiale des Herbivores et des Carnivores.

La figure XIII-2 souligne la rareté de fragments de nature compact, ce qui met en évidence le non ramassage des fragments de diaphyse d'os longs lors des fouilles de M. Fessie. L'os spongieux et les dents sont largement observés.

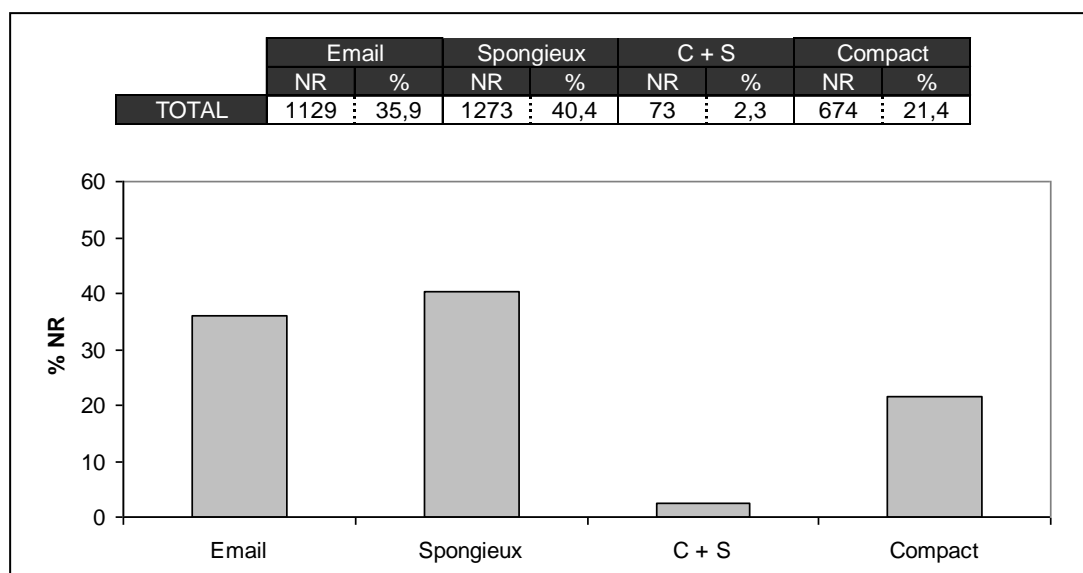


Fig. XIII-2 (Vergisson II) : Histologie des fragments.

## II. Caractérisation des espèces

### II.1. Les Herbivores

Le tableau XIII-2 synthétise la répartition des restes en fonction des éléments squelettiques de chaque espèce d'ongulés. Pour les espèces principales (Renne, Cheval et Bison), un tableau plus détaillé se situe en annexe 110.

		<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>E. hydruntinus</i>		<i>C. ibex</i>		<i>M. primigenius</i>		<i>S. scrofa</i>		<i>C. capreolus</i>		<i>C. antiquitatis</i>		<i>M. giganteus</i>	
		NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.	65	14					1	1														
	Crâne	18	4	1	1	2	1																
	Mandibule	58	18	3	2																	1	1
	Incisive			30	30	7	7																
	Canine			7	7																		
	Dent Jugale >	213	213	105	105	69	69			3	3	1	1								1	1	
Ceinture	Dent Jugale <	172	172	102	102	47	47	6	6	1	1			2	2								
	Scapula	24	18	2	2	3	1																
Axial	Coxal	32	16	12	5	2	1	1	1	1				1	1								
	Vertèbre	32	26	7	6	5	5																
Os Long	Côte																						
	Humérus	55	42	14	8	28	5	1	1				1	1									
	Radius	64	35	16	7	5	3																
	Ulna	18	17			2	2																
	Métacarpe	64	25	18	12	8	3	2	1														
	Mcc Vest.			7	7																		
	Fémur	27	13	16	4	3	2	1	1														
	Tibia	70	44	23	10	16	9	2	1														
Os Court	Métatarse	84	15	10	7	11	6	2	2	2	1												
	Mtt Vest.	6	4	9	9																		
	Carpe	52	52	27	27	9	9	4	4			3	3										
	Talus	68	60	14	14	13	13	1	1														
Autopode	Calcaneum	52	38	8	7	9	8																
	Autre Tarse	37	37	11	11	8	8	1	1														
	Patella	4	4	6	6	2	2																
	Sésamoïde	3	3	3	3	2	2																
	Os malléolaire	4	4																				
Autopode	Phalange 1	80	58	22	16	2	2	3	3			1	1			1	1	1	1				
	Phalange 2	62	47	5	5	1	1	2	2							1	1						
	Phalange 3	12	12	6	6	3	3	1	1														

Tab. XIII-2 (Vergisson II) : Représentation squelettiques des Herbivores.

## II.1.1. Le Renne

### II.1.1.1. Représentation squelettique (annexes 110, 111, 113)

Le Renne domine largement le spectre faunique avec 1398 restes qui lui sont attribués. L'annexe 110 montre que tous les éléments sont présents à l'exception toutefois des incisives et des côtes. Le talus est l'élément dont le pourcentage de survie est le plus élevé (fig.XIII-3), il permet d'estimer un nombre minimum d'individus de 40. Les pourcentages de survie ne sont calculés que sur des individus adultes. Les restes de juvéniles comptent pour 5,9% du NRD (n=82).

✓ **Céphalique** : Les bois sont de module petit à moyen suggérant de jeunes mâles et/ou des femelles. Toutes les sections sont représentées : andouiller, perche, épois, base. Parmi ces bois, 12 fragments de bois de massacre se distinguent (fig.XIII-3) dont l'un montre une ligne de mue bien visible indiquant la chute très prochaine du bois. Par ailleurs, 9 fragments crâniens de frontal avec pédicule sont présents dans l'assemblage (fig.XIII-4). Ils signalent que la mue a eu lieu très récemment (pour les mâles : signe de mue et chute en novembre, pour les jeunes mâles (2/3 ans) : fin décembre à février, pour les femelles âgées : avril, pour les jeunes femelles : fin mai début juin et pour les faons : mi-mai à juin d'après Bouchud, 1966). Vu la taille des modules, il est difficile de distinguer jeune mâle et femelle, c'est pourquoi nous préférons englober toutes les périodes précitées et proposer une période de mortalité entre **fin décembre et juin**. La morphologie du pédicule et de la meule est fonction de l'âge de l'animal (Poruba & Rabsteinek, 1988 *in* Magniez, 2010). Les individus présents sont donc des jeunes adultes d'environ 5 ans (fig.XIII-4). Trois fragments de bois de chute sont également présents.

Les autres restes crâniens se composent d'un rocher, de 2 basi-occipitaux et de 6 fragments de maxillaires portant des dents.

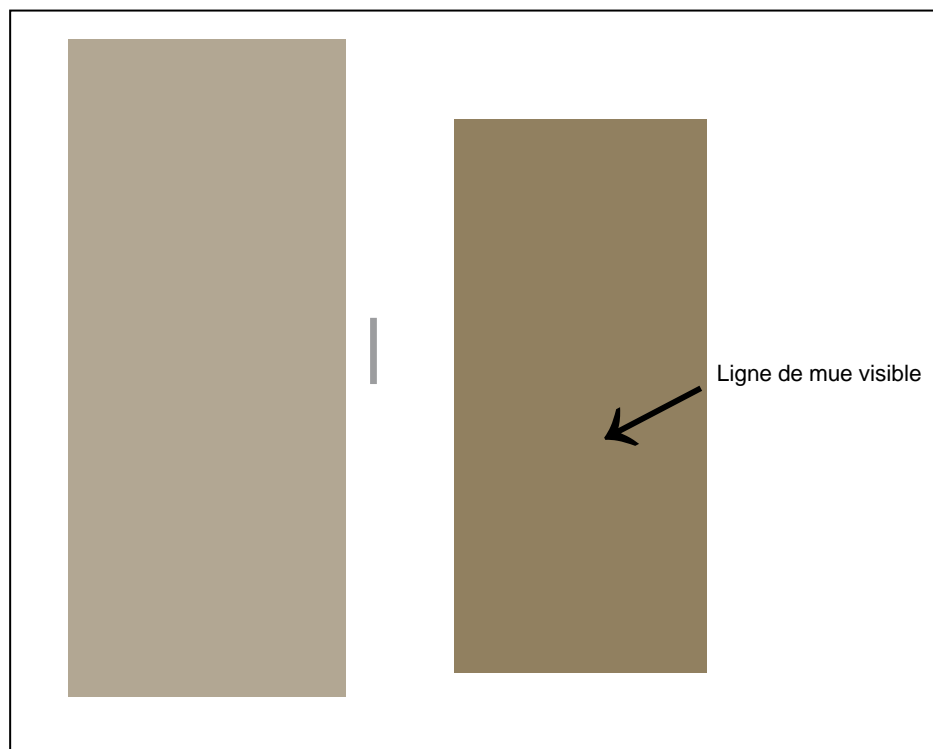


Fig. XIII-3 (Vergisson II) : Bois de massacre de Renne.

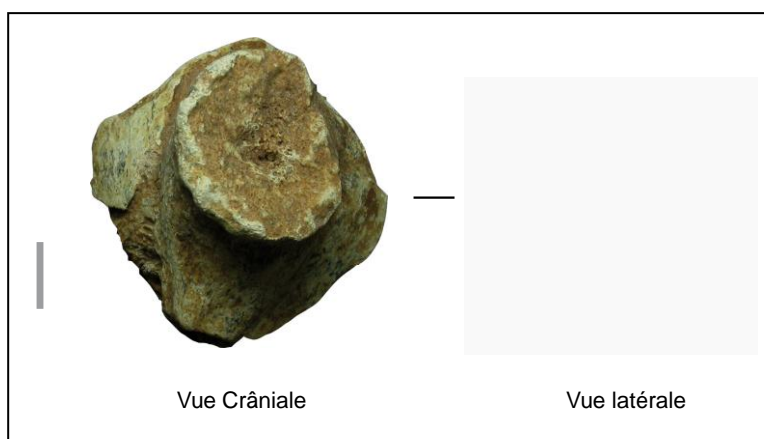


Fig. XIII-4 (Vergisson II) : Fragment de frontal de Renne avec pédicule.

Les dents, constituant presque la moitié du matériel, sont retrouvées soit sous la forme de dents isolées, soit dans la mandibule ou le maxillaire. Quatre dents déciduales sont présentes : 2 dP/3 (Gauche et Droite avec la même usure), 1 dP/4 et 1dP4/.

✓ **Axial** : les côtes sont absentes. En règle générale, elles sont difficilement déterminables spécifiquement et sont triées par classe de taille. Or les côtes de taille « moyen ongulé » sont plus que rares dans l'assemblage (n=4). Trois hypothèses peuvent être avancées : soit elles étaient absentes, soit elles ont été emportées ailleurs par les Préhistoriques ou les Carnivores, soit elles n'ont pas été collectées lors des fouilles. Leur fragilité est telle qu'elles sont souvent retrouvées sous la forme de fragments dans les gisements. Etant donné que la grande majorité des pièces proviennent des anciennes fouilles et que seules les « belles pièces » ont été prélevées la deuxième hypothèse semble donc la plus probable.

Les vertèbres sont également sous représentées (n=32) certainement pour les mêmes raisons que précédemment.

✓ **Ceinture** : les ceintures sont présentes dans des proportions comparables : NME=18 pour la scapula et NME=14 pour le coxal. Deux autres coxaux (un gauche et un droit) appartiennent à un jeune individu.

✓ **Os longs** : le NME de chaque élément est systématiquement calculé à partir de l'extrémité la plus dense. Les annexes 110 et 111 soulignent la pauvreté de l'assemblage en fragments de diaphyses isolés. L'humérus et le tibia sont les deux os longs les mieux représentés, leur pourcentage de survie est équivalent légèrement supérieur à 50% (fig.XIII-5). A l'exception de l'humérus, certains os longs appartiennent à des individus juvéniles, en particulier le radius. Ce dernier élément permet d'estimer le nombre de jeunes. En effet, 13 restes sur 64 proviennent de jeunes individus, dont 12 épiphyses distales (7 gauches et 3 droites) et 2 en cours d'épiphyssation (2 gauches), soit 9 individus de moins de 4 ans (Hufthammer, 1995).

✓ **Os courts** : le talus et le calcaneum qui sont les os courts de plus grande dimension sont largement présents dans l'assemblage surtout le talus dont le pourcentage de survie est très élevé (75%). Tous les os courts sont présents en plus ou moins grande quantité. Le tableau XIII-4 souligne

les différences entre les anciennes fouilles sans tamisage et les plus récentes avec. Il est alors flagrant de constater que la majorité des os de petite taille ont été trouvés lors de l'utilisation du tamisage. Ce déséquilibre est d'autant plus marqué que les anciennes fouilles s'étendaient sur une superficie bien plus importante, les fouilles de J. Combier ayant portées sur les lambeaux de couches restantes et le fond de la grotte. Ce constat laisse supposer que la quantité d'os court initialement sur le site était bien plus élevée ; le faible pourcentage de survie pour ces éléments est en grande partie imputable au fait que tout n'a pas été récolté.

	Fouille ancienne	Fouille J. Combier
Pisiforme		1
Pyramidal	2	6
Semi-lunaire	1	8
Scaphoïde	3	12
Unciforme	2	5
Capitato-trapézoïde	2	10
Patella	4	
Talus	51	17
Calcaneum	37	15
Naviculo-cuboïde	15	14
Grand cunéiforme	5	3

Tab. XIII-3 (Vergisson II) : Comparaison du nombre d'os courts entre les anciennes fouilles et les fouilles de J. Combier.

✓ **Phalanges** : la quantité de phalanges mises au jour est loin d'être négligeable (tab.XIII-3). Cependant leur pourcentage de survie reste faible (18% pour les phalanges 1, 15% pour les phalanges 2 et seulement 4% pour les phalanges 3). Le même type de comparaisons que pour les os courts a été menée afin d'expliquer cette rareté des phalanges. Le tableau XIII-4 résume les observations. Les distinctions bien que présentes sont moins accentuées. L'absence de tamisage lors des premières fouilles peut en partie expliquer leur rareté mais pas totalement et un autre facteur peut être retenu (action carnivore ou anthropique). La moitié des phalanges sont entières.

	Fouille ancienne	Fouille J. Combier
Phalange 1	35	45
Phalange 2	34	28
Phalange 3	4	8

Tab. XIII-4 (Vergisson II) : Comparaison du nombre de phalanges mises au jour entre les anciennes fouilles et les fouilles de J. Combier

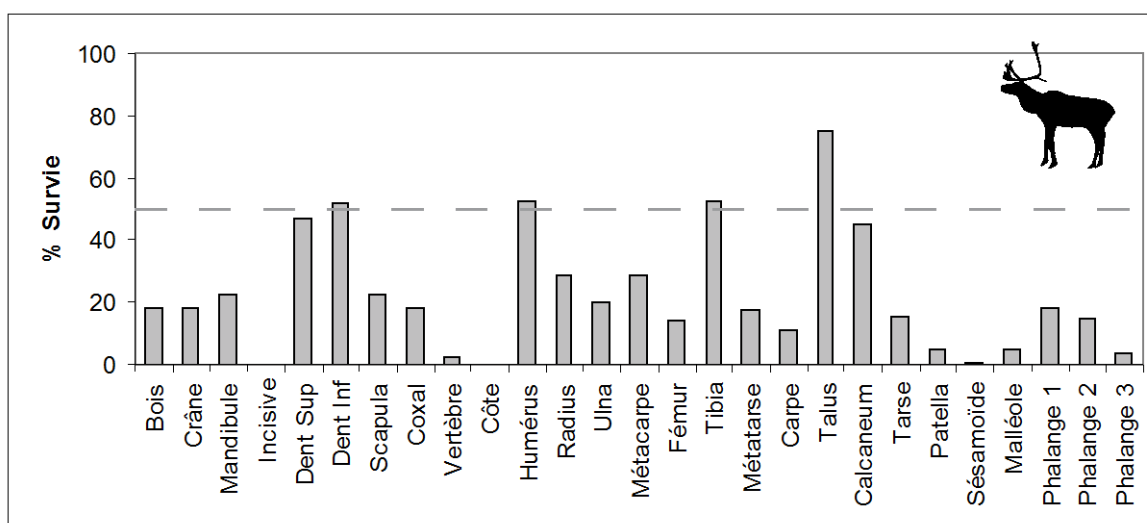


Fig. XIII-5 (Vergisson II) : Représentation squelettique du Renne

La figure XIII-6 indique qu'il n'y a pas de corrélation significative entre la densité de l'élément et sa conservation, elle confirme la sous représentation des diaphyses et inversement, souligne la grande quantité d'extrémités distales de tibia et d'humérus ainsi que de talus. L'absence de récupération systématique de tous les fragments osseux est peut être à l'origine de cette non corrélation. Il convient également de regarder l'impact des carnivores et des Hommes préhistoriques sur l'assemblage ayant tous deux occupé la grotte à un moment donné.

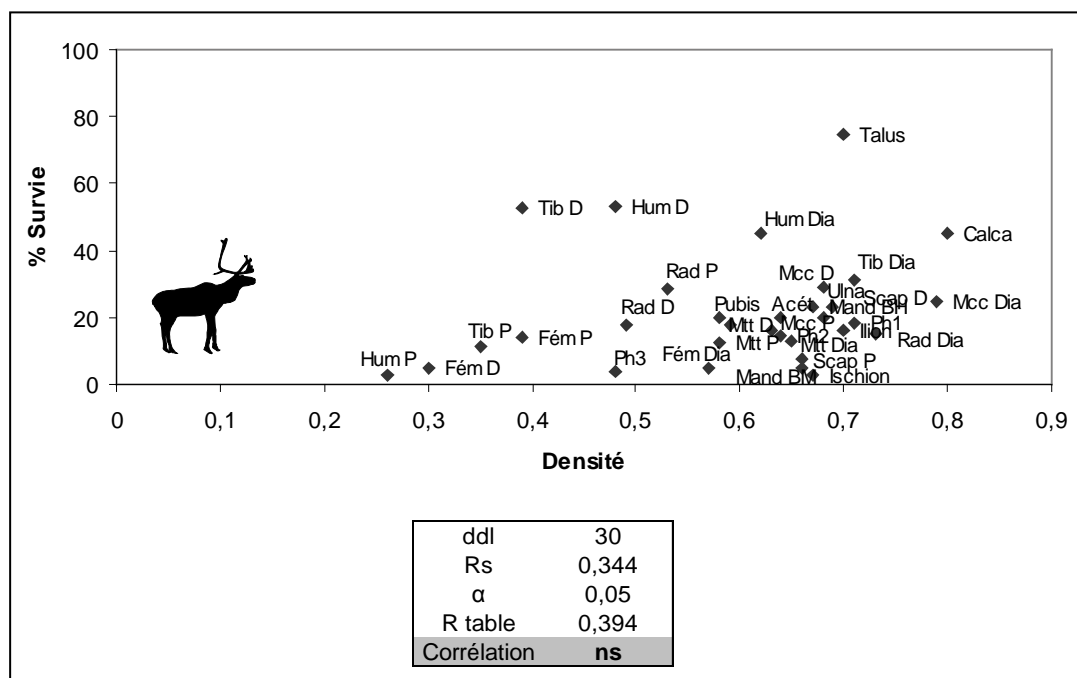


Fig. XIII-6 (Vergisson II) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Renne.

### II.1.1.2. Age et Sexe des individus

Le NMif du Renne est obtenu à partir du nombre de talus gauche (n=40). Les extrémités distales de radius gauche montrent la présence de 9 individus de moins de 4 ans (Hufthammer, 1995), deux d'entre elles sont en cours d'épiphyssation. Quatre bourgeons de P4/ gauches indiquent la présence d'au moins 4 individus de moins de 2 ans. Un fragment de coxal d'un individu juvénile permet de préciser que l'un d'eux a moins d'un an et un bourgeon de M1/ indique un individu de moins de 4 mois. Le profil d'âge des individus adultes est réalisé en fonction du degré d'usure des surfaces occlusales (Miller, 1974). Trois classes d'âge ont été distinguées : 2-5 ans, 5-10 ans et plus de 10 ans. Les surfaces occlusales de toutes les dents et rangées dentaires sont examinées.

Le profil de mortalité du Renne est illustré par la figure VI-7. La classe d'âge 5-10 ans est la mieux représentée avec 10 individus. Les adultes sont donc dominants.

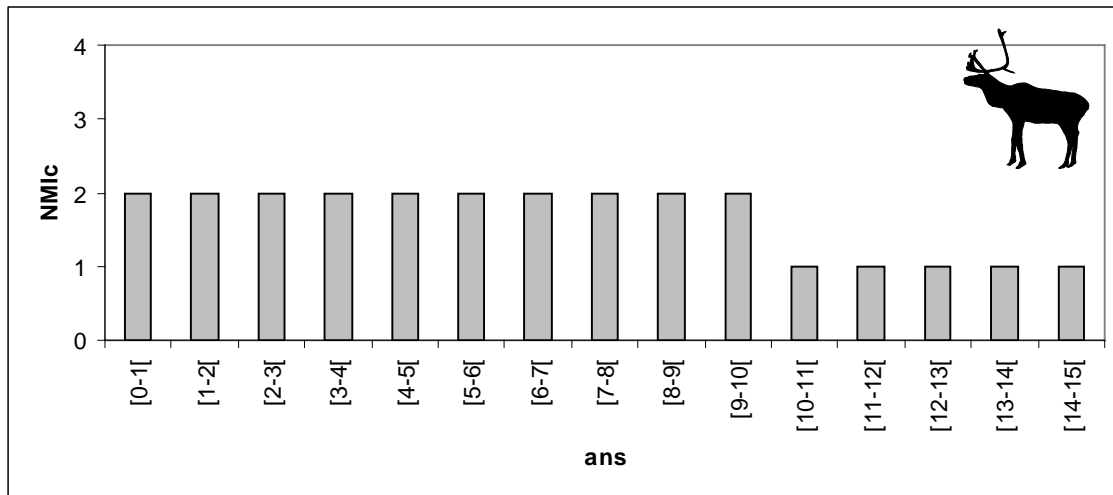


Fig. XIII-7 (Vergisson II) : Profil de mortalité du Renne.

L'étude du *sex-ratio* est réalisée sur la base des mesures biométriques de l'extrémité proximale de radius et de l'extrémité distale du métacarpe (fig.XIII-8 et XIII-9). D'après Weinstock (2000), il s'agit des éléments avec le plus fort dimorphisme sexuel.

Les données se rapportant au radius indiquent qu'il y a environ 5 femelles pour un mâle (fig.XIII-8). Les données biométriques du métacarpe confirment ce ratio (fig.XIII-9). F. Chaput (1998), lors de son étude, avait déjà observé un *sex-ratio* en faveur des femelles en se basant sur les bois de massacre. La présence d'au moins un mâle est attestée par un bois de grand diamètre.

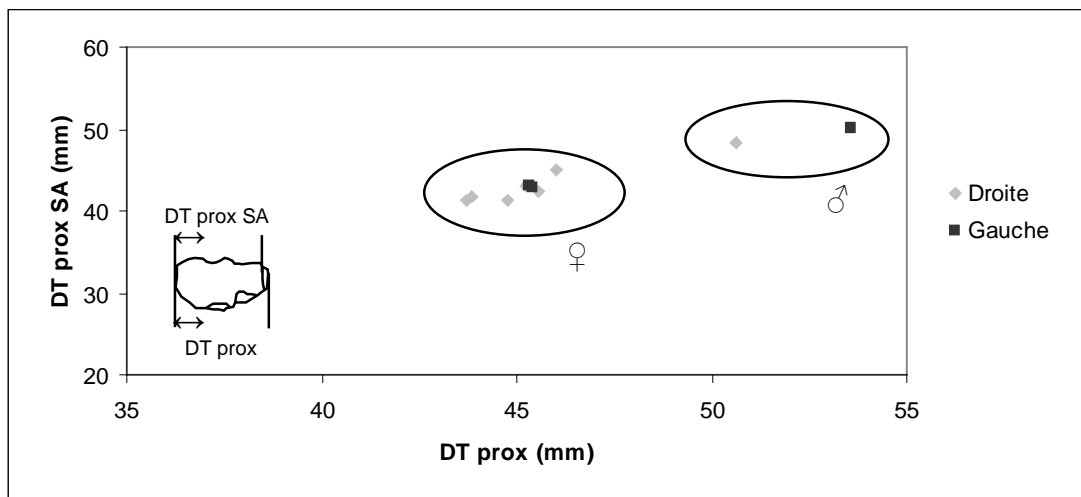
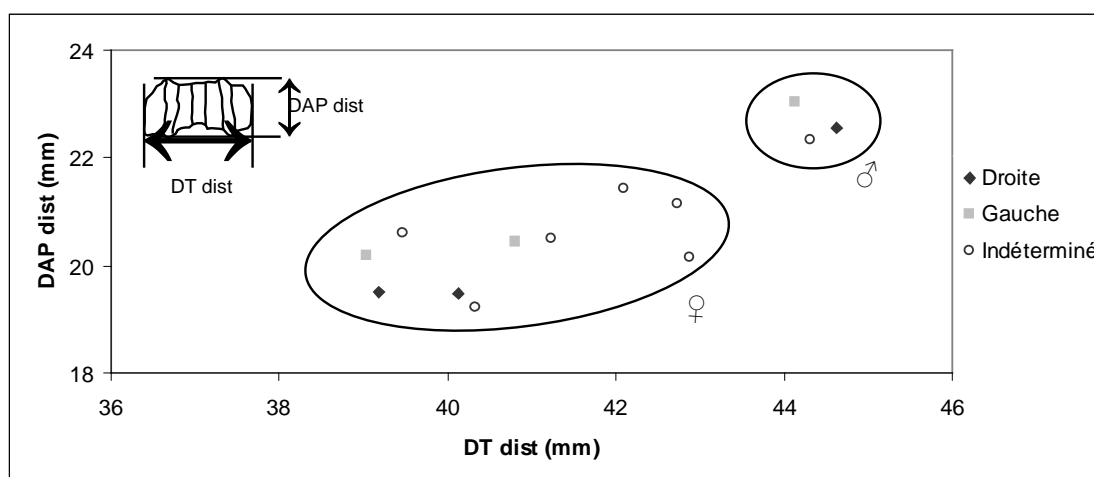


Fig. XIII-8 (Vergisson II) : Sex-ratio à partir de la dispersion du diamètre transverse par rapport au diamètre antéro-postérieur de l'extrémité proximale du radius.



**Fig. XIII-9** (Vergisson II) : Sex-ratio à partir de la dispersion du diamètre transverse par rapport au diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale de métacarpe.

Un bourgeon de M1/ indique qu'un des individus a moins de 4 mois (Miller, 1974), il est donc mort pendant l'**été**. Une P2/ droite et une P3/ droite non usées donnent un âge de 22-24 mois donc un décès vers **mars-avril (printemps)**.

## II.1.2. Le Cheval

### II.1.2.1. Représentation squelettique (annexes 110, 112, 114)

Le Cheval est la deuxième espèce, la mieux représentée après le Renne. La moitié des restes lui appartenant sont des dents isolées. Le profil squelettique ressemble à celui obtenu pour le Renne (fig.XIII-7) avec la présence de tous les éléments squelettiques, dominé par le matériel dentaire cependant. Les pourcentages de survie (fig.XIII-10 et annexe 64) sont relativement faibles, dépassant rarement 30%. Les restes appartenant à de jeunes individus sont au nombre de 13 soit 2,6 % du matériel.

✓ **Céphalique** : le crâne est uniquement observé par un fragment de maxillaire. La mandibule est illustrée par un fragment de branche montante et deux symphyses dont l'une porte encore toutes les incisives. La présence de 7 canines (dont 3 inférieures droite), pourrait suggérer qu'il y a au moins 3 mâles, toutefois nous ne pouvons écarter le fait qu'ils s'agissent de femelles puisque 20% en possèdent (Barone, 1986). Contrairement au Renne, aucun fragment de mandibule avec des dents jugales enchâssées n'est observé.

✓ **Axial** : bien que peu fréquentes, toutes les catégories de vertèbres sont présents. Comme pour le Renne, les côtes ne sont observées ni au niveau de l'espèce ni à l'échelle des classes de tailles.

✓ **Ceinture** : seuls deux restes de scapula ont été déterminés. Les fragments concernent essentiellement la ceinture postérieure (coaxal).

✓ **Os longs** : nous retrouvons le même schéma que pour le Renne avec une prépondérance de l'humérus (NME=8) et du tibia (NME=10) (éléments se conservant bien et aisément identifiables). Le



fémur est peu fréquent car plus difficilement déterminable (Morin, 2004), fait observé quel que soit le type de site et l'espèce considérée. Les métapodes sont bien présents, trois sont entiers. Une extrémité distale de radius et une tête fémorale non épiphysée appartiennent à un jeune individu, une extrémité proximale de tibia est en cours d'épiphysation.

✓ **Os courts** : ils sont rares mais présents. De la même manière que pour le Renne, le talus et le calcaneum sont les plus abondants. Nous avons tenté la même comparaison entre ancienne et récente fouilles cependant le résultat est différent : aucune distinction nette, la majorité des carpiens, tarsiens et autres os courts ont été mis au jour dès les premières fouilles, leur taille relativement grande en est certainement la raison.

✓ **Phalanges** : les phalanges 1 sont assez bien représentées (n=22) dont 12 sont entières. En revanche, les phalanges 2 et 3 sont rares.

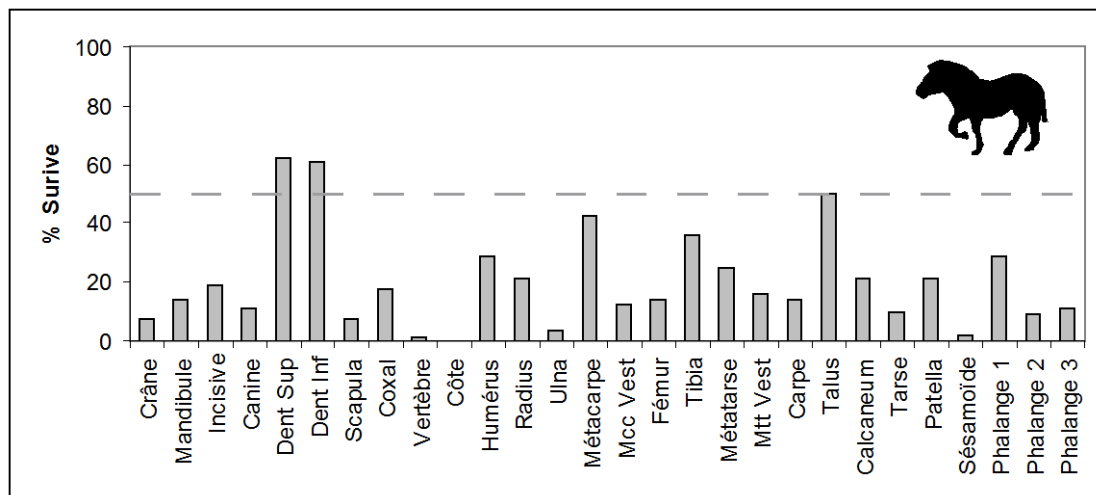


Fig. XIII-10 (Vergisson II) : Représentation squelettique du Cheval.

La figure XIII-11 associée au test de corrélation de Spearman indique qu'il n'y a pas de lien entre la densité d'un élément squelettique et son pourcentage de survie. Les os les plus sensibles à la fragmentation tels que la scapula ou la mandibule sont sous représentés. Ils ont soit été détruits par des agents taphonomiques soit ils n'ont pas été ramassés à la fouille soit ils n'étaient pas présent initialement. La dernière hypothèse peut être rejetée car quelques restes sont quand même observés et la quantité importante de dents inférieures isolées mises au jour tend à écarter l'hypothèse d'absence des mandibules.

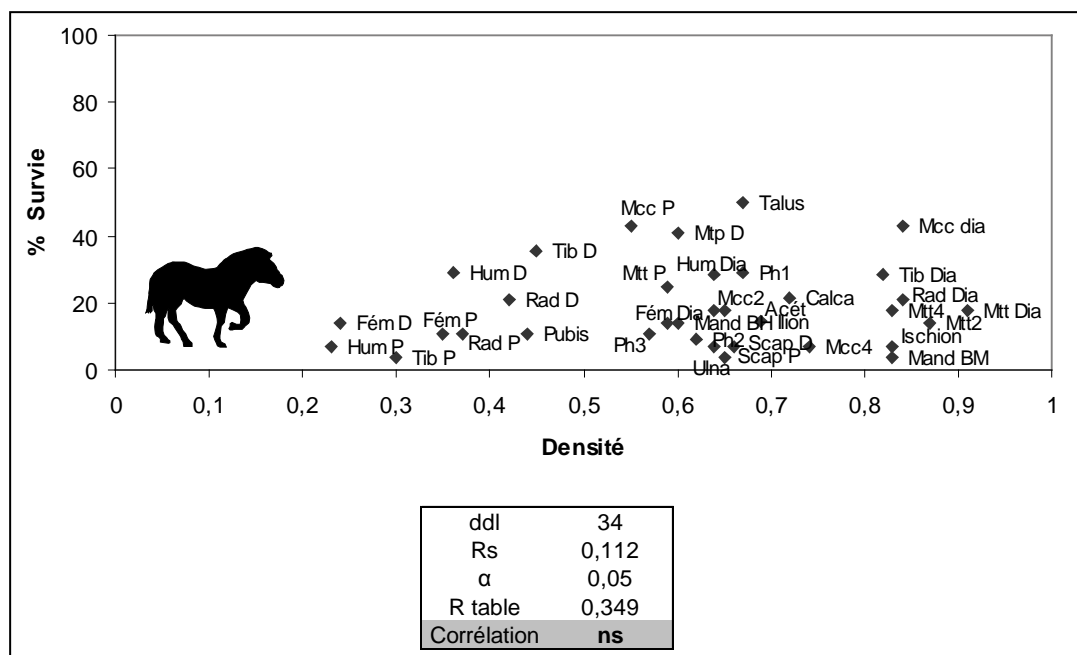


Fig. XIII-11 (Vergisson II) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Cheval.

### II.1.2.2. Age et sexe des individus

Le NMIf est obtenu à partir de la M1/ (tab.XIII-5), soit 12 individus.

Supérieures	I1/	I2/	I3/	C	P2/	P3/	P4/	M1/	M2/	M3/
Gauche		1	2	1	5	8	8	<b>12</b>	10	10
Droite	1	2	1	2	6	6	4	<b>12</b>	5	6
Inférieures	I/1	I/2	I/3	C	P/2	P/3	P/4	M/1	M/2	M/3
Gauche	2	5	2		10	8	9	7	11	6
Droite	4	2	3	3	6	2	4	4	10	5

Tab. XIII-5 (Vergisson II) : NME par rang dentaire. En grisée : l'élément fournissant le plus fort NME

La méthode proposée par J.-L. Guadelli (1998) pour étudier la structure de la cohorte est basée sur l'étude des dates d'éruption et l'usure des surfaces occlusales des incisives, or le NME des incisives est relativement faible (tab.XIII-5). En combinant les résultats nous observons une I/2-3 lactéale indiquant un jeune individu de moins de 2 ans (stade 2), 3 individus au stade 4 (5-8 ans), 3 individus dans le stade 5a (9-12 ans) et un individu dans le stade 5b (13-17 ans).

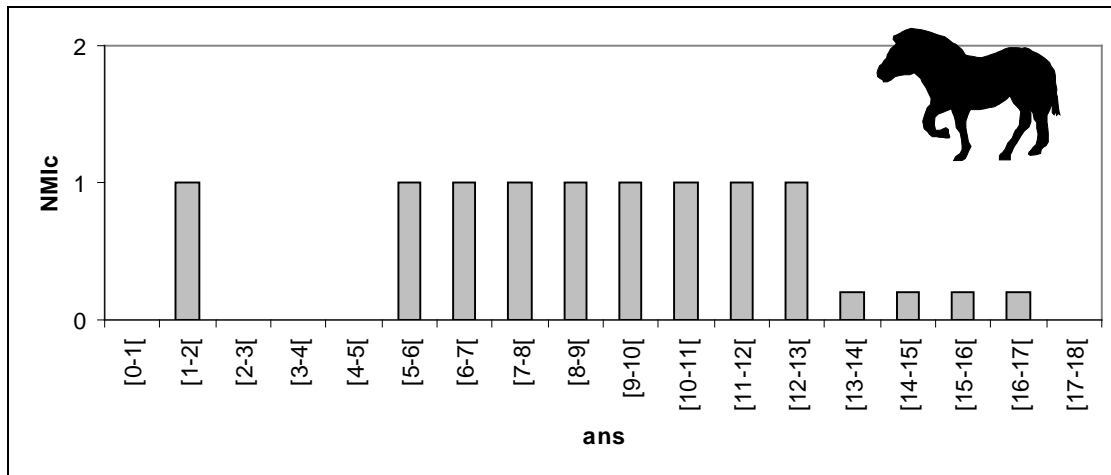


Fig. XIII-12 (Vergisson II) : Profil de mortalité du Cheval (à partir des incisives, méthode J.-L. Guadelli)

Les dents jugales étant plus nombreuses, la méthode quadratique mise en place pour les Equidés par Ph. Fernandez et S. Legendre (2003 ; 2009) a été appliquée au matériel de Vergisson II. Le tableau XIII-6 et la figure XIII-13 résume le résultat. Selon cette méthode, 3 individus supplémentaires peuvent être ajoutés au nombre d'individus présents soit 15 individus. Le profil de mortalité obtenu ressemble à celui observé précédemment à partir des incisives, c'est-à-dire un nombre d'individus adultes plus importants dans les catégories (5-8 et 9-12ans).

	0-3 ans	3-6 ans	6-9 ans	9-12 ans	12-15 ans	15-18 ans
P2/			1	3	1	
P3/			1	2		1
P4/			4	2		
M1/			5	4	2	1
M2/		2	5	2		
M3/			3	1	1	
P/2			3	1	1	
P/3			4	1	1	
P/4		1	5	2	1	
M/1			3			
M/2			4		1	1
M/3			2	3	1	
TOTAL		2	5	4	2	1

Tab. XIII-6 : (Vergisson II) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.

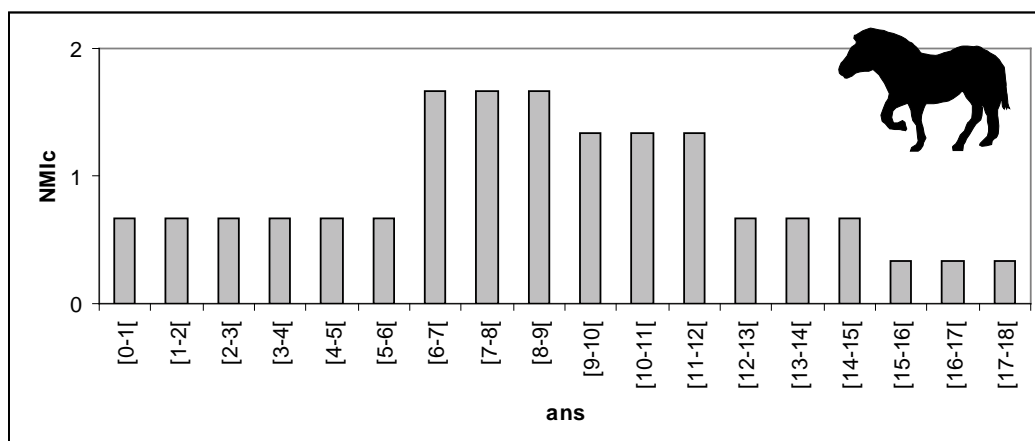


Fig. XIII-13 (Vergisson II) : Profil de mortalité du Cheval (à partir des hauteurs des dents jugales, méthode Ph. Fernandez & Legendre, 2003, 2009).

O. Bignon (2003) observe une corrélation entre la hauteur des dents déciduales et l'âge de l'animal. Les droites de corrélations proposées (tab.XIII-7) sont utilisées pour deux des trois dents déciduales présentes (une dP/3 et une dP/4), la dP2 cassée ne permet pas de prise de mesure.

Dent	Droite de régression	Coefficient de corrélation
dP2/	$y = -0,959x + 32,134$	$r = -0,993$
dP3/	$y = -0,957x + 33,65$	$r = -0,996$
dP4/	$y = -0,7191x + 34,224$	$r = -0,991$
dP/2	$y = -0,8194x + 28,773$	$r = -0,993$
dP/3	$y = -0,9364x + 32,205$	$r = -0,991$
dP/4	$y = -0,7426x + 35,476$	$r = -0,986$

**Tab. XIII-7** (Vergisson II) : Equation de transfert pour l'estimation de l'âge à partir des dents déciduales (d'après Bignon, 2003)

La dP/3 mesure 20,1 mm ce qui donne un âge d'environ 13 mois et la dP/4 mesure 25,5 mm conférant un âge de 15,5 mois. Ces âges estimés sont très proches, néanmoins il s'agit de 2 individus distincts car l'aspect des surfaces est nettement différent. Les naissances ayant lieu au mois de mai ( $\pm 1$  mois), la dP/3 indique une période comprise entre **mai et juillet (printemps-été)** et la dP/4 entre **juillet et septembre (été)**.

La détermination du sexe chez le Cheval est difficilement réalisable en particulier à cause d'un dimorphisme extrêmement faible voire inexistant (Barone, 1966). Le coxal et les canines sont les seuls éléments squelettiques permettant de distinguer les mâles et les femelles. Le problème des premiers est leur forte fragilité entraînant une mauvaise conservation en contexte archéologique et le problème des canines vient du fait que 20% des femelles en sont dotées. Sachant que les canines supérieures sont encore plus rares chez les femelles (Barone, 1966), il est probable qu'au moins 2 mâles (2 canines supérieures droites) soient présents dans l'assemblage.

### II.1.3. Le Bison

#### II.1.3.1. Représentation squelettique (annexes 110, 116 et 117)

La moitié des restes déterminés de Bison sont des dents isolées (annexes 110 et 116). Le profil squelettique ressemble également à ceux du Renne et du Cheval avec de forts pourcentages de survie pour les dents, le talus et le calcaneum et la rareté des phalanges (fig.XIII-14). Concernant les os longs humérus et tibia sont majoritaires comme pour les espèces précédentes. Seuls 2 restes se rapportent à des individus juvéniles soit 0,8 % du NRD.

✓ **Céphalique** : un maxillaire avec les molaires ainsi qu'un fragment de crâne ont été trouvés. Une dent supérieure déciduale indique la présence d'au moins un jeune. Pour la mandibule, le même constat que pour le Cheval peut être fait : aucun reste n'est observé.

✓ **Axial** : les quelques vertèbres (n=5) présentes sont des vertèbres thoraciques, lombaires et un atlas. Les restes vertébraux dont la détermination n'a pu être approfondie au niveau de l'espèce sont eux aussi peu fréquents et ne permettent pas d'expliquer leur rareté. De même les côtes sont peu observées (raison similaire que pour le Renne et le Cheval cf *supra*).

- ✓ **Ceinture** : peu de restes se rapportent à la scapula (n=3) et au coxal (n=2).
- ✓ **Os longs** : L'humérus et le tibia sont prépondérants du fait de la forte densité de leur extrémité distale. Les métapodes sont également bien observés, l'un des métatarses est entier et une extrémité distale de métatarse est attribuée à un jeune individu.
- ✓ **Os courts** : les os courts sont peu nombreux à l'exception du talus et du calcaneum qui sont des éléments de grandes dimensions.
- ✓ **Phalanges** : au total, seulement 6 phalanges ont été mises au jour. Ces éléments sont pourtant relativement grands et robustes, leur pauvreté au sein de l'assemblage n'est probablement pas due à un tri sélectif du matériel lors de la fouille d'autant plus qu'elles proviennent des anciennes fouilles.

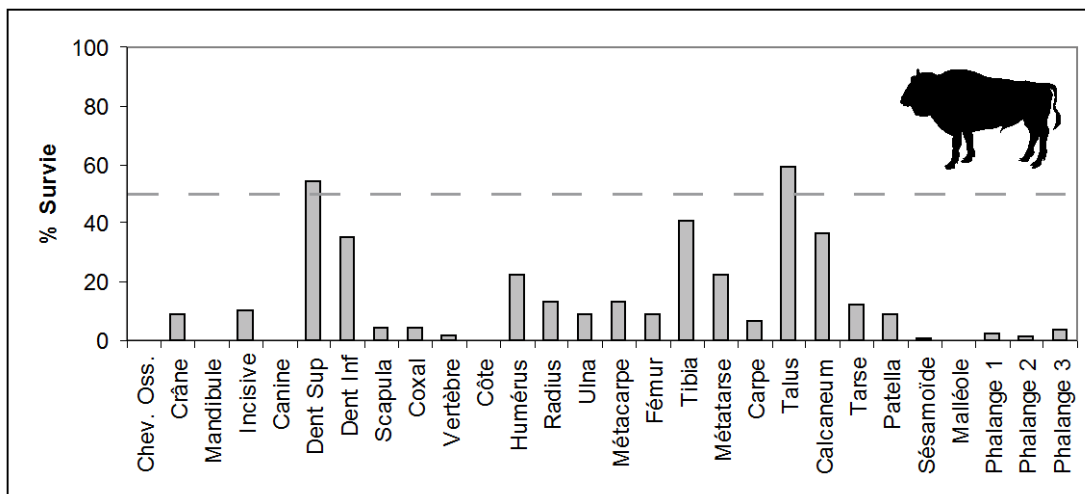


Fig. XIII-14 (Vergisson II) : Représentation squelettique du Bison.

La corrélation entre la densité et le pourcentage de survie des restes de Bison n'est pas significative (fig.XIII-10). La densité n'explique qu'en partie la présence ou non de l'élément.

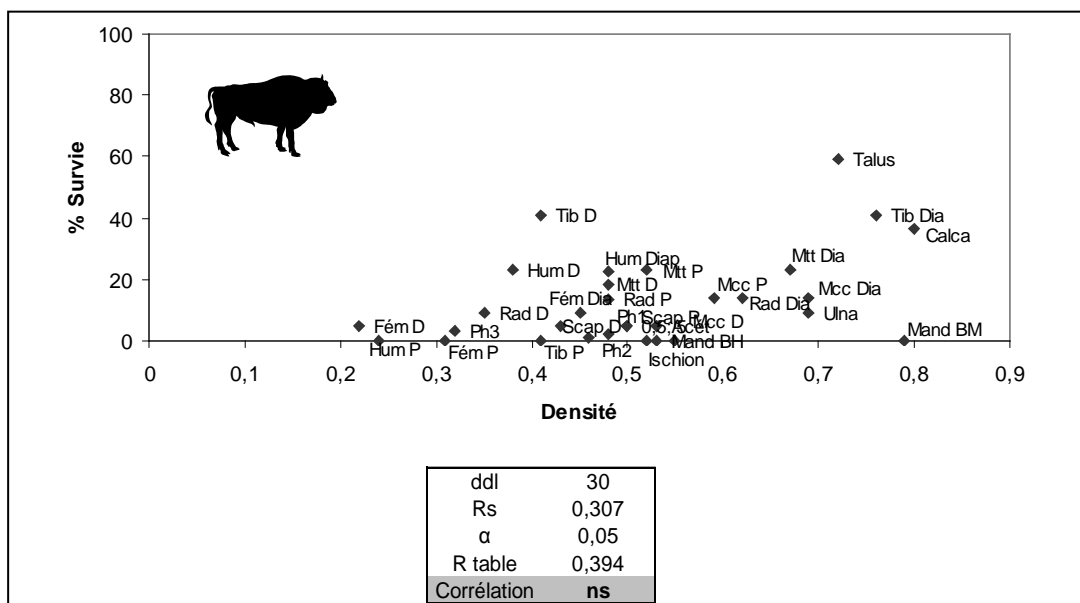


Fig. XIII-15 (Vergisson II) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Bison.

## II.1.3.2. Age et sexe des individus

Les M2/ gauches et M/3 gauches montrent l'existence d'au moins 9 individus (NMif) (tab.VI-8). Une dent déciduale signale la présence d'un jeune individu de moins de 2 ans.

Supérieures	P2/	P3/	P4/	M1/	M2/	M3/
Gauche	3	5	3	2	<b>9</b>	2
Droite	7	1	1	6	5	5
Inférieures	P/2	P/3	P/4	M/1	M/2	M/3
Gauche	1	1	2	4	5	<b>9</b>
Droite	1	1	1	5		6

Tab. XIII-8 : (Vergisson II) : NME par rang dentaire. En grisée : l'élément fournissant le plus fort NME

Afin d'apprécier l'âge des individus adultes, nous avons examiné l'usure des surfaces occlusales afin de les classer dans différentes catégories d'âge (fig.XIII-16). Cette méthode a permis de distinguer trois individus adultes supplémentaires.

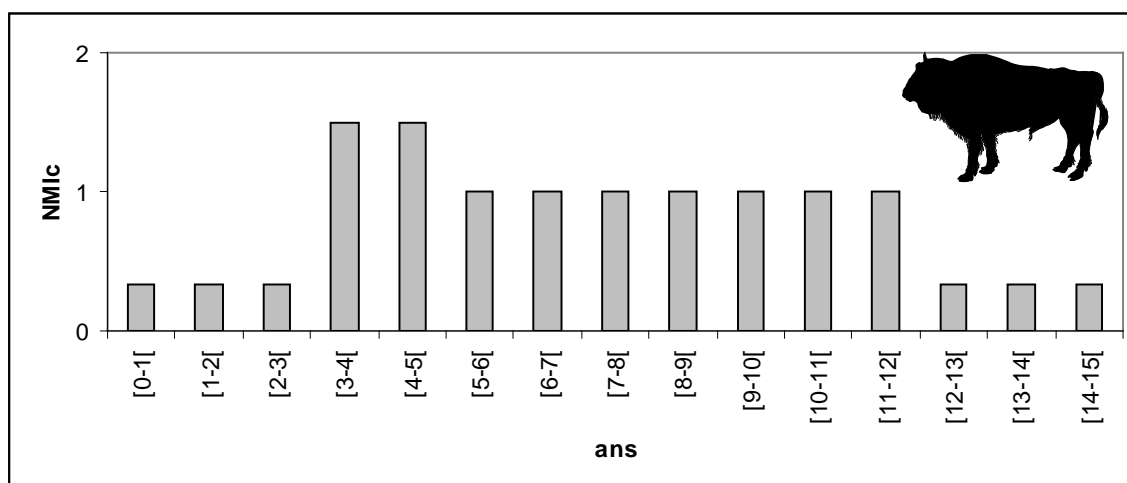


Fig. XIII-16 (Vergisson II) : Profil de mortalité du Bison.

Le dimorphisme sexuel étant particulièrement prononcé chez les Bovinés, il est par conséquent possible de distinguer mâle et femelle. Le talus est un des éléments de l'assemblage le plus approprié pour déterminer le sexe car il est fréquent et généralement bien conservé. De plus, les distinctions peuvent se faire à l'œil nu. Ainsi les mâles ont un DT distal plus large que le DT proximal conférant un aspect trapézoïdal à cet os (Brugal, 1983), alors que le DT distal du talus des femelles est comparable au DT proximal.

La fig.XIII-17 confirme nos observations réalisées montrant un nombre égal d'individus mâles et de femelles.

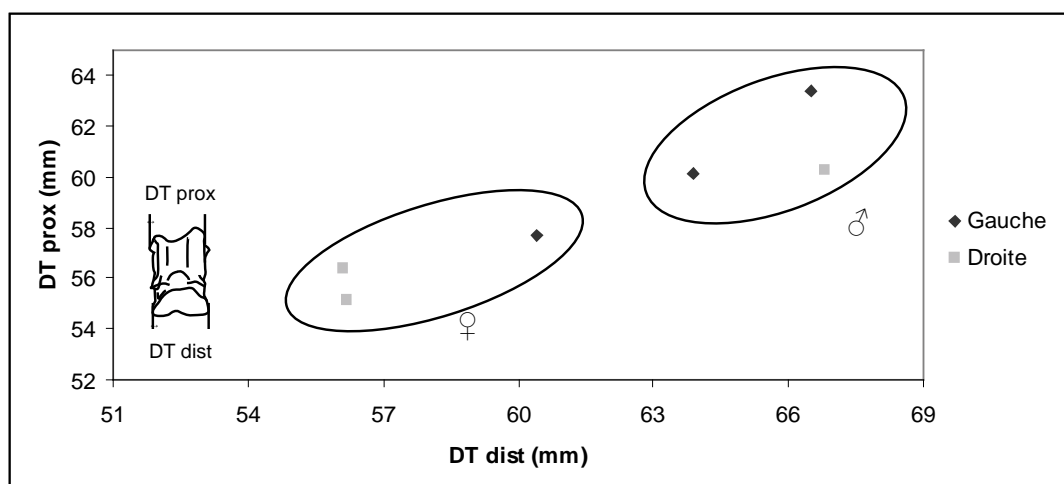


Fig. XIII-17 (Vergisson II) : Sex-ratio à partir de la dispersion du diamètre transverse distal par rapport au diamètre transverse proximal du talus.

#### II.1.4. Les Herbivores secondaires

##### ✓ Cerf (tab.XIII-2)

Cette espèce est identifiée par 28 restes provenant des différentes parties du squelette. Au moins un mâle est présent puisqu'un bois de massacre est observé. Le Cerf porte des bois de **mi-juillet à fin-février** (Briot & Voilquin, 1986). La partie céphalique s'illustre par 6 dents inférieures appartenant à un jeune (M/2 faiblement usée) et un adulte (M/2 moyennement usée). Le membre postérieur est légèrement mieux représenté que le membre antérieur. Un plateau tibial non épiphysé confirme la présence d'un jeune individu. Les différents os du carpe et tarse sont présents ainsi que quelques phalanges (n=6). Ces dernières sont aussi nombreuses que celles du Bison alors que le nombre d'individus et la quantité des restes déterminés sont totalement différents. Deux Cerfs sont présents un adulte mâle et un jeune individu de moins de 3-4 ans (extrémité proximale de tibia non épiphysée).

##### ✓ Hydruntin (tab.XIII-2)

Sa présence dans l'assemblage se résume à quelques dents (n=4), deux fragments de métatarse ainsi qu'un de métapode indéterminé.

##### ✓ Bouquetin (tab.XIII-2)

Une molaire supérieure fragmentée, trois carpiens et une phalange 1 sont les seuls restes attribués à cette espèce.

##### ✓ Mammouth (tab.XIII-2)

Un fragment d'humérus (diaphyse médiale) et quelques lamelles de dents lui sont attribués.

## ✓ Sanglier (tab.XIII-2)

Trois restes indiquent sa présence dans l'assemblage et contrairement aux autres espèces il ne s'agit que d'éléments post-crâniens : un fragment de coxal, une phalange 1 non épiphysée (individu de moins d'un an) et une phalange 2. Un adulte et un jeune sont donc présents.

## ✓ Chevreuil (tab.XIII-2)

L'unique reste de Chevreuil est une première phalange appartenant à un adulte.

## ✓ Rhinocéros laineux (tab.XIII-2)

Seule une dent déciduale est présente.

## ✓ Mégacéros (tab.XIII-2)

Un fragment de branche horizontale de mandibule avec M/2 et M/3 appartient à cette espèce. Les dents montrent une usure faible à moyenne.

## II.2. Carnivore

Le tableau XIII-9 détaille le nombre de restes et le nombre d'éléments estimés pour les différentes espèces de Carnivores. Comme pour les Herbivores, deux espèces dominent (Loup et Renard) pour lesquelles toutes les grandes parties squelettiques sont observées tandis que les autres Carnivores ne sont illustrés que par quelques restes, principalement dentaires.

		<i>C. lupus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>U. spelaeus</i>		<i>C. crocuta</i>		<i>M. meles</i>		<i>P. putorius</i>		<i>M. erminea</i>	
		NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.														
	Crâne	6	3	5	3			1	1						
	Mandibule	17	7	20	7			1	1					1	1
	Incisive	31	31	3	3	1	1								
	Canine	22	15	47	39	1	1								
	Dent Jugale >	24	24	20	20	1	1	2	2						
	Dent Jugale <	41	41	33	33	6	6	5	5	1	1				
Ceinture	Scapula														
	Coxal	1	1												
Axial	Vertèbre	11	10	14	14										
	Côte	1	1			3	3								
Os Long	Humérus	6	6	6	6	1	1	1	1						
	Radius	7	4	4	3										
	Ulna	10	8	2	2					1	1				
	Métacarpe	4	4	21	21										
	Mcc Vest.														
	Fémur			2	1										
	Tibia	6	5	5	3							1	1		
	Métatarse	3	3	10	10					4	4	1	1		
	Mtt Vest.														
Os Court	Carpe			1	1										
	Talus	2	2	2	2										
	Calcaneum			14	14					1	1				
	Autre Tarse	1	1												
	Patella														
	Sésamoïde														
	Os malléolaire														
Autopode	Phalange 1	5	3	23	23			1	1						
	Phalange 2			13	13										
	Phalange 3	1	1	2	2										

Tab. XIII-9 (Vergisson II) : Représentation squelettique des Carnivores.



### II.2.1. Le Renard

Les restes de Renard (n=255) concernent majoritairement la partie céphalique avec un abondant matériel dentaire (notamment des canines) et les os longs des membres (fig.XIII-18). Deux restes appartiennent à un jeune individu : un métacarpe non épiphysé distalement ainsi qu'une phalange également non épiphysée.

✓ **Céphalique** : les dents isolées (n=105) représentent 48% du nombre de restes déterminés, plus d'un tiers (n=39) sont des canines. Les autres restes céphaliques concernent des fragments maxillaires et prémaxillaires (n=5) ainsi que des fragments de mandibules (n=20).

✓ **Axial** : les vertèbres sont présentes (n=14), parmi elles 11 sont des vertèbres caudales.

✓ **Ceinture** : aucun reste de scapula et de coxal n'a été déterminé pour cette espèce.

✓ **Os longs** : les métapodes semblent abondants (n=37) mais rapportés en pourcentage de survie ce chiffre devient beaucoup plus faible soit 19% pour les métacarpes et 11% pour les métatarses. Comme pour les Herbivores, l'humérus et le tibia sont les os longs les plus observés.

✓ **Os courts** : à l'exception du calcaneum (n=14), les os courts sont quasi inexistantes (n=3) ; cela peut s'expliquer par leur petite taille, ils n'ont donc pas été ramassés.

✓ **Phalanges** : les phalanges 3 sont très peu observées du fait de leur petite dimension.

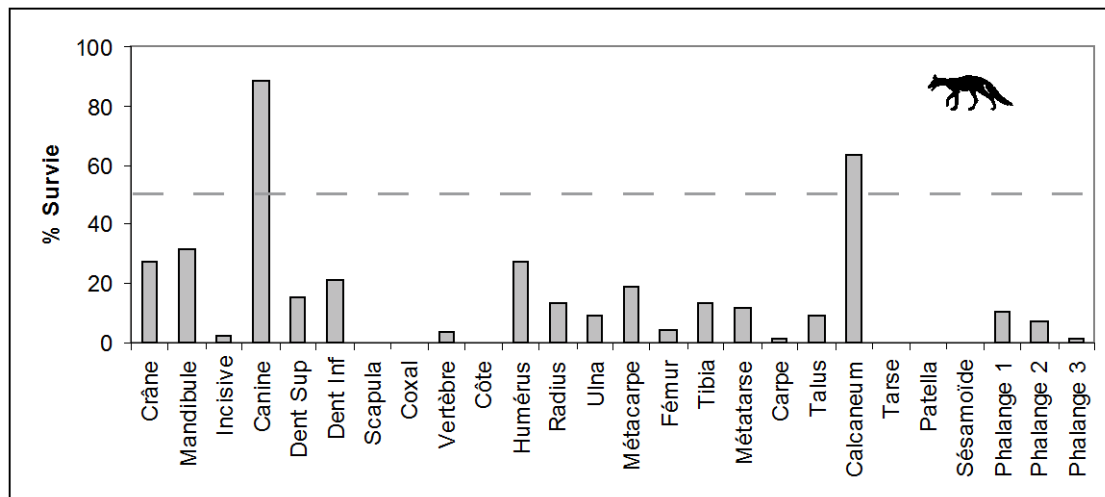


Fig. XIII-18 (Vergisson II) : Représentation squelettique du Renard.

Un jeune individu est observé avec un quatrième métacarpien non épiphysé et d'une phalange 2 également non épiphysée. Le NMIf est donné par les canines inférieures gauches (n=11). Il est plus difficile d'établir un profil d'âge précis pour les adultes. Au cours de l'étude du matériel nous avons constaté une tendance vers une usure moyenne à forte, notamment de la carnassière. L'étude réalisée par F. Chaput abonde dans ce sens (Chaput, 1998).

## II.2.2. Le Loup

Le nombre de restes se rapportant au Loup est de 211. Les dents comptent pour 60% du NRD. La partie céphalique et le membre antérieur sont les plus abondants (fig.XIII-19).

- ✓ **Céphalique** : les os crâniens sont majoritairement des maxillaires avec encore la présence des dents et un occipital. Le taux de survie des mandibules est important (50%).
- ✓ **Axial** : les vertèbres et les côtes sont rares. Contrairement au Renard, ce sont les vertèbres cervicales qui dominent.
- ✓ **Ceinture** : seul un reste de coxal est observé.
- ✓ **Os longs** : la patte antérieure est particulièrement bien représenté notamment l'ulna avec des pourcentages de survie de 43% pour l'humérus et 57% pour l'ulna. Le tibia, quant à lui, est observé à 36%. Les métapodes sont rares, le NME global s'élève à 7.
- ✓ **Os courts** : deux talus et un naviculaire sont présents.
- ✓ **Phalanges** : le nombre de phalanges est extrêmement faible (n=6).

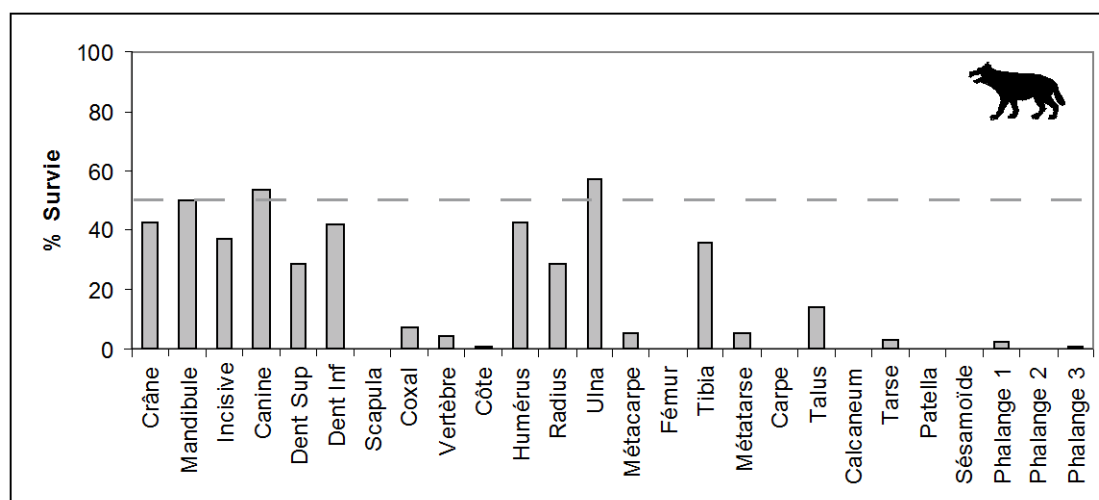


Fig. XIII-19 (Vergisson II) : Représentation squelettique du Loup.

Le NMIF du loup est obtenu par la M/1 gauche (n=7). Aucun reste de juvénile n'a été mis au jour pour cette espèce. En revanche, 21 dents indiquent une forte usure et donc la présence de vieux individus (n=2).

## II.2.3. Les Carnivores secondaires

- ✓ L'Ours (tab.XIII-9)

Les dents isolées dominent le nombre de restes (n=8 ; 60%), les autres restes sont des fragments de côtes (n=3), de mandibule avec une M/2 et d'humérus.

Trois individus ont pu être décomptés. En effet, deux M/2 gauches fortement usées (fig.XIII-20) appartiennent à deux vieux individus et une M/2 droite dont l'usure est très faible témoignerait d'un troisième individu adulte mais plus jeune.



**Fig. XIII-20** (Vergisson II) : M2/ d'Ours des cavernes très fortement usée.

✓ L'Hyène (tab.XIII-9)

Le profil squelettique de l'Hyène ressemble à celui de l'Ours, la partie céphalique est prépondérante. Il s'agit essentiellement de dents isolées (n=8 ; 67 %). Le maxillaire et la mandibule portent tous deux des dents. Un fragment d'humérus et une phalange 1 sont également présents au sein de l'assemblage. A l'exception d'une prémolaire et de la phalange tous les restes sont fragmentés.

Un bourgeon de M/1 droite signale la présence d'un individu jeune, par ailleurs 2 M/1 gauches indiquent deux autres adultes.

✓ Le Blaireau (tab.XIII-9)

Une seule dent est observée (M/1). Le Blaireau est documenté par un calcaneum et des métatarses entiers (n=4) dont un appartient à un jeune (extrémité distale non épiphysée) ainsi que par un calcaneum. Deux adultes et un jeune sont présents.

✓ Les petits Mustélidés (tab.XIII-9)

La présence du Putois est attestée par un métapode entier et un fragment de tibia, tandis que celle de l'Hermine est déterminée grâce à une hémi-mandibule droite complète.

### II.3. Lagomorphe et Rongeur

✓ Lièvre

Très peu de restes s'y rapportent ; il est difficile de savoir si cela reflète la réalité ou s'il s'agit d'un problème de fouille sélective. Les phalanges (n=5) et le calcaneum (n=5) sont largement majoritaires. L'un des calcaneum appartient à un jeune individu. Les autres os présents sont des os longs (un métapode entier et un fragment de tibia). Trois calcaneum gauches indiquent la présence de trois lièvres minimum dont un jeune de moins de 9 mois.

✓ Castor

Deux incisives ont été mises au jour.

### III. Etude taphonomique

#### III.1. La fragmentation

L'étude de la fragmentation concerne l'ensemble du matériel à l'exception des dents. Les cassures récentes ont également été retirées de l'analyse. Globalement, les trois quarts des os sont fragmentés (tab.XIII-10). Les éléments entiers sont quasi exclusivement des os courts. Le Renard est l'espèce présentant le plus de restes entiers, notamment les os longs, la moitié d'entre eux sont complets. En revanche, les autres espèces sont fortement fragmentées (> 95%). A noter que les trois principales espèces d'Herbivores montrent des os des membres encore entiers, en particulier des métapodes : 1 métacarpe de Bison, 2 métarpes (Gauche et Droit), 1 métatarse de Cheval et 1 radius de Renne.

	<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>C. lupus</i>		TOTAL	
	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NR	%
Os long fragmentés	430	99,8	127	96,2	73	98,6	44	55,7	38	97,4	757	96,4
Fragmentation globale	773	76,3	181	69,9	106	78,5	78	52,0	72	85,7	1310	73,4

Tab. XIII-10 (Vergisson II) : Etude de la fragmentation.

Au niveau des circonférences des diaphyses d'os longs, des différences entre Herbivores et Carnivores apparaissent. Les Canidés présentent une fréquence élevée de circonférence complète tant pour les diaphyses que pour les extrémités (tab.XIII-16 : >75%). Ce qui n'est pas le cas des Herbivores pour lesquels les circonférences entières sont bien moins souvent observées ( $\leq 50\%$ ).

		<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>C. lupus</i>		TOTAL	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	17	21,5	5	26,3	7	23,3					38	22,2
	< 1/2	42	53,2	12	63,2	21	70			2	15,4	88	51,5
	> 1/2	14	17,7			2	6,7			1	7,7	20	11,7
	Complète	6	7,6	2	10,5			2	100	10	76,9	25	14,6
Epiphyse	Baguette	29	7,5	8	7	5	11,6					45	7,2
	< 1/2	142	36,7	37	32,5	21	48,8	1	2,4	1	3,7	208	33,2
	> 1/2	27	7	9	7,9	3	7	3	7,1	1	3,7	51	8,1
	Complète	189	48,8	60	52,6	14	32,6	38	90,5	25	92,6	322	51,4

Tab. XIII-11 (Vergisson II) : Circonférence des os longs.

Pour le Renne, le Cheval et le Bison, les fragments dont la circonférence est inférieure à la moitié dominant nettement surtout pour les fragments de diaphyses (tab.XIII-11).

Deux hypothèses peuvent alors être avancées :

- la classe de taille est différente, les Carnivores sont plus petits, par conséquent ils sont enfouis plus rapidement et sont donc moins vulnérables face aux agents climatiques.

- la fracturation des os longs dans un but alimentaire (récupération de la moelle par les Hommes ou les Carnivores) ou technique (retouchoir) a pour résultat de produire de nombreux fragments de diaphyses.

Ces deux propositions ne sont pas exclusives, ces deux facteurs ont certainement joué un rôle.

En combinant, l'angle et la forme de la cassure avec la rugosité du bord, il est possible de connaître l'état de fraîcheur de l'os au moment de sa fragmentation (Villa & Mahieu, 1991). A l'échelle de la couche, le pourcentage de cassure sur os frais représente 1/3 de la fragmentation. En détaillant selon chaque espèce, nous constatons quelques différences (tab.XIII-12). Les ossements de Canidés se sont majoritairement cassés lorsqu'ils étaient secs. Le Renne et le Cheval présentent plus fréquemment des cassures sur os sec. Pour ces deux espèces, la répartition des types de cassures est similaire. La fragmentation des os de Bison se distingue de celle des autres espèces par une proportion de cassures réalisées sur os frais plus importante (notamment les cassures de type spirale) : les deux tiers des pièces sont concernées.

		<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>V. vulpes</i>		<i>C. lupus</i>		TOTAL	
		NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	166	40,5	24	25,8	8	17,8	29	63	24	52,2	258	39
	Escalier	33	8	9	9,7			2	4,3	5	10,9	49	7,4
Total cassure sur os sec		199	68,2	33	60	8	34,8	31	72,1	29	69	307	65,3
Cassure sur os frais	Oblique	35	8,5	9	9,7	4	8,9	8	17,4	7	15,2	64	9,7
	V-Shaped	5	1,2					1	2,2	1	2,2	7	1,1
	Spirale	53	12,9	13	14	11	24,4	3	6,5	5	10,9	92	13,9
Total cassure sur os frais		93	31,8	22	40	15	65,2	12	27,9	13	31	163	34,7
Os sec ou frais	Longitudinale	118	28,8	38	40,9	22	48,9	3	6,5	4	8,7	192	29,2

Tab. XIII-12 (Vergisson II) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.

La figure XIII-21 montre la répartition des restes selon leur longueur. Seuls les vestiges fragmentés ont été pris en compte. La classe des 0-2cm est faiblement représentée (15,6% des restes fragmentés) ce qui confirme que le tamisage n'a pas été pratiqué. En effet, lorsque celui-ci est mis en place ce pourcentage est au moins triplé (Costamagno, 1999).

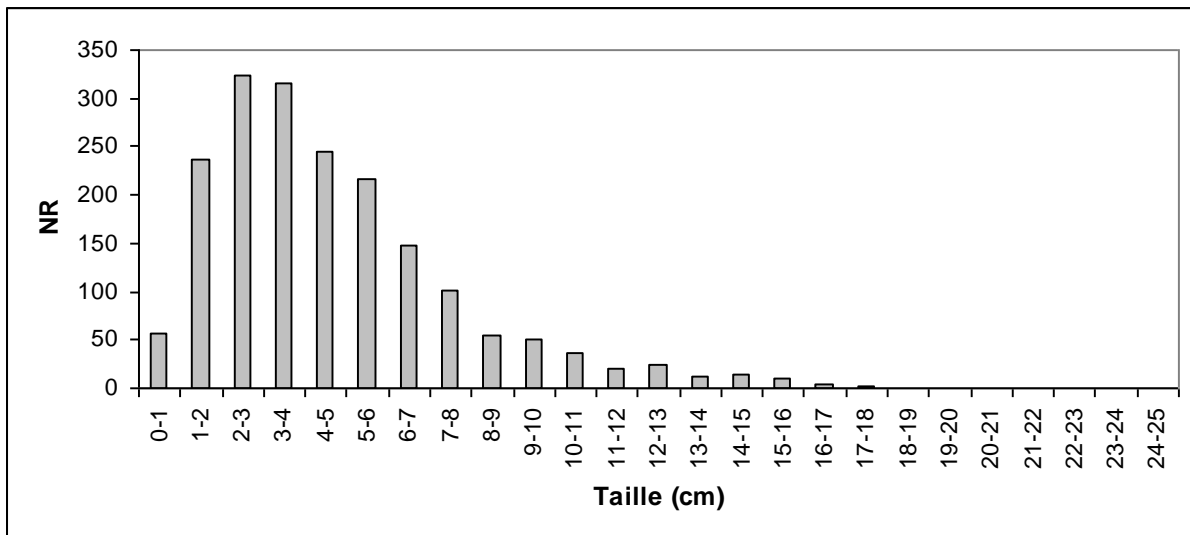


Fig. XIII-21 (Vergisson II) : Répartition des tailles des fragments.

### III.2. Les altérations abiotiques

L'étude taphonomique porte uniquement sur le matériel osseux. La figure XIII-22 résume les différents types d'altérations observés.

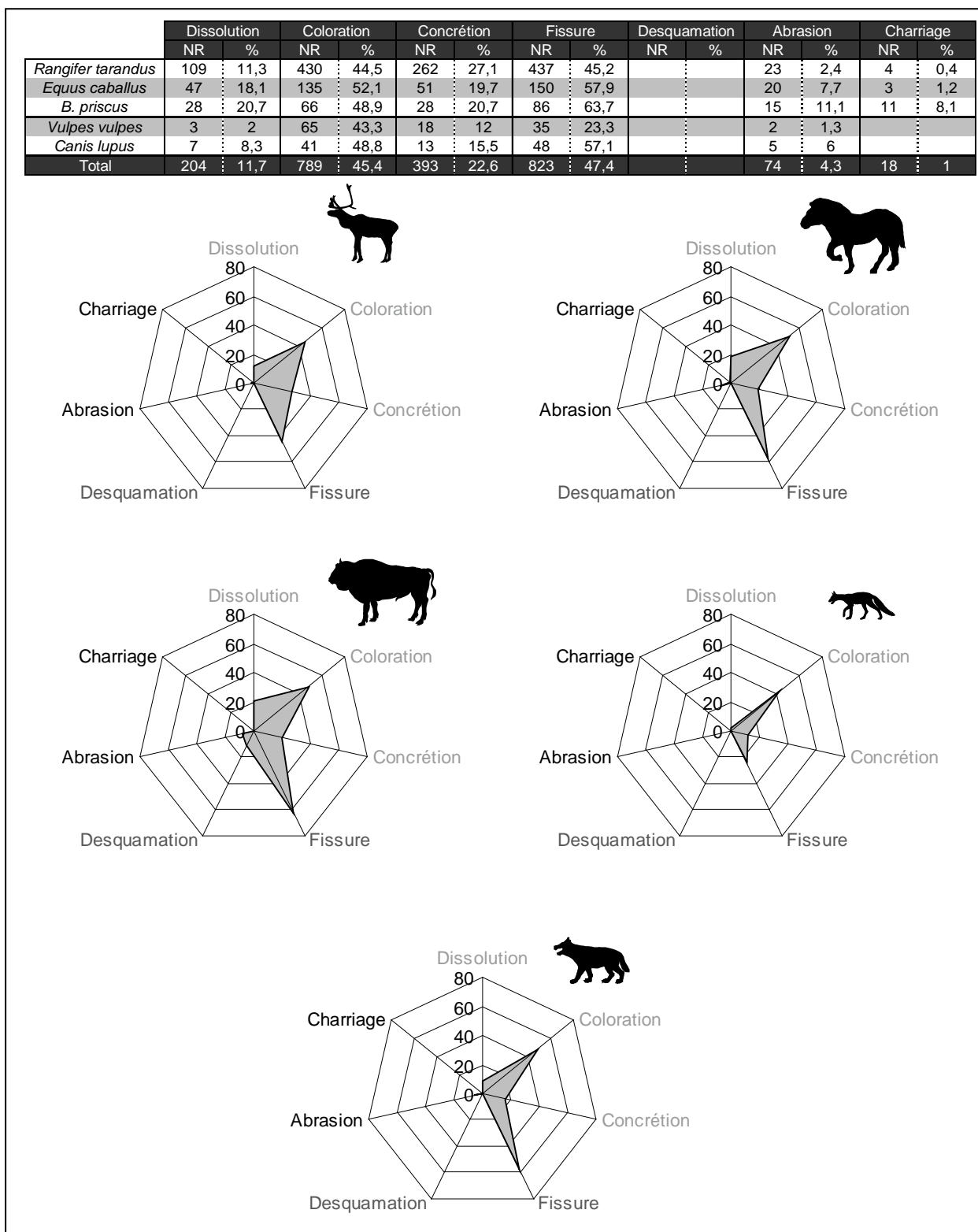


Fig. XIII-22 (Vergisson II) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment.

Les diagrammes de la figure XIII-22 et les corrélations des rangs de Spearman (fig.XIII-23) indiquent que toutes les espèces ont subis la même histoire taphonomique.

	<i>R. tarandus</i>	<i>E. caballus</i>	<i>B. priscus</i>	<i>V. vulpes</i>	
<i>R. tarandus</i>					
<i>E. caballus</i>		1,00			
<i>B. priscus</i>		0,99	0,99		
<i>V. vulpes</i>		0,94	0,94	0,93	
<i>C. lupus</i>		1,00	1,00	0,99	0,94

Fig. XIII-23 (Vergisson II) : Corrélation des rangs de Spearman des altérations taphonomiques (en grisée : les corrélations significatives à  $\alpha=0,05$ ).

### III.2.1. Action de l'eau

L'action de l'eau (percolation, stagnation ou ruissellement) a incontestablement joué un rôle dans la modification de l'assemblage. En effet, elle est visible au travers des traces laissées par les phénomènes de dissolution et de concrétionnement notamment (environ 20% des restes pour les Herbivores). Un dépôt de couleur noire apparaît sur plus de 40% des restes et ce quelles que soit l'espèce. Son intensité, c'est-à-dire le degré de recouvrement est variable mais très rarement total (annexe 118). Les Canidés localisés principalement dans le fond de la grotte, montrent une action hydrique plus faible.

### III.2.2. Action du climat

Un reste sur deux possède des fissures. Toutefois Les fissures sont fines au début puis s'élargissent et incisent plus profondément la surface corticale de l'os au cours du temps. Bien que de nombreux restes présentent des fissures (fig.XIII-21), la majorité des os présente des stades de *weathering* peu avancés (Renne n=15 soit 1,5% du NRD ; Cheval n=9 soit 3,5% et Bison n=11 soit 8,1%) suggérant ainsi un enfouissement relativement rapide.

	1		2		3	
	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	733	76,9	215	22,6	5	0,5
<i>Equus caballus</i>	176	68	81	31,3	2	0,8
<i>Bison priscus</i>	82	60,7	53	39,3		
<i>Vulpes vulpes</i>	136	91,3	13	8,7		
<i>Canis lupus</i>	67	79,8	17	20,2		
Total	1278	74,4	431	25,1	9	0,5

Tab. XIII-13 (Vergisson II) : Répartition des restes en fonction des stades de *weathering* (selon Behrensmeyer, 1978).

Il apparaît nettement que la taille de l'animal a joué un rôle non négligeable dans son degré d'altération, les espèces les plus grandes étant plus fortement affectées par le *weathering* (fig.XIII-24). Ce phénomène est à mettre en relation avec un temps d'enfouissement plus long et par conséquent une exposition prolongée aux intempéries. Les fissures résultent de l'alternance climatique gel/dégel, sec/humide (Guadelli & Ozouf, 1994, 2000 ; Guadelli, 2008).

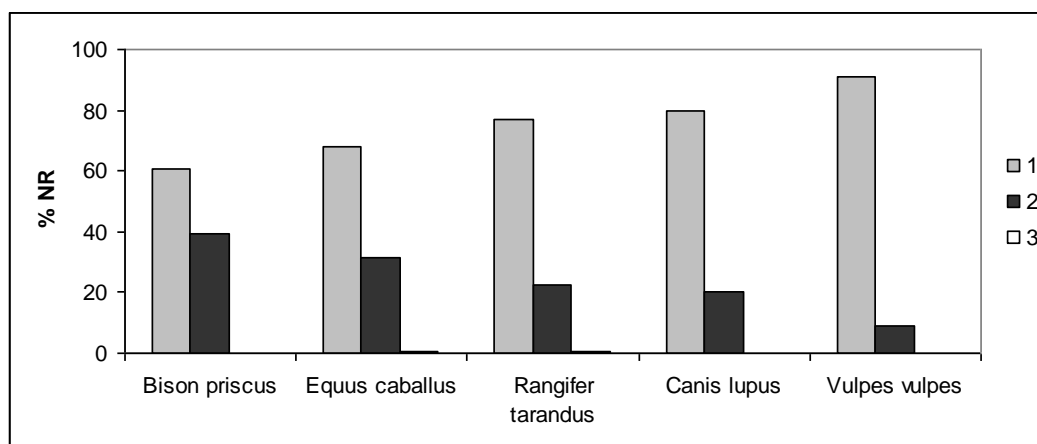


Fig. XIII-24 (Vergisson II) : Stade de *weathering*.

Les dents et les bois sont également touchés par le *weathering*. Les restes dentaires sont globalement bien conservés seul un faible nombre présente de larges fissures (n=15 soit 1,5%). Quasiment toutes ces dents se rapportent à des animaux de grande taille.

### III.2.3. Action du sédiment

L'impact du sédiment est faible et affecte principalement le Bison.

Les altérations d'origine chimique, physique ou biologique dégradent la pièce et à terme gênent la lecture des surfaces osseuses. Dans l'ensemble, les surfaces osseuses sont bien conservées et les modifications taphonomiques n'empêchent pas la lecture de la pièce (fig.XIII-25). Les vestiges illisibles sont rares (< 10 %) et ce pour toutes les espèces.

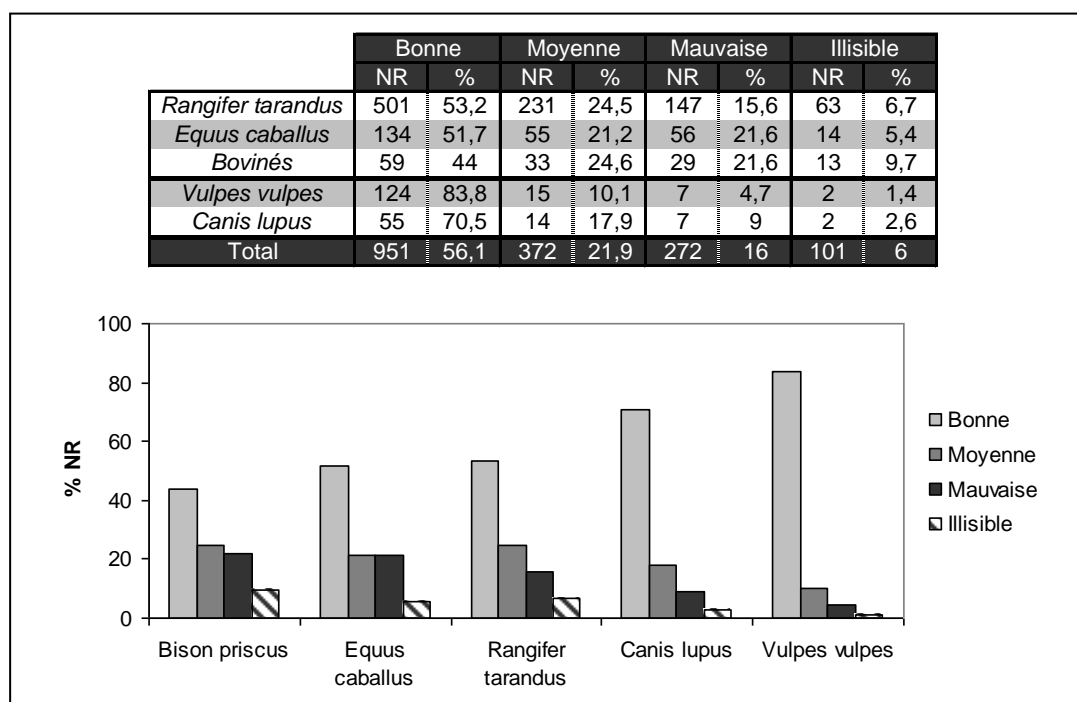


Fig. XIII-25 (Vergisson II) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.



### III.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

Les traces biotiques sont extrêmement rares (< 2% du NR ; tab.VI-16). La vermiculation correspond à l'observation de petits sillons incrustés dans la surface corticale qui illustrent la présence ancienne de radicules. Il faut noter que les restes ayant des traces de vermiculation proviennent tous des premières fouilles donc pas du fond de la grotte trop obscure pour permettre la présence de végétaux.

	Vermiculation	
	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	8	0,8
<i>Equus caballus</i>	4	1,5
<i>Bison priscus</i>	1	0,7
<i>Vulpes vulpes</i>	1	0,7
<i>Canis lupus</i>		
Total	15	0,9

Tab. XIII-14 (Vergisson II) : Nombre de restes avec des traces des végétaux.

## IV. Activité des Carnivores

### IV.1. Impact des Carnivores

Huit espèces de Carnivores sont présentes à Vergisson II. Parmi eux les Canidés (Renard et Loup), l'Hyène et l'Ours, dans une moindre mesure, sont susceptibles d'avoir modifié l'assemblage, voire d'avoir participé à l'accumulation. L'étude des marques laissées lors de la consommation d'os permet d'estimer l'importance respective de chacun. Le tableau XIII-15 synthétise les marques observées sur les restes osseux de chaque espèce. A l'exception des taxons avec très peu de restes, toutes sont concernées par des traces de morsures. Proportionnellement les Carnivores sont les plus affectés. Seul le Renard montre un faible pourcentage de restes modifiés (6%). Les traces de consommation laissées par les carnassiers sur les ossements d'Herbivores varient entre 9% (moyen Cervidés) et 15% (Bison). L'impact des Carnivores sur l'assemblage n'est donc pas anecdotique et ne privilégie pas une espèce en particulier. Les grands Herbivores tels que le Cheval et le Bison sont toutefois légèrement plus concernés que les espèces de taille moyenne (tab.XIII-15). Cela peut être dû à leur plus grande résistance à la destruction (ossement plus gros) ou au fait qu'ils soient plus attractifs d'un point de vue nutritif. La réponse est certainement à chercher du côté d'un effet cumulé de ces deux facteurs. La figure XIII-26 montre des exemples de modifications engendrées lors de la consommation d'un élément squelettique par un Carnivore. L'absence des fragments de diaphyse d'os longs surestime l'impact des Carnivores (Marean & Spencer, 1991 ; Bartram & Marean, 1999). En effet, les parties spongieuses (extrémités) sont les premières et les plus consommées (Binford, 1981, Brain, 1981, Blumenshine, 1986). La rareté des *scores* et des *tooth notches* est potentiellement due à l'absence des fragments de diaphyse.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated		Tooth notches		Digéré	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	81	8,6	73	7,7	20	2,1	5	0,5	7	0,7	18	1,9	15	1,6	10	1,1	1	0,1
<i>Equus caballus</i>	25	10,2	17	6,9	1	0,4	3	1,2	4	1,6	3	1,2	2	0,8	1	0,4	1	0,4
<i>Bison priscus</i>	18	14,8	17	13,9			1	0,8	1	0,8	5	4,1	2	1,6	1	0,8		
<i>Cervus elaphus</i>	2	9,1	2	9,1			1	4,5					1	4,5	1	4,5		
<i>Equus hydruntinus</i>	1	33,3	1	33,3							1	33,3						
<i>Canis lupus</i>	19	23,2	16	19,5	1	1,2	4	4,9	2	2,4	14	17,1	1	1,2	1	1,2		
<i>Vulpes vulpes</i>	9	6,1	9	6,1	2	1,4	2	1,4			3	2	1	0,7				
<i>Crocuta crocuta</i>	1	25															1	25
<i>Ursus spelaeus</i>	1	20	1	20			1	20							1	20		
TOTAL	164	9,8	144	8,6	25	1,5	18	1,1	15	0,9	45	2,7	26	1,5	18	1,1	3	0,2

Tab. XIII-15 (Vergisson II) : Nombre et pourcentage de pièces avec des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature de Binford (1981)



Fig. XIII-26 (Vergisson II) : Traces de dents laissées par les Carnivores sur les extrémités spongieuses du fémur : proximale (A) et distale (B) et sur une diaphyse compacte de métacarpe (C) de Renne

Les modifications liées à l'action de l'Ours résident essentiellement dans le polissage des surfaces et des angles (*i.e.* charriage à sec) (Koby, 1943 ; Haynes, 1983). Cet aspect lustré des bords est visible sur seulement 11 restes. L'Hyène peut également produire des zones polies lorsqu'elle mâchonne les os. Bien que peu abondante, l'Hyène (NMIC=3) a tout de même participé à l'altération de l'assemblage osseux. En effet, quelques de restes digérés sont présents (n=3) (fig.XIII-27).



Fig. XIII-27 (Vergisson II) : Incisive de Cheval digérée.

Loups et Renards dominent largement le spectre faunique des Carnivores. Les tailles des *pits* observés peuvent être rapportées à ces deux espèces. Outre la consommation de la viande, les Canidés mâchonnent les parties spongieuses afin de récupérer la graisse qu'elles contiennent. Ceci entraîne une forte modification voire une destruction des extrémités d'os long. Cependant la création de « cylindre » est relativement rare, elle n'a lieu que lorsque la consommation est intense (Castel, 1999b ; 2004b).

## IV.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche

La présence de l'Ours des cavernes est observée par quelques restes (n=13) appartenant à deux individus âgés et un adulte plus jeune. Ces 3 individus sont morts *in situ* de famine ou de vieillesse, probablement au cours de leur hibernation. La grotte étant de petite dimension, seuls quelques individus isolés sont venus s'y installer.

L'Hyène est illustrée par seulement trois individus dont un jeune. La présence de coprolithes et d'os digérés indiquent qu'ils ont occupé la grotte comme repaire.

Plusieurs indices montrent que la grotte a pu servir de tanière aux Canidés. Loups et Renards représentent 20% du NR et 19% du NMic. Le nombre de restes modifiés global ou pour chaque espèce (modifications par Ours et Hyène faible) (tab.XIII-21) correspond également à celui attendu dans les tanières de canidés : 10-20% (Castel, comm. perso.). La répartition spatiale des restes de Loups et de Renards montre qu'ils sont essentiellement situés dans le fond de la grotte (*cf.* fig.XIII-1), ceci plaide à nouveau en faveur de l'utilisation de la cavité comme tanière. En règle générale, les jeunes sont bien représentés dans les repaires ce qui n'est pas le cas dans cette étude. Néanmoins cette quasi absence des jeunes (un seul renardeau et un hyénon) s'explique à la fois par des problèmes taphonomiques car les ossements de jeunes sont plus sensibles aux altérations et sont plus rapidement détruits (Bouchud, 1977) mais aussi de nouveau, par un biais lié aux techniques de fouille.

## IV.3. Rôle des Carnivores dans l'accumulation

L'Ours n'accumule pas d'ossement car l'odeur pourrait attirer d'autres prédateurs (Stiner *et al.*, 1998). En revanche, l'Hyène et les Canidés ont pu participer activement à la constitution de l'assemblage d'autant plus qu'ils ont chacun occupés la grotte à différents moments. Plusieurs critères ont été mis en place afin de préciser s'ils ont uniquement charogné les carcasses laissées par les préhistoriques ou s'ils sont responsables d'une partie de l'accumulation.

La figure XIII-28 indique les éléments squelettiques les plus modifiés en fonction de la classe de taille. Les ceintures, l'humérus, le fémur et le calcaneum sont les os les plus consommés quelle que soit l'espèce et la classe de taille. Ces éléments sont riches en viandes et les extrémités fournissent une quantité de graisse non négligeable. Lorsque la carcasse est intacte, ces os sont les premiers à subir des modifications ; dans ce cas ils suggèrent un accès primaire des Carnivores à la carcasse (Stalibrass, 1984 ; Campmas & Beauval, 2008). Toutefois, l'examen des traces anthropiques (*cf. infra* : fig. XIII-28) indiquent que ces même types d'éléments squelettiques sont aussi exploités par les Préhistoriques et parfois dans des fréquences plus élevées. De plus, la rareté des fragments de diaphyse d'os longs pose cette fois encore un problème car l'étude des traces de carnivores et des traces anthropiques sur

ces fragments aurait permis de voir si l'élément présentait encore de la viande lors de sa consommation par un carnivore ou s'il avait été décharné au préalable. De même, si la moelle a déjà été récupérée par les Préhistoriques les fragments de diaphyse ne présentent plus aucun intérêt pour les Carnivores (Blumenshine, 1988 ; Capaldo, 1997). Un fragment de tibia de Bison et un de fémur de Cheval montrent toutefois l'association de traces carnivores et anthropiques. A chaque fois, les stries de découpe sont liées au décharnement de l'élément.

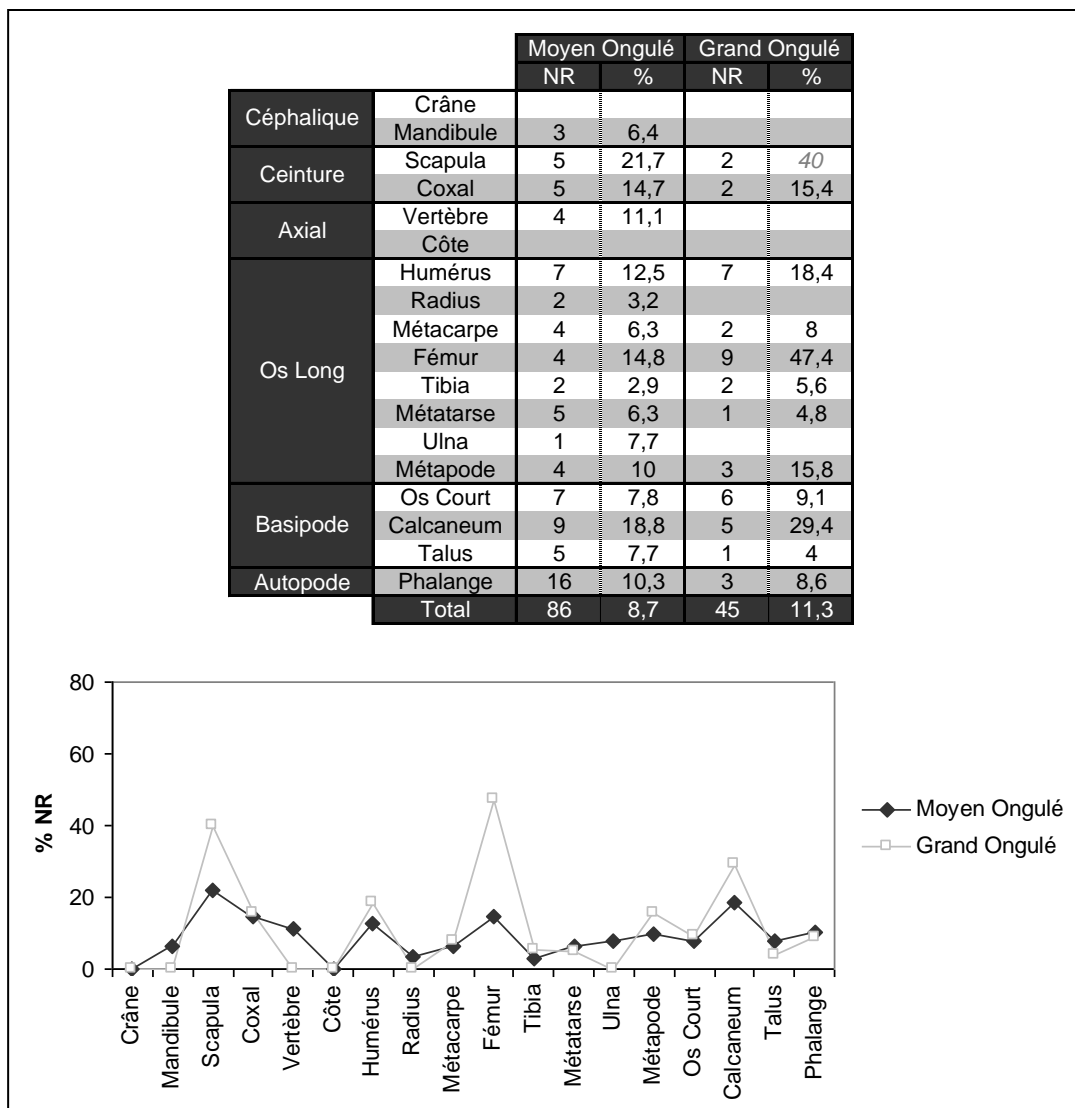


Fig. XIII-28 (Vergisson II) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.

Les os spongieux sont légèrement plus touchés (tab.XIII-16).

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	33	7,8	22	6,7	3	3,9	45	14,2	25	12,3
<i>Equus caballus</i>	13	9,8	10	9,3			7	8,8	1	7,1
<i>Bison priscus</i>	6	12,2	3	4,5			7	14,9		
<i>Cervus elaphus</i>	2	20								
<i>Equus hydruntinus</i>	1	33,3								
<i>Canis lupus</i>	13	37,1	13	29,5			1	25	1	11,1
<i>Vulpes vulpes</i>	6	6,9			1	4	2	6,3		
<i>Crocuta crocuta</i>	1	50								
<i>Ursus spelaeus</i>			1							
TOTAL	72	9,8	56	9,3	3	2,2	47	9,6	18	11,7

Tab. XIII-16 (Vergisson II) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

Lorsque les Carnivores participent à l'accumulation, la proportion des restes céphaliques par rapport aux restes post-céphaliques décroît quand la taille de l'animal augmente (Klein & Cruz-Uribe, 1984 ; Cruz-Uribe, 1991). Ce phénomène n'est pas observé à Vergisson II.

Le pourcentage de restes avec des traces carnivores est inférieur à 10% ce qui va dans le sens d'un accès secondaire aux carcasses.

Un profil de mortalité des proies dominé par les jeunes et les vieux individus est attendu dans le cas d'un assemblage créé par les Carnivores, or les adultes sont largement majoritaires pour toutes les espèces. S. Costamagno *et al.* (2008) conseillent de ne pas utiliser ce critère car il peut être biaisé par la fragilité des restes de juvéniles, leur possible destruction et donc leur sous représentation ou absence.

Aucun vestige de jeunes Chevaux et Bisons ne présente de traces de morsures. Seuls quelques restes de jeunes sont consommés : Renne (n=5 soit 11% ; NMI=1) et Cerf (n=1 soit 100%).

Le degré de complétude des diaphyses d'os longs des Herbivores est un autre indice du rôle des Carnivores dans l'accumulation (Villa *et al.*, 2004). Bien que leur nombre soit faible, 75% des fragments de diaphyses montrent des circonférences inférieures à la moitié de celle d'origine (tab.XIII-11) privilégiant l'hypothèse d'un assemblage d'origine anthropique.

## V. Activité anthropique

Le nombre de restes présentant des traces anthropiques est faible (< 10%)(tab.XIII-17). Classiquement, les traces découpées sont les témoins les plus fréquemment observés. La quasi absence des fragments de diaphyse d'os longs biaise considérablement l'étude de l'impact anthropique et tend à le sous-estimer. En effet, ces fragments portent généralement les marques laissées par des activités de raclage, de percussion ou encore de décharnement, parfois aussi utilisés pour retoucher les outils lithiques. Le tableau XIII-17 souligne largement leur absence. Aucun fragment d'os brûlé n'est observé dans l'assemblage malgré la présence d'un foyer à l'extérieur de la grotte. Les os brûlés sont généralement de petites dimensions (Costamagno *et al.*, 2009) et n'ont certainement pas été ramassés puisque le tamisage des sédiments n'a pas été réalisé. Par ailleurs, le foyer se trouvant à l'extérieur de la cavité, les os brûlés s'il y en avait, auraient pu être détruits par le *weathering*. Malheureusement, il ne nous est pas possible de savoir s'ils étaient présents initialement ou pas.

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	43	4,5	1	0,1	42	4,4	1	0,1		
<i>Equus caballus</i>	13	5,3			13	5,3				
<i>Bison priscus</i>	10	8,2	1	0,8	8	6,6	1	0,8	2	1,6
TOTAL	74	4,4	3	0,2	69	4,1	5	0,3	6	0,4

Tab. XIII-17 (Vergisson II) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.

Les trois principales espèces, Renne, Cheval et Bison, sont exploitées par les préhistoriques. Si le Renne est l'espèce majoritaire en terme de restes et d'individus, il n'est pas plus exploité pour autant.

### V.1. Le Renne (annexes 119 à 123)

Le tableau XIII-18 montre qu'à l'exception du crâne toutes les divisions du squelette présentent des traces liées à l'exploitation de la carcasse du Renne. Les ceintures et les os longs charnus sont les plus modifiés en particulier le membre antérieur. A l'inverse, les métapodes sont très peu modifiés.

		Anthropique		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne										
	Mandibule										
Ceinture	Scapula	6	27,3			6	27,3				
	Coxal	2	6,5			2	6,5				
Axial	Vertèbre	2	6,3			2	6,3				
	Côte										
Os Long	Humérus	10	18,5			9	16,7	1	1,9		
	Radius	4	6,6	1	1,6	3	4,9				
	Ulna	2	15,4			2	15,4				
	Métacarpe	1	1,6			1	1,6				
	Fémur										
	Tibia	3	4,5			3	4,5				
	Métatarse										
	Métapode										
Basipode	Indéterminé										
	Carpe	1	2,2			1	2,2				
	Talus	8	12,5			8	12,5				
	Calcaneum	1	2,1			1	2,1				
	Autre Tarse										
	Patella										
	Sésamoïde										
Autopode	Malléole										
	Phalange	4	2,7			4	2,7				

Tab. XIII-18 (Vergisson II) : Répartition des traces anthropiques sur les éléments squelettiques de Renne.

La comparaison des fréquences entre les traces anthropiques et carnivores indique que les Néandertaliens ont plus souvent modifié les os riches en viande (fig.XIII-29). En proportion les Carnivores ont plus consommé les os courts, les métapodes, les phalanges, le coxal et le fémur. L'impact sur le fémur est à nuancer, en effet, ces deux extrémités sont fortement attaquées par les Carnivores (Castel, 2004b) et l'absence de fragments de diaphyses sous-estime l'impact anthropique.

Concernant les jeunes individus, seul un fragment d'ulna présente des traces de désarticulation ou de décharnement.

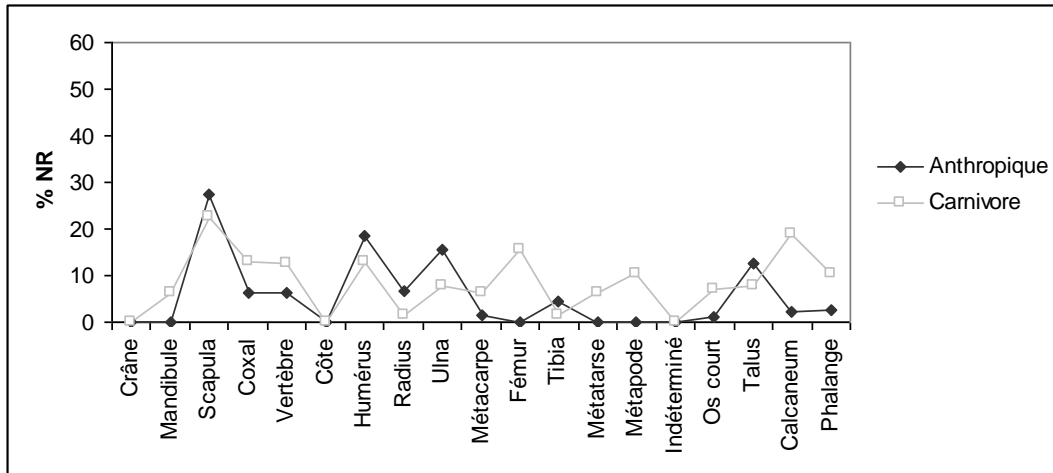


Fig. XIII-29 (Vergisson II) : Comparaison des pourcentages de traces Carnivores et Anthropiques sur les éléments squelettiques.

L'étude de la localisation des stries de découpe (annexes 120 à 123) témoigne essentiellement d'activité de désarticulation (annexe 125). Ceci s'explique aisément par l'absence des fragments de diaphyses empêchant d'appréhender les pratiques bouchères de décharnement et l'exploitation de la moelle. Seul un humérus présente un point d'impact.

Des récurrences dans la désarticulation du squelette sont visibles en particulier au niveau du talus où pas moins de 8 faces médiales montrent le même schéma de stries (fig.XIII-30). Le démembrement est également illustré entre la tête et le cou (sur atlas), la scapula et le l'humérus, l'humérus et le radius, le radius et le métacarpe et enfin le tibia et le métatarse.



Fig. XIII-30 (Vergisson II) : Récurrence des traces de désarticulation au niveau du talus.

La récupération de la viande est observée sur un tibia et deux radius. Des traces de découpes localisées sur les phalanges I et II signalent l'enlèvement de la peau.

La relation entre le SFUI et le % MAU permet d'apprécier le type de stratégie mis en œuvre (fig.XIII-31). La courbe s'apparente à une courbe d'utilité inverse avec toutefois une faible fréquence des éléments pauvres en nutriments. Marean et Assefa (1999) ont montré que la non prise en compte des diaphyses entraîne un tel résultat. Cependant, les extrémités d'os longs sont largement présentes ce qui permet d'atténuer l'impact du manque de diaphyse sur la représentation squelettique. Il faut toutefois nuancer la sous représentation du fémur avec le fait qu'il soit plus difficilement déterminable et que ces deux extrémités sont peu denses et donc plus sensibles à la fragmentation voire à la destruction. La comparaison entre le volume de la cavité médullaire et le % MAU est, elle aussi, non significative (fig.XIII-32) malgré tout le coefficient de corrélation observé est proche de celui donné par la table.

De même, le transport des carcasses est difficilement accessible du fait des biais engendrés par le non ramassage de tous les fragments. Le squelette axial est très fortement sous-représenté malheureusement il n'est pas possible d'attribuer ce fait à un transport ou une conservation différentiels. Néanmoins tout le squelette semble présent.

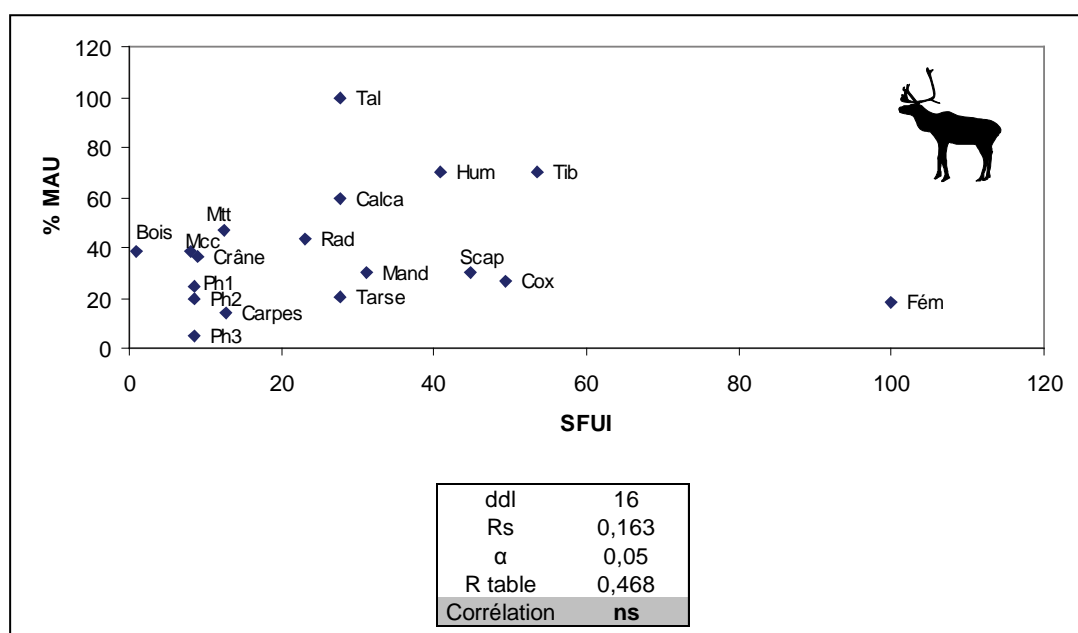


Fig. XIII-31 (Vergisson II) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Renne.



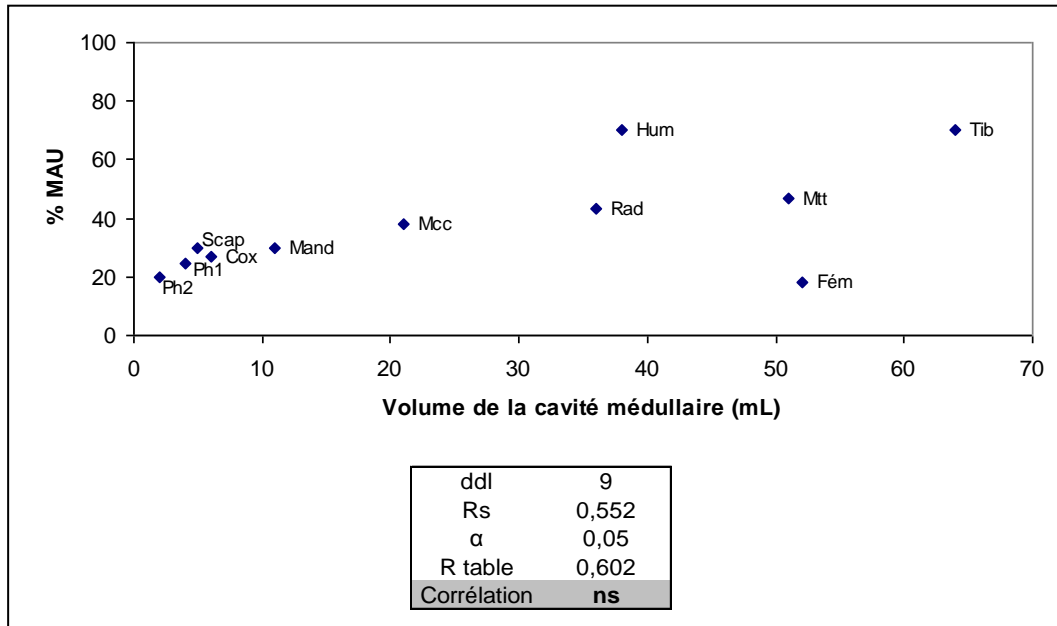


Fig. XIII-32 (Vergisson II) : Comparaison entre volume de la cavité médullaire et le % MAU (d'après les données de Metcalfe & Jones, 1988).

## V.2. Le Cheval (annexes 119, 125, 127 et 128)

L'exploitation du Cheval est observée uniquement au travers de stries de découpe (annexe 119). Elles sont principalement localisées sur les os charnus et les métapodes. Le membre postérieur est plus fréquemment modifié. Le seul reste de scapula porte également des traces de modifications anthropiques.

Comme pour le Renne, un seul reste de jeune est modifié, il est localisé au niveau de l'extrémité proximale du fémur indiquant la désarticulation de cet élément avec le coxal.

Le fémur, os le plus charnu (Outram et Rowley-Conwy, 1998) montre des traces de décharnement sur 2 des 5 fragments de diaphyses. L'un deux a également été rongé par les Carnivores.

La désarticulation du coude, fémur/coxal et talus est bien attesté (annexe 119). Les traces de découpes sur les extrémités distales de métapodes témoignent du dépouillement de l'animal.

		Anthropique		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne										
	Mandibule										
Ceinture	Scapula	1	100			1	100				
	Coxal										
Axial	Vertèbre										
	Côte										
Os Long	Humérus	2	15,4			2	15,4				
	Radius										
	Ulna										
	Métacarpe										
	Fémur	3	18,8			3	18,8				
	Tibia	1	4,8			1	4,8				
	Méatarse										
	Métopode	4	23,5			4	23,5				
	Indéterminé	1	14,3			1	14,3				
Basipode	Carpe										
	Talus	1	7,1			1	7,4				
	Calcaneum										
	Autre Tarse										
	Patella										
	Sésamoïde										
	Malléole										
Autopode	Phalange										

Tab. XIII-19 (Vergisson II) : Répartition des traces anthropiques sur les éléments squelettiques de Cheval.

La figure XIII-33 indique clairement une courbe d'utilité inverse.

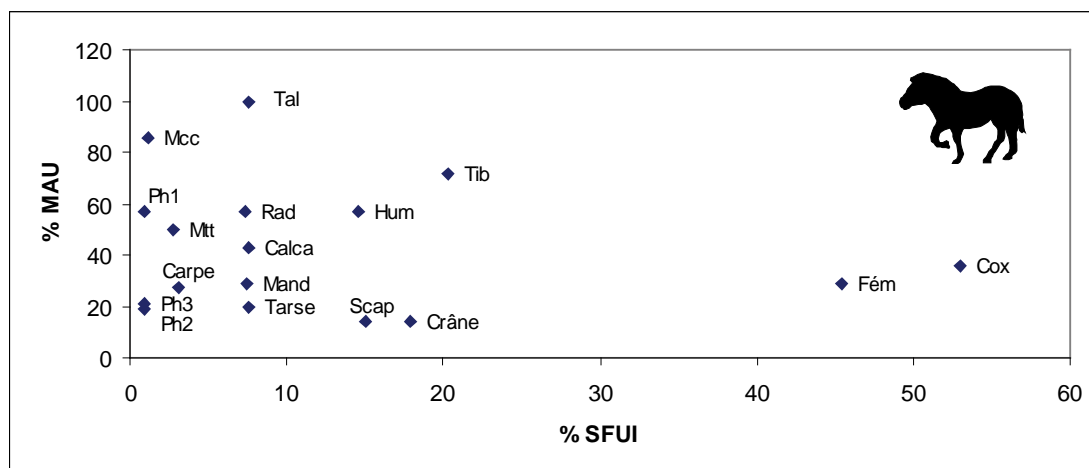


Fig. XIII-33 (Vergisson II) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cheval.

### V.3. Le Bison (annexe 119, 125, 129)

Le Bison est relativement bien exploité. Humérus et Tibia sont les os montrant le plus de traces (tab.XIII-20). Concernant les autres os longs il est plus difficile d'en discuter au vu du faible nombre de restes qu'ils présentent.

Les indices de désarticulation sont rares (un seul talus) (annexe 119). La récupération de la viande est visible au niveau du tibia.

L'humérus porte plusieurs témoins de fracturation : point d'impact et raclage. Cette technique à un résultat double : accès à la moelle et production de fragments osseux pouvant être utilisés pour retoucher les outils lithiques.

		Anthropique		Raclage		Découpe		Percussion		Retouchoir	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne										
	Mandibule										
Ceinture	Scapula										
	Coxal										
Axial	Vertèbre										
	Côte										
Os Long	Humérus	5	20	1	4	3	12	1	4	2	8
	Radius										
	Ulna										
	Métacarpe										
	Fémur										
	Tibia	4	26,7			4	26,7				
	Métatarse										
	Métapode										
Basipode	Indéterminé										
	Carpe										
	Talus	1	9,1			1	9,1				
	Calcaneum										
	Autre Tarse										
	Patella										
Autopode	Sésamoïde										
	Malléole										
	Phalange										

Tab. XIII-20 (Vergisson II) : Répartition des traces anthropiques sur les éléments squelettiques de Bison.

La courbe d'utilité ressemble à celle du Renne avec la faible quantité des éléments peu nutritifs. Toutefois il n'y a pas de corrélation significative entre la fréquence de l'élément dans l'assemblage et son intérêt nutritif (fig-XIII-34).

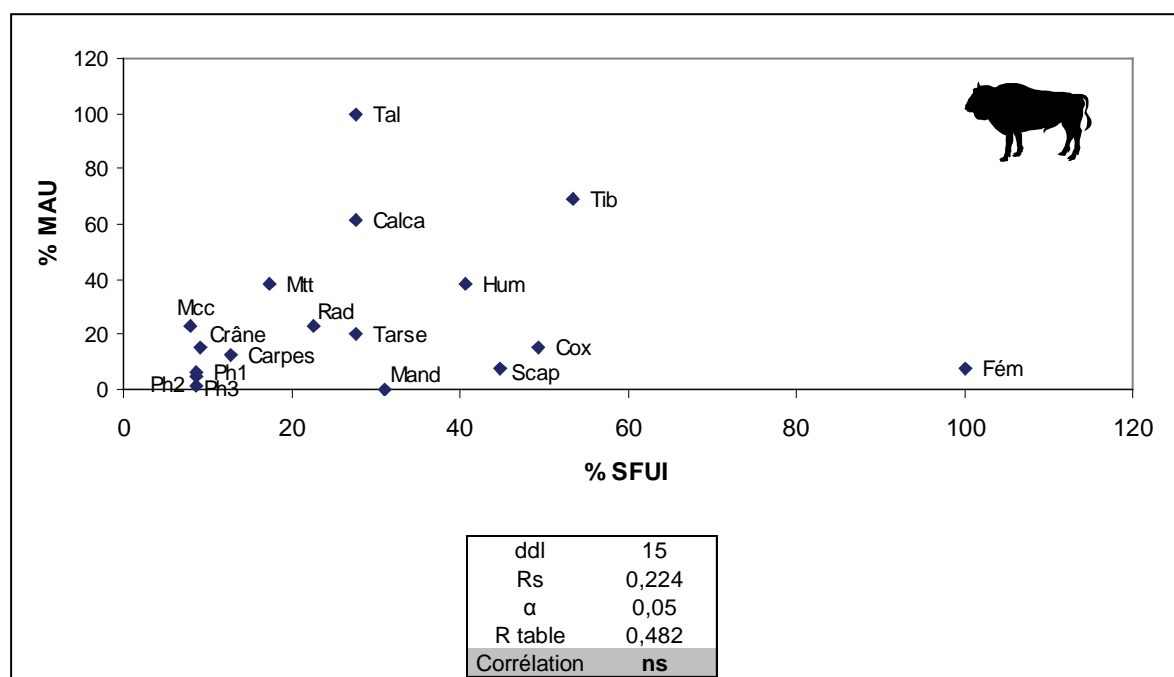


Fig. XIII-34 (Vergisson II) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Bison.

Il est intéressant de noter la présence d'éléments entiers chez ces 3 espèces (notamment des métapodes) témoignant d'une exploitation non intensive des carcasses. La faible fragmentation des métapodes est peut-être en lien avec la pauvreté de la moelle à cette période de l'année (printemps-été).

#### V.4. Autres espèces

Dans une étude précédente, F. Chaput (1998 ; 2001) soulève l'hypothèse d'une fracturation intentionnelle d'un humérus d'Ours en vue de récupérer la moelle. La présence de *pits* et de *scores* sur le reste de la diaphyse (fig.XIII-35) et l'absence de marque anthropique tend à rattacher cette cassure à un Carnivore. A Vergisson II, les Préhistoriques n'ont pas exploité l'Ours.

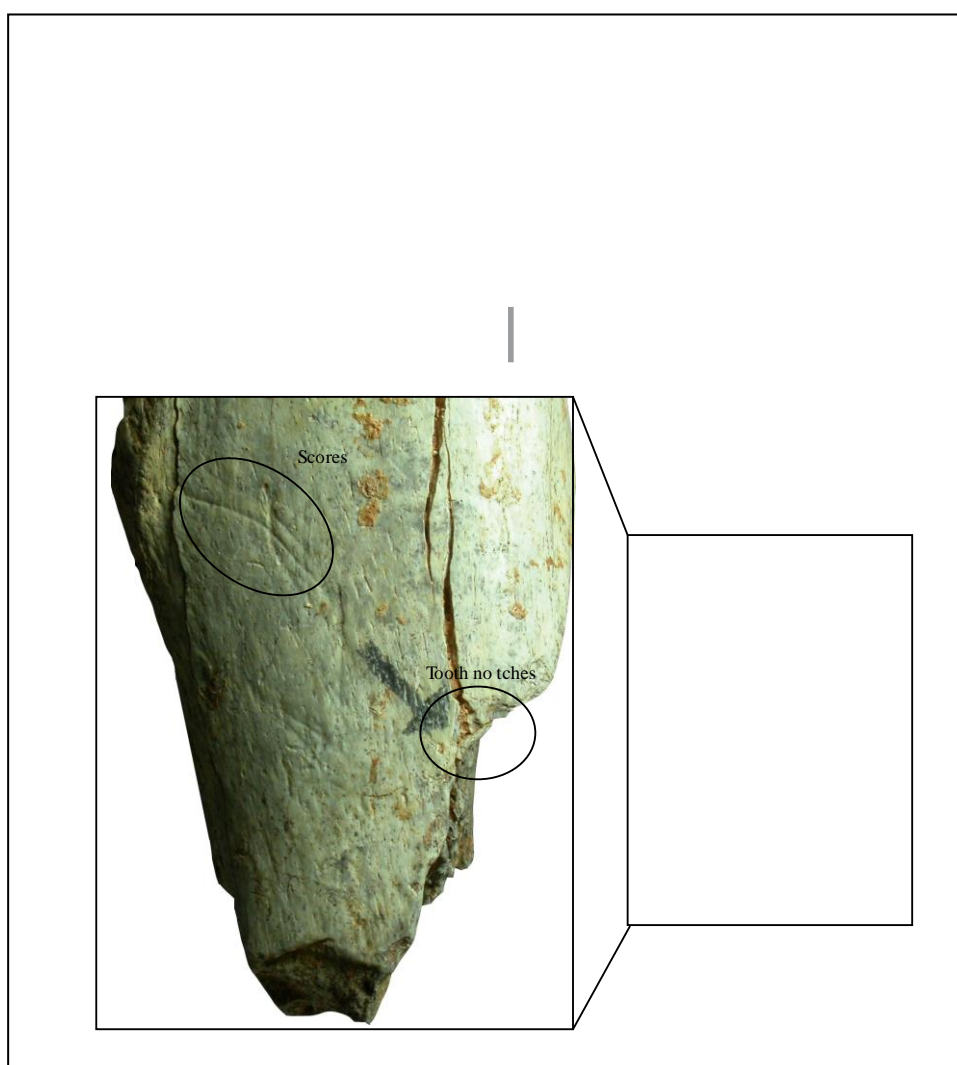


Fig. XIII-35 (Vergisson II) : Impact des Carnivores sur un humérus d'Ours.

De même, une exploitation du Renard pour la fourrure avait été avancée car le profil de mortalité est principalement composé d'individus adultes et les bas de pattes bien représentés. Toutefois aucune strie de découpe n'est observée. En effet, les phalanges sont numériquement

nombreuses mais lorsqu'on les rapporte à leur quantité dans un squelette, le pourcentage de survie n'est pas plus élevé que celui d'autres éléments (fig.XIII-18). Concernant le profil squelettique, les adultes sont effectivement prépondérants mais ne serait-ce pas du à un biais lors de la fouille car sans tamisage sa petite taille le rend difficilement repérable à l'œil nu. De plus, les jeunes individus sont plus sensibles à la destruction (Bouchud, 1977). Par conséquent, le Renard n'a certainement pas été exploité par les préhistoriques, sa présence dans la cavité est plus à mettre en relation avec l'utilisation de la grotte comme tanière.

## V.5. Les os à impressions

Les os à impressions sont au nombre de 6 (0,4 %) (tab.XIII-21). En règle générale, les supports utilisés se rapportent à des fragments diaphysaires d'os long ou cette catégorie de restes est largement sous représentée. Ainsi le nombre de retouchoirs initialement présent à Vergisson II était certainement plus important.

	N	N plage		Profil		Localisation			Intensité			
		1	2	Convexe	Plat	Extrémité	Milieu	Raclage	Strie	Faible	Moyenne	Forte
Bison	2	1	1	2		2		2	1	2	1	
Grand Ongulé	3	2	1	2	1	3		1	3	2	1	1
Autre	1		1		1	1				1		1
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

**Tab. XIII-21** (Vergisson II) : Description des retouchoirs.

Les supports utilisés sont systématiquement des fragments d'os long d'ongulés de grande taille dont deux provenant d'humérus de Bison (annexe 119). Le Renne espèce majoritaire de l'assemblage, ne montre aucun reste avec des plages d'utilisation. Les Préhistoriques semblent privilégier les fragments offrant une meilleure résistance (*i.e.* compacta épaisse).

Tous ces restes indiquent des cassures de type spirales suggérant que l'os était frais lors de la fracturation. Les fragments convexes sont plus nombreux. Les plages se situent aux extrémités du support ; lorsque deux plages sont présentes (n=3 ; 50%) elles sont, soit diamétralement opposées (n=1), soit côte à côte (n=2). L'intensité d'utilisation est principalement faible indiquant un usage ponctuel et expéditif.



## 4. Conclusion et Synthèse sur la grotte de Vergisson II

Dans la couche 2 de Vergisson II, des artefacts lithiques et des restes humains sont associés à un abondant assemblage osseux (annexe 130). Cette couche livre plus de 3000 restes fauniques se rapportant à 11 Herbivores, 8 Carnivores, un Lagomorphe et un Rongeur. Bien que le nombre de taxons soit élevé, les restes appartiennent principalement au Renne, au Cheval, au Bison ainsi qu'au Loup et au Renard.

La cavité a été occupée alternativement par les Carnivores et les Hommes préhistoriques au cours d'une période très froide comme le suggère la figure XIV-1 basée sur les groupes bioclimatiques établis par F. Delpech *et al* (1983). L'environnement était largement ouvert avec la présence de petites zones refuges boisées comme l'atteste la présence du Sanglier et du Chevreuil. Malgré un climat à dominante sèche, l'existence de marécage ou de rivière à proximité est documentée par le Castor. Cette présence d'eau aux alentours de la grotte est importante car elle a pu attirer et concentrer les troupeaux d'ongulés et influencer l'implantation des Préhistoriques.

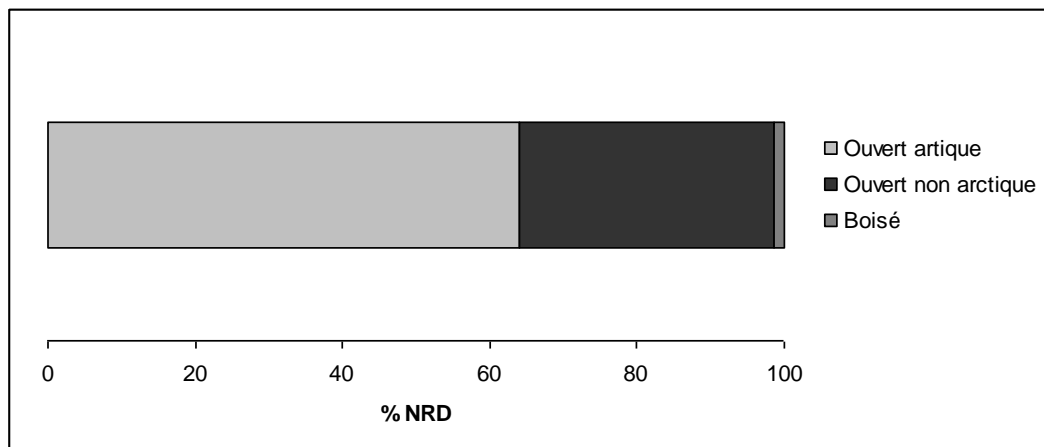


Fig. XIV-1 (Vergisson II) : Proportion de chaque groupe climatique.

Plusieurs indices montrent que les Canidés et l'Hyène ont utilisé la grotte comme tanière :

- la présence de coprolithes associés à l'assemblage.
- la présence d'individus vulnérables (jeunes et vieux).
- la répartition spatiale (pour les Canidés) : la majorité des restes proviennent du fond de la grotte.

L'Ours a occupé la cavité pour hiberner.

Leur origine sur le site est donc naturelle et non anthropique.

Bien que différents auteurs ont montré l'importance de prendre en compte tous les fragments de diaphyse dans l'interprétation des profils squelettiques (Marean & Spencer, 1991 ; Bartram, 1993 ; Marean & Bartram, 1999), le tri sélectif pratiqué lors des anciennes fouilles ne biaise que faiblement la représentation squelettique. En effet, les extrémités spongieuses sont bien conservées et permettent d'apprécier la présence de chaque os long. Le fémur peut être sous estimé car les deux extrémités sont de faibles densités et souvent consommées par les Carnivores.

En revanche, la quasi absence des diaphyses gênent considérablement la quantification de l'intensité des modifications carnivores et humaines. Elle sur-estime les premières et sous-estime les secondes. L'action des Carnivores sera donc bien observée puisqu'ils consomment préférentiellement les extrémités (Binford, 1981, Brain, 1981). L'impact humain, quant à lui, est principalement documenté par les diaphyses : décharnement, point d'impact, éclat osseux et retouchoir.

Le pourcentage de restes avec des traces de crocs est relativement faible (< 10%) suggérant un accès secondaire des Carnivores à la carcasse. Cette hypothèse est confirmée par la présence d'os longs avec des marques carnivores et des stries de boucherie correspondant au décharnement de l'élément ainsi que par les profils de mortalité des ongulés dominés par les adultes. L'Homme préhistoriques est donc à l'origine de l'accumulation.

### Saison d'occupation du site

Les indices sur la saison d'occupation du site sont peu nombreux et ne concernent que le Renne (n=3) et le Cheval (n=2) (tab.XIV-1). Le Renne montre une exploitation au printemps et en été. L'acquisition du Cheval indique une période similaire : fin printemps-été.

Espèce	Eléments	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Renne	Bois												
Renne	M1/												
Renne	P3/ et P4/												
Cheval	dP/3												
Cheval	dP/4												

Tab. XIV-1 (Vergisson II) : Saisonnalité déduite des divers éléments du Renne et du Cheval.

### Stratégie d'acquisition

Le Renne, le Cheval et le Bison montrent des profils de mortalité dominés par les individus adultes ce qui sous-entend une acquisition volontaire orienté vers les individus mûres (fig.XIV-2). Par conséquent la pratique de la chasse est envisagée pour ces espèces.

Concernant le Renne, le *sex-ratio* nettement en faveur des femelles, associé à la présence de jeunes indiquent que la chasse était pratiquée sur les groupes matriarcaux. Pendant le printemps, les femelles sont en piètre conditions physiques et encore plus affaiblies après la mise bas. Elles sont donc plus facile à abattre, cependant la viande récupérée est surtout de la viande maigre (de faible valeur nutritive) (Speth & Spielmann, 1983).



Le Cheval a été chassé à la bonne saison (annexe 4) période où la masse charnée est à son maximum. A cette époque les Chevaux occupent un territoire réduit ce qui facilite leur acquisition. Une partie des carcasses peut provenir de la chasse des vieux mâles solitaires comme l'indique l'âge avancé de 3 individus et la présence de canines. La chasse dans les groupes de harems peut également être envisagée (présence de deux jeunes et d'adultes).

Le *sex-ratio* du Bison indique qu'il y a autant de mâles que de femelles. Les individus des deux sexes se rassemblent au mois d'août (période du rut) puis migrent en grandes hardes en septembre (annexe 5). On peut donc envisager qu'ils aient été acquis comme le Cheval pendant la bonne saison.

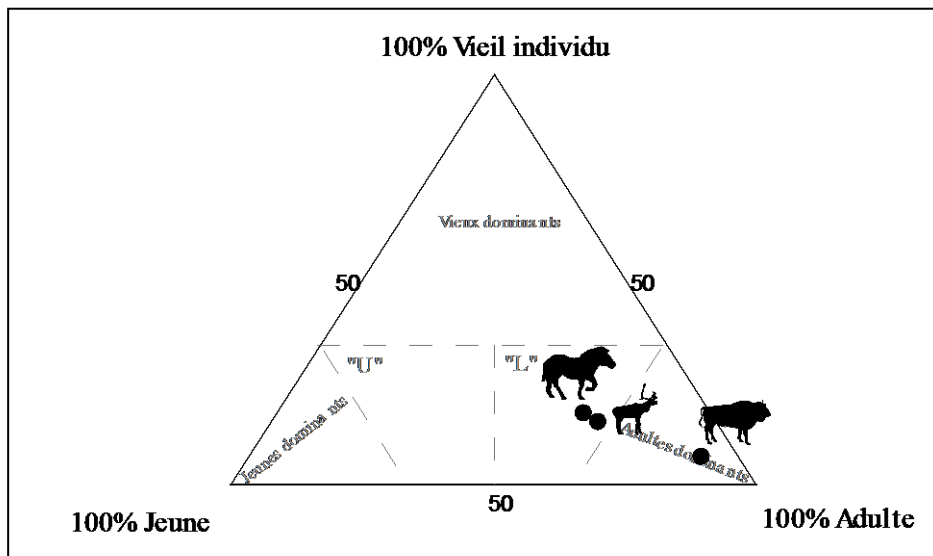


Fig. XIV-2 (Vergisson II) : Projections des profils de mortalité du Cerf et du Cheval dans un diagramme ternaire (selon Stiner, 1990).

## Transport des carcasses

Les profils squelettiques des ongulés sont similaires, aucune différence significative n'est observée (tab.XIV-2). En revanche, ils se distinguent de celui des carnivores morts *in situ* ; le Renard et le Loup ont une représentation squelettique semblable. Le Renard indique une corrélation significative avec le Renne et le Cheval toutefois cette valeur est faible.

Le transport des carcasses est difficile à appréhender notamment concernant le squelette axial qui est extrêmement sous représenté (absence réelle ou biais de collecte ?).

	<i>R. tarandus</i>	<i>E. caballus</i>	<i>B. priscus</i>	<i>V. vulpes</i>
<i>E. caballus</i>	0,69			
<i>B. priscus</i>	0,72	0,75		
<i>V. vulpes</i>	0,51	0,46	0,32	
<i>C. lupus</i>	0,32	0,24	0,20	0,60

Tab. XIV-2 (Vergisson II) : Corrélation des rangs de Spearman entre les profils squelettiques des espèces.

## Exploitation des carcasses

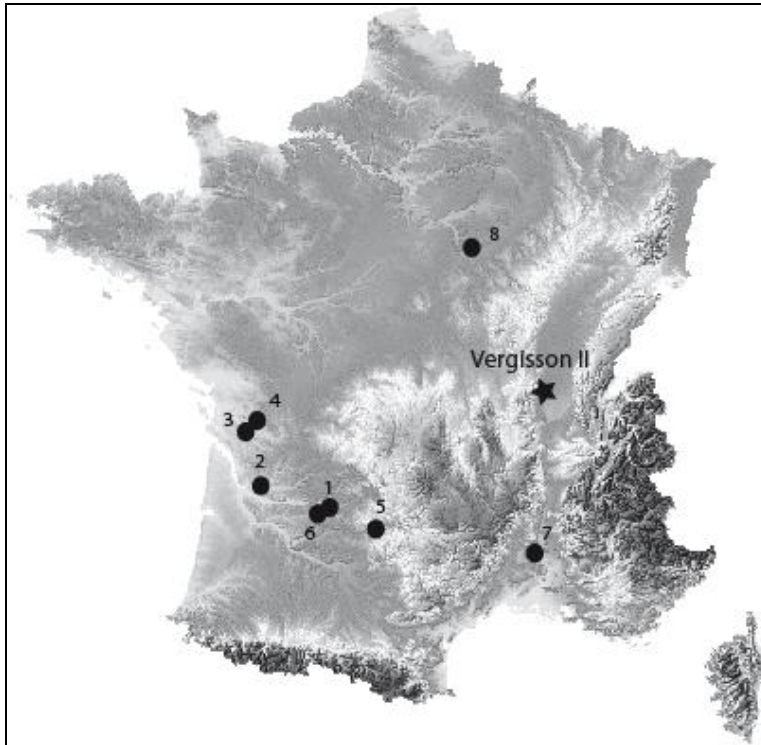
La rareté des fragments diaphysaires entraînent une perte considérable d'informations. Les pratiques documentées concernent principalement la désarticulation et dans une moindre mesure le dépouillement. La récupération de la viande est attestée sur toutes les espèces. La fracturation des os longs en vue de l'acquisition de la moelle est difficile à mettre en évidence. La présence de cassure sur os frais pourrait en être un indice. Néanmoins, à l'exception du Bison, le Renne et le Cheval montrent une fréquence plus élevée de cassures sur os sec.

L'industrie lithique étudiée par J. Combier (2001) provient de matière première de bonne qualité (silex local dont les affleurements sont à moins de 10km). Le quartz et une roche basaltique ont également été utilisés. La chaille, très fréquente aux abords du site a été peu exploitée. L'étude typotechnologique a conduit J. Combier (2001) à rattacher l'industrie lithique de Vergisson II à un Moustérien charentien de type Quina. L'assemblage se compose principalement d'outils, les éclats de taille et les nucléus sont extrêmement rares « comme si l'industrie lithique avait été apportée pour être utilisée dans la grotte, mais en grande partie fabriquée ailleurs » (Combier, 2001 p.13). Un dépôt de pente situé dans le village même de Solutré a livré de nombreux objets taillés (essentiellement des éclats et des nucléus).

La grotte de Vergisson II est une cavité de dimensions modestes (moins de 10m<sup>2</sup> : 2m de large sur 5m de long) ne pouvant abriter qu'un nombre restreint d'individus. La présence de 44 Rennes, 15 Chevaux et 12 Bisons (dans une couche de 30 à 35cm d'épaisseur) laisse envisager une occupation récurrente de la cavité par des petits groupes de chasseurs qui connaissaient parfaitement l'environnement. Les grottes de Vergisson I et IV situées à proximité ont livré le même type d'industrie et un matériel faunique principalement dominé par le Renne (Jeannet, 1970 ; Combier, 2001). Ainsi on peut se poser la question de la place de ces petites cavités quasiment inhabitables (Vergisson I et II) dans la gestion du territoire. L'absence de débitage sur place associée à la présence d'un site de plein air apparemment de grande ampleur (Combier, 2001) pourrait laisser entrevoir l'utilisation de ces petites cavités comme des sites de boucherie. Une étude approfondie du matériel faunique des autres cavités de Vergisson et du site de plein air pourrait offrir de nouvelles données sur l'étude des stratégies d'occupation du territoire.

## Faciès culturel, Environnement et Chronologie

Suite à l'étude archéozoologique, nous avons voulu comparer le site de Vergisson II avec d'autres sites présentant une industrie lithique se rattachant au faciès M. charentien de type Quina. La figure XIV-3 indique la localisation des 8 sites de comparaison.



**Fig. XIV-3** (Vergisson II) : Localisation géographique des sites utilisés pour les comparaisons : 1. Combe-Grenal ; 2. Regourdou ; 3. L'abri de Hauteroche ; 4. L'abri du chasseur ; 5. Espagnac ; 6. Vaufrey ; 7. La grotte du figuier ; 8. Fond des Blanchards

✓ **Abri de Hauteroche** : la faune a été étudiée par C. Paletta (2005). Aucune datation précise n'est mentionnée, seule une information chronoclimatique est fournie : pléniglaciaire MIS4 ou lors d'une oscillation froide de l'interpléniglaciaire MIS3.

✓ **Abri du chasseur** : le site est proche du précédent, l'analyse de la faune ayant été réalisée par C. Paletta (2005) également.

✓ **Espagnac** : J. Jaubert (2001) a attribué l'industrie de ce site au M. charentien de type Quina. L'étude de la faune a été menée par J.-P. Brugal (2001). Ce site correspondrait à la fin du MIS 4 ou un épisode rigoureux de MIS3 (ce calage chronologique se base sur les données climatiques et la présence du Cheval *E. c. germanicus*).

✓ **Vaufrey** : seule la couche I se rapporte à un M. de type Quina (Rigaud, 1988). F. Delpech (1988) a réalisé l'étude de la Faune. La couche II a été datée par des méthodes U/Th de 74 Ka ± 15 Ka BP (Blackwell & Schwarcz, 1988). La couche I est associée à MIS4.

✓ **Régourdou** : une corrélation biochronologique avec le site de Vaufrey et de Combe-Grenal a été réalisée (Delpech, 1996). La faune a été étudiée par D. Grayson et F. Delpech (1994).

✓ **Combe-Grenal** : le M. de type Quina provient des couches 17 à 19 et 21 à 26 (Bordes & Prat, 1965 in Delpech, 1996). Les données fauniques sont issues des travaux de J.-L. Guadelli (1987).

✓ **Figuier** : l'industrie lithique est étudiée par M.-H. Moncel (2001) et la faune par C. Daujeard (2008).

✓ **Fond des Blanchards** : V. L'Homme a réalisée l'étude de l'industrie lithique et C. Bémilli celle de la faune (L'Homme *et al.*, 2007).

Le tableau XIV-3 synthétise les données quantitatives des associations fauniques observées dans ces différents sites. Les rangs des espèces d'ongulés de la couche 2 de Vergisson II sont significativement corrélés avec tous les sites comparés (tab.XIV-4). Dans tous ces sites le Renne et le Cheval dominant très nettement l'assemblage. Le pourcentage cumulé de ces deux taxons est en moyenne de 84% (de 54,5% dans la couche D de l'abri du chasseur à 97,4% à Espagnac). Sur les 12 couches comparées, 10 indiquent que le Renne est l'espèce principale. Seul le site d'Espagnac montre un schéma inverse avec la prépondérance du Cheval. Néanmoins le nombre de restes est peu élevé et les pourcentages respectifs de ces deux taxons sont relativement proches.

	Vergisson II	Hauteroche	Aabri du chasseur	Espagnac		Vaufrey	Regourdou	Combe-Grenal		Figuier	Fond des Blanchard	
	c.2	c.1	c.D	cII	cIV	c.I	c.2	22	23	c.1	D2	D3
Renne	1426	888	8	20	53	116	269	642	782	46	+++	+++
Cheval	505	591	4	35	61	11		239	217	21	++	++
Bison	261	127	8		1	1	2	38	13	6		+
Cerf	28					9	62	29	58	9		
Hermione	7	2										
Mammouth	6			2	2							
Capra sp.	5					2		33	30	17		
Chamois										2		
Sanglier	3						16			2		
Chevreuril	1		2			1						
Rhinocéros laineux	1											
Megacéros	1											
% Renne	63,5	55,2	36,4	35,1	45,3	82,9	77,1	65,4	71,1	44,7		
% Cheval	22,5	36,8	18,2	61,4	52,1	7,9	0	24,4	19,7	20,4		
% cumulé des deux taxons	86,1	92,0	54,5	96,5	97,4	90,7	77,1	89,8	90,8	65		

**Tab. XIV-3** (Vergisson II) : Comparaison des spectres fauniques des sites ayant livrés une industrie lithique rattachée au faciès M. charentien de type Quina (NRD).

	Hauteroche	Aabri du chasseur	Espagnac		Vaufrey	Regourdou	Combe-Grenal		Figuier
	c.1	c.D	cII	cIV	c.I	c.2	c.22	c.23	c.1
Vergisson II c.2	<b>0,81</b>	<b>0,60</b>	<b>0,62</b>	<b>0,74</b>	<b>0,71</b>	<b>1</b>	<b>0,82</b>	<b>0,80</b>	<b>0,81</b>

**Tab. XIV-4** (Vergisson II) : Corrélations des rangs de Spearman entre la couche 2 de Vergisson II et les sites ayant livré une industrie Moustérienne charentienne de type Quina. En gris : corrélation significative.

Ce travail fait suite aux travaux de F. Delpech sur l'environnement animal des Moustériens Quina dans le Périgord. Les résultats obtenus permettent d'étendre le schéma qu'elle propose (*i.e.* le rattachement du M. type Quina à une période chronologique restreinte lors d'une période de climat rigoureux) à une plus grande échelle géographique qui engloberait la Bourgogne. Aucune de ces nouvelles données n'a fourni de datations absolues, néanmoins la rigueur du climat souligné par les différents descripteurs (paléontologique, palynologique et sédimentologique) tend à confirmer le rattachement de toutes ces couches à la fin du MIS4 ou début MIS3.

## Comparaisons du site de Vergisson II avec les sites moustériens du sud de la Bourgogne.

La localisation des sites de comparaisons est en fig.XIV-4. Les comparaisons se concentrent sur la présence/absence des espèces car tous les sites n'ont pas fourni d'étude quantitative détaillée de la faune (tab.XIV-3)

✓ **Vergisson I** : l'industrie lithique correspond à un Moustérien charentien de type Quina (Jeannet, 1970).

✓ **Genay** : daté par méthode U/Th de 75 Ka (Gommery & Pautrat, 2005).

✓ **Boccard** : Djindjian, 2005, une partie de la détermination a été faite par F. Poplin.

✓ **Azé 2** : le matériel lithique est associé à un M. charentien de type Ferrassie (Combiér & Merle, 1999)

✓ **Solutré** : l'étude de la faune a été réalisée par Blackmar (2002). Le matériel lithique a été rapproché d'un Moustérien charentien enrichi en denticulés.

**Rully/La mère Grand** : l'analyse de l'industrie lithique est en cours par L. Slimak. J'ai personnellement étudié la faune du site (Fabre, 2009). Ce travail s'intègre dans un PCR (Projet collectif de recherche interrégional "Diversité biologique, diversité culturelle entre le 45e et le 35e millénaire BP : problématique, contexte" dirigé par L. Slimak.

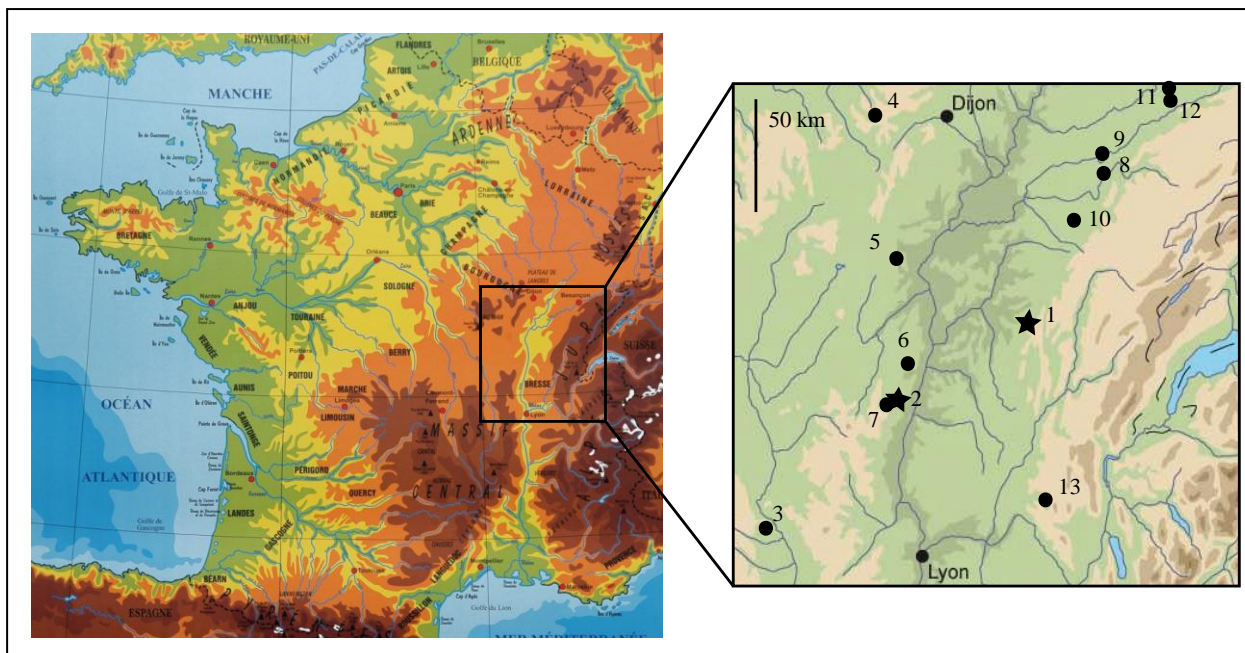
	Vergisson II c.2	Vergisson I	Genay	Boccard	Azé2	Solutré	Rully/La mère Grand	
							c. Sup	c. Inf
Aurochs			x			x		
Bison	x	x	x		x	x	x	
Bouquetin	x							
Cerf	x		x		x			x
Chamois		x	x					
Cheval	x	x	x	x	x	x	x	x
Chevreuil	x							
Hydruntin	x					x		
Mammouth	x	x	x		x			x
Mégacéros	x		x					
Renne	x	x	x	x	x	x		x
Rhinocéros laineux	x		x					x
Sanglier	x		x				x	
Industrie lithique	M. ch. Quina	M. ch. Quina	?	?	M. ch. Ferrassie	M. ch. enrichi en denticulés	?	?

**Tab. XIV-5** (Vergisson II) : Comparaison des associations fauniques avec des sites moustériens du Sud de la Bourgogne. Gris foncé : espèce dominante 1 et gris clair : espèce dominante 2

Les associations fauniques des sites bourguignons sont quasiment toutes dominées par le Renne puis le Cheval et le Bison. Les industries lithiques se rapportent à des Moustériens charentiens de type Ferrassie (Azé 2), de type Quina (Vergisson I et II) ou enrichi en denticulés (Solutré). Seul le site de Genay a pu être daté par la méthode U/Th à 75 Ka environ. En l'absence de datation pour les autres sites, il est difficile de pousser plus avant les comparaisons. Toutefois l'abondance du Renne ainsi que la présence du Mammouth et du Rhinocéros laineux dans de nombreux sites indiquent une occupation du territoire Bourguignon pendant les périodes froides du Paléolithique Moyen ; le site de Vergisson II correspondant à la fin de MIS4 ou au début de MIS 3 (Combiér, 2001).

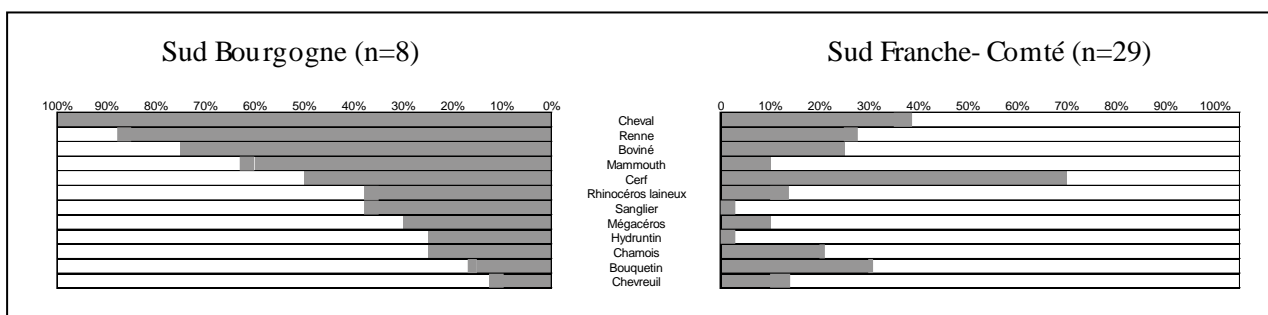
## Comparaison entre les sites du Sud de la Bourgogne et les sites du Sud du Jura.

Les sites franc-comtois moustériens se situent quasiment tous le long de l'arc Jurassien (fig.XIV-4).



**Fig. XIV-4** (Vergisson II) : Localisation géographique des sites utilisés pour les comparaisons : 1. La Baume de Gigny ; 2. Vergisson II ; 3. Champ-Grand ; 4. Grotte Boccard ; 5. Rully/La mère –grand ; 6. Azé2 ; 7. Solutré ; 8. La Piquette ; 9. Grotte de Casamène ; 10. Grotte de la Vieille Grand-Mère ; 11. Gondenans les moulins ; 12. L'aven de Romain la roche ; 13. Chênélaz

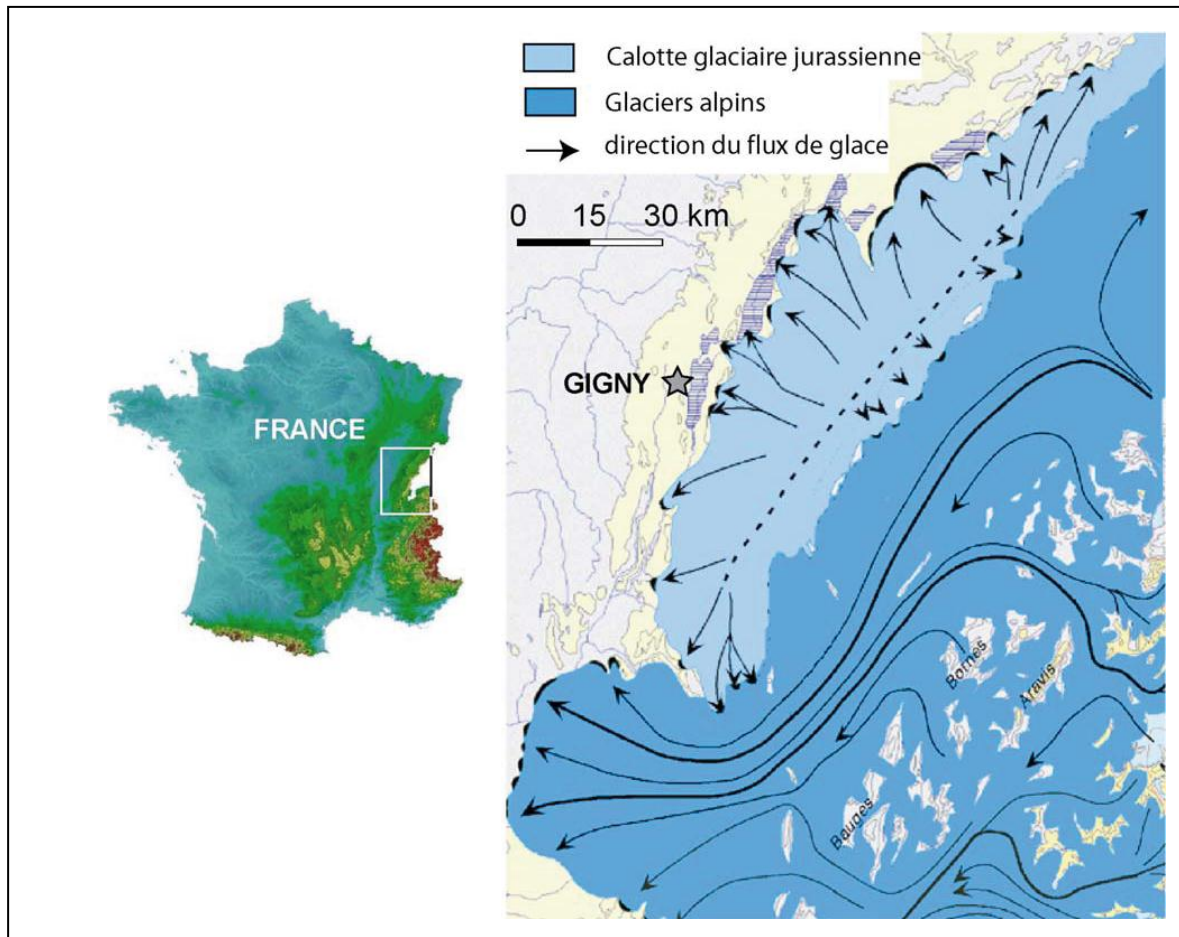
La figure XIV-5 montre le déficit des sites franc-comtois moustériens en espèces de climat froid (que ce soit en contexte archéologique ou paléontologique).



**Fig. XIV-5** (Vergisson II) : Comparaison des espèces présentes en Bourgogne et en Franche-Comté pendant les stades isotopiques 6 à 3.

Des travaux menés sur l'avancée des glaciers dans le Jura lors du maximum glaciaire (*LGM*), ont montré que la calotte glaciaire jurassienne s'arrêtait à quelques kilomètres de la Baume de Gigny (fig.XIV-6) (Buoncristiani & Campy, 2004). Or cette période n'est pas enregistrée dans l'ensemble supérieur de la séquence, une lacune sédimentaire est observée entre la couche V datée de 25 Ka cal. BP et la couche IV datée de 14,4 Ka cal. B.P. (Campy *et al.*, 1993). Il est donc possible d'envisager le même phénomène lors du maximum de froid de MIS 4 bien que l'étendue de la calotte glaciaire devait être plus faible. Si l'on observe la stratigraphie de la Baume de Gigny (annexe 8), on constate la présence d'une lacune sédimentaire entre les couches XVI et XV accompagnée d'un changement radical de la sédimentologie des couches. Cette lacune pourrait alors indiquer l'absence d'enregistrement de la période très froide du stade MIS 4. A cette période la Baume de Gigny et par extension les abords de la chaîne jurassienne devaient correspondre à un désert polaire non favorable au développement de la vie animale et humaine.

Cette hypothèse confirmerait alors la remise en question de l'attribution chronologique des couches : annexe 131.



**Fig. XIV-6** (Vergisson II) : Situation géographique de la Baume de Gigny et reconstitution paléogéographique du dernier maximum glaciaire (LGM) dans le Nord des Alpes et le Jura (d'après Buoncristiani et Campy, 2004, modifié par N. Navarro, 2004).





Oetränge



# 1. Présentation du site d'Oetrange

## I. Localisation géographique, contexte géologique

Le Grand-Duché de Luxembourg se compose de quatre grandes régions dont deux principales (fig. XV-1):

- au Nord, l'Oesling constituée d'un haut plateau (entre 400 et 550m) est caractérisée par des vallées étroites, entaillées dans le socle schisteux de l'ère primaire.

- au Sud le Gutland (entre 250 et 400m) constituée de vallées entaillant les plateaux de grès d'âge secondaire de Luxembourg (Müllerthal). Les grès de Luxembourg occupent 15% du territoire et sont à matrice calcaire ce qui permet une bonne conservation des ossements.

Les deux autres grandes régions sont le Bassin minier et la vallée de la Moselle situées respectivement au Sud-Ouest et au Sud-Est du pays.

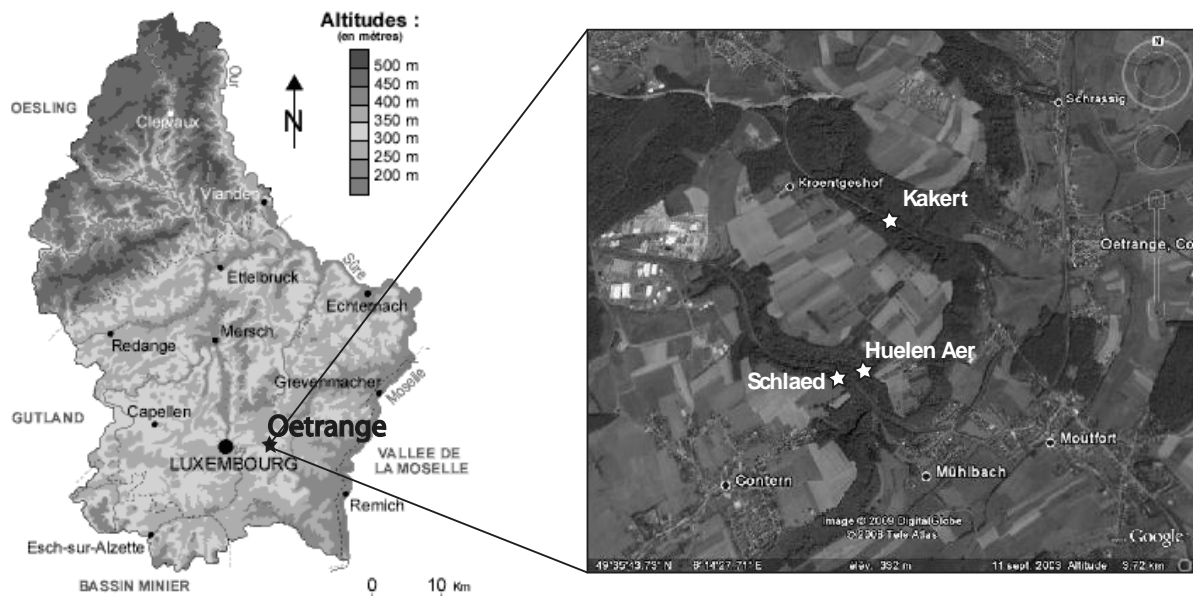


Fig. XV-1 (Oetrange) : Localisation géographique des diaclasses d'Oetrange (photo aérienne extraite du site google earth).

Les gisements d'Oetrange se situent dans les vallons d'érosion creusés par les confluent de la Syre (Kakesbach et Schlaederbach), de part et d'autre du plateau Haed. Ce plateau se trouve sur la commune du Contern dans la grande région du Gutland (fig.XV-2). Il est formé de grès de Luxembourg d'âge Hettangien supérieur. Il y a 200 millions d'années cette zone se trouvait immergée. Les coquilles (ou tests) calcaires dissoutes ont re-précipité en cimentant les grains de sable siliceux. Suite à la compaction due à l'empilement des couches, l'eau a été expulsée, formant ainsi du grès. Le fait d'avoir un ciment calcaire a permis au matériel osseux de se conserver au sein de diaclasses

(Valotteau *et al.*, 2003). Une diaclase (du grec *dia* qui signifie au travers et *klasis* : rupture) est une fissure dans la roche. Ce terme s'emploie plus particulièrement pour des cassures perpendiculaires aux couches sédimentaires (Foucault & Raoult, 2000).

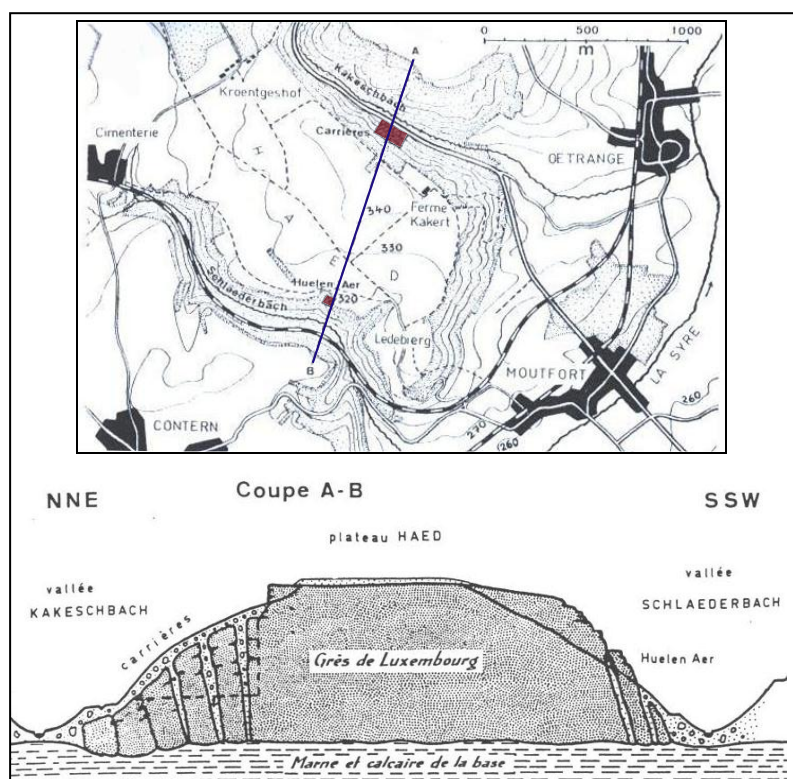


Fig. XV-2 (Oetrange) : Carte topographique et vue en coupe du plateau Haed (Heuertz, 1969).

Les gisements d'Oetrange sont au nombre de quatre :

- **Kakert 1 et 2** : 49°35'45'' N de latitude et 6° 14' 30'' E de longitude (Le Brun & Valotteau, 2005) : ce sont deux diaclases dans une carrière située au Nord-Est du plateau Haed, rive droite de la vallée de la Kakeschbach. La quasi-totalité des pièces étudiées proviennent de ces deux gisements.
- **Huelen Aer** : il s'agit d'un fond d'une diaclase localisée sur le versant Sud de ce plateau. Elle forme une grotte ouverte aux deux extrémités (Ziesaire, 1988)
- **Schlaed** : éboulis de pente bordant la rive gauche de la Schlaederbach. De nombreux fragments de bois de renne ont été trouvés dans les tufs calcaires.

## II. Historique des fouilles et des recherches

### II.1. Historique des fouilles

Les gisements d'Oetrange-Kakert ont été découverts par des ouvriers travaillant dans les carrières de grès hettangien. Ils remarquèrent les deux diaclases avec un remplissage détritique de restes osseux (Ziesaire, 1988). Par l'intermédiaire de Gustave Faber (directeur de l'école industrielle et commerciale) et l'aide du ministre d'Etat Joseph Beck, Victor Ferrant (1856-1942), conservateur du musée à la retraite, obtiendra des crédits afin d'engager des fouilles archéologiques à Oetrange et ce en collaboration avec Nicolas Thill (1885-1967), instituteur au village d'Oetrange. Les fouilles dureront

de 1932 à 1939. L'exploitation de la carrière entraîna une fouille irrégulière du gisement ne permettant pas d'établir de stratigraphie (Heuertz, 1969). Les fouilles ont mis au jour un important matériel ostéologique, principalement faunique mais également humain. Une petit corpus d'industrie lithique hétérogène y est associé (Heuertz, 1969 ; Ziesaire, 1988 ; Valotteau *et al.*, 2003).

## II.2. Stockage du matériel

Le matériel fut entreposé aux musées nationaux. A cette époque le musée d'Histoire et d'Art et le musée d'Histoire Naturelle, dont les conservateurs étaient respectivement Joseph Meyers et Marcel Heuertz, étaient réunis dans un même lieu : maison Collard de Scherff, dans la vieille ville, Place du Marché aux Poissons. En mai 1940, le Luxembourg est envahi par les allemands et le bâtiment est alors transformé en section de la Croix Rouge avant d'être réquisitionné par la Wehrmacht afin de servir de « Frontsammelstelle ». Les collections furent déménagées au sous-sol. L'occupation dura jusqu'en septembre 1944, perturbant le travail d'inventaire entrepris par Marcel Heuertz. Il rédigea trois livres d'inventaire : 1) le ré-inventaire des collections paléontologiques ainsi que les restes issus des alluvions de la Moselle, 2) concerne les fouilles d'Oetrange et du Müllerthal ainsi qu'une collection ornithologique, 3) poursuit la collection sur les oiseaux et complète la série des fouilles d'Oetrange. Seules les pièces entières ou aisément déterminables ont été marquées et pour certaines vernies. Trois types de marquage différents peuvent être rapportés aux restes d'Oetrange-Kakert :

- xxxx-1943 (de 2280 à 2852) : inventaire deuxième livre
- xx-1947 (de 1 à 79) : inventaire troisième livre
- 1941-119/1-xxx ou 41-119/1-xxx (de 1 à 278) : matériel considéré comme étant de facture anthropique, ce dernier est conservé par le Musée National d'Histoire et d'Art.

En 1964, les conservateurs réclament une séparation complète des deux musées. C'est en 1986 qu'a lieu le déménagement du musée d'Histoire Naturelle, vers le Grund, dans l'ancien hospice Saint-Jean, tandis que le musée d'Histoire et d'Art reste au Marché aux Poissons. Les collections sont une nouvelle fois déplacées. Actuellement la quasi-totalité des restes osseux est stockée dans un dépôt annexe du musée d'Histoire Naturelle (à Howald). Seules quelques pièces se trouvent exposées dans les deux musées. Lors de cette étude, un nouveau marquage (Ok-2006-xxxx) a été réalisé. Il concerne les pièces identifiables non prises en compte lors des précédentes analyses.

## II.3. Historique des recherches

V. Ferrant & N. Thill (1938) et V. Ferrant *et al.* (1942) exposent les premiers résultats. De nombreuses pièces sont décrites comme témoignant d'une action anthropique voire d'une utilisation en tant qu'outil ou objet (fig. XV-3). Le développement ultérieur des études taphonomiques montrera qu'il s'agit de fait d'un résultat de processus naturels.

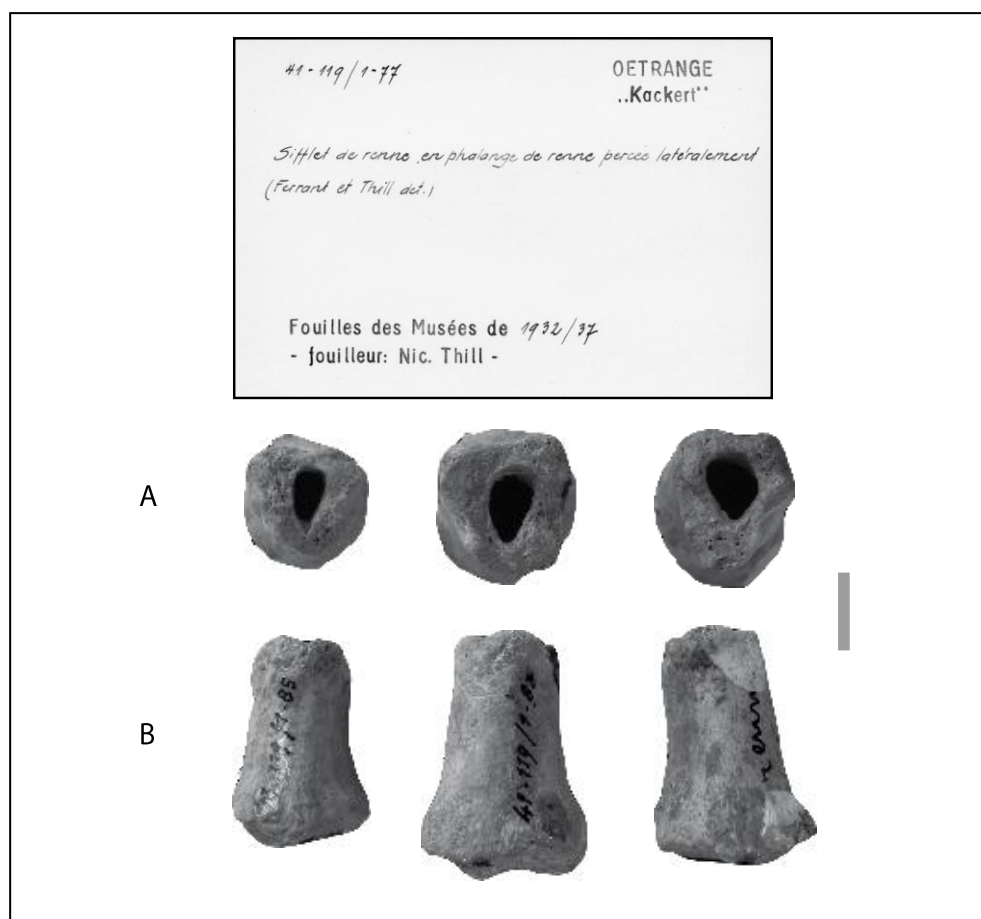


Fig. XV-3 (Oetrance) : Exemple d'interprétation avant l'apport de la taphonomie ; A. section diaphyse, B. vue antérieure d'une phalange de Renne.

En 1941, R. Anthony et M. Friant du Laboratoire d'Anatomie Comparée du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, ont effectué un inventaire et une détermination des restes fauniques.

En 1969, V. Ferrant, M. Friant et N. Thill demandent des datations au centre de physique nucléaire de l'Université de Louvain. Deux échantillons ont été datés :

- Lv-466 : bois de renne (Schlaed) : 14120 BC +/- 450 ; 16070 BP +/- 450 (Heuertz, 1969 ; Gilot, 1970).

- Lv-467 : mélange d'ossements d'équidés pouvant provenir aussi bien de Kakert 1 que de Kakert 2 : 14820 BC +/- 390 ; 16770 BP +/- 390 (Heuertz, 1969).

Cette même année M. Heuertz publie la première synthèse sur la préhistoire du Grand-Duché. Une liste de la faune, une description des quelques restes humains (57 restes soit : 5 adultes, 1 jeune de moins de 20 ans et 2 enfants de moins de 10 ans) et une énumération de l'industrie osseuse et lithique retrouvés lors des fouilles d'Oetrance y figurent (Heuertz, 1969). La liste faunique mentionne les espèces suivantes :

- **Carnivores** : *Panthera spelaea*, *Ursus spelaeus*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Felis sylvestris*, *Meles meles*, *Mustela sp.*, *Martes sp.*, *Putorius putorius*

- **Herbivores** : *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Equus caballus*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*.

- **Lagomorphes** : *Lepus europaeus*, *Oryctolagus cuniculus*.

Divers rongeurs, oiseaux, reptiles et batraciens ont également été identifiés :

- **Rongeurs** : *Sciurus vulgaris*, *Citellus citellus*, *Arctomys marmotta*, *Castor fiber*, *Dicrostonyx* sp., *Microtus arvalis*, *Arvicola terrestris*,

- **Insectivores** : *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*.

- **Oiseaux** : *Buteo ferox*, *Tetrao urogallus*, *Lyrurus tetrrix*, *Lagopus albus*, *Lagopus mutus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus* sp., *Eudromias morinellus*, *Asio otu*, *Asio accipitrinus*, *Turdus merula*, *Garrulus glandarius*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*.

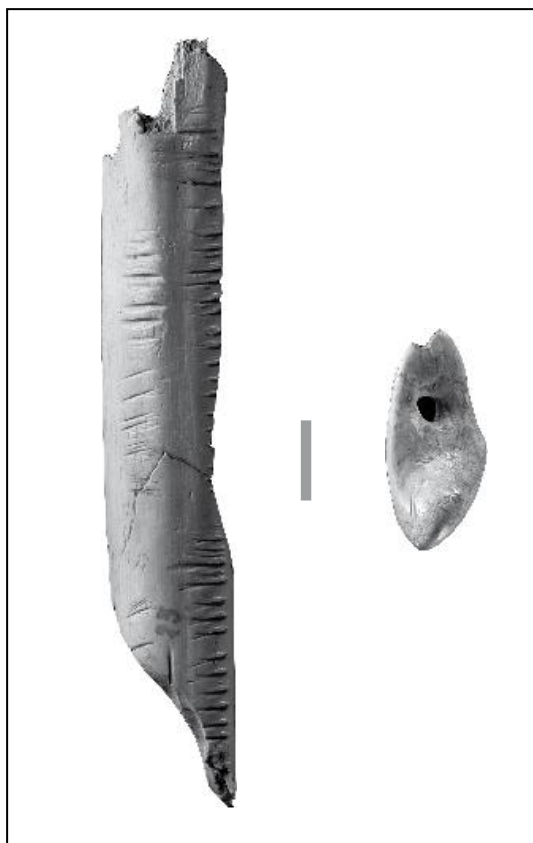
En 1981, au cours d'un colloque sur « le Mésolithique entre Rhin et Meuse » organisé par la Société Préhistorique Luxembourgeoise, M. Otte (Service de Préhistoire) et J.-M. Cordy (Service de paléontologie) de l'Université de Liège ainsi que H. Löhr (*Rheinisches Landesmuseum* de Trèves) émettent des premiers doutes sur l'origine anthropique de certaines pièces osseuses. Il s'agirait pour la plupart de cassures naturelles dues au *weathering*. Il a également été démontré l'utilisation récente d'objet métallique pour fabriquer des contrefaçons (Ziesaire, 1988), acte probablement réalisé lors de la fouille.

P. Ziesaire publiera deux articles synthétiques sur le matériel retrouvé dans les diaclases (Ziesaire P., 1986 ; 1988).

Des datations ont été réalisées sur des dents humaines (communication orale, L. Brou, inédit), se situant au cours du IV<sup>ème</sup> millénaire BC (Néolithique récent, culture de Michelsberg) (Valotteau *et al.*, 2003). La découverte de restes humains dans les diaclases peut résulter d'un phénomène naturel, cependant une inhumation intentionnelle ne peut cependant pas être exclue (Ziesaire, 1988 ; Valotteau *et al.*, 2003).

L'industrie lithique peu abondante et hétérogène suppose des occupations de la région au Paléolithique supérieur (Gravettien et Magdalénien) ainsi qu'au Mésolithique et au Néolithique (Ziesaire, 1988)(annexe 132).

D'autre part, deux restes de faune présentent des traces nettes d'origine anthropique, il s'agit d'une crache de cerf perforée et d'un fragment de métapode de cervidé comportant de nombreuses stries (fig.XV-4) (Heuertz, 1969 ; Ziesaire, 1988). De tels objets ressemblent à ce qui existe au Paléolithique récent et que l'on retrouve dans des grottes en Belgique (Trou Magrite, Spy, Goyet, Chaleux...) (Otte, 1979 ; Lejeune, 1987 ; Dewez 1984 *in* Ziesaire, 1988).



**Fig. XV-4** (Oetrage) : Fragment de Métapode incisé et crache de Cerf perforée (photo. A. Biver © MNHA)

La faune, partiellement déterminée, n'a fait l'objet à ce jour d'aucune étude archéozoologique et taphonomique.

En 2008, trois datations ont été réalisées (Beta analytic INC, Floride), la première à partir d'une M2/ de Boviné, la seconde d'une prémolaire supérieure de Cheval et enfin la dernière d'un métatarse de Lion des cavernes. Les dates obtenues sont respectivement de  $32030 \pm 390$  BP (Beta-241347),  $28580 \pm 290$  BP (Beta-241349) et  $32240 \pm 420$  BP (Beta-241350).

D'autres dates ont été ajoutées en 2009 :  $17480 \pm 90$  BP (Beta-274972) à partir d'une dent de Renne et une M/2 de Cerf donne un âge de  $7060 \pm 50$  BP (Beta-274973).



## 2. Etude taphonomique et archéozoologique d'Oetrance

### I. Présentation du matériel

La diaclase d'Oetrance Kakert a livré près de 17000 restes osseux et dentaires. Le matériel a été mis au jour sans tenir compte d'un contexte stratigraphique. Ceci explique le mélange de faunes holocènes et pléistocènes. Les restes osseux actuels ont facilement pu être écartés de l'analyse car non fossilisés. La faune néolithique a également pu être isolée grâce à la présence d'espèces domestiques ; de plus l'état des surfaces osseuses diffère nettement du reste de l'assemblage. Ainsi 5 restes de Bœuf, 206 de Cochon et 13 d'Ovicaprinés sont retirés de cette étude. Par ailleurs, sept restes humains viennent compléter le corpus observé auparavant.

Les datations réalisées sur trois espèces distinctes (*Bison priscus*, *Equus caballus*, *Panthera spelaea*) présentent un faible écart entre elles et s'accordent pour attribuer le remplissage de la diaclase à la fin du Pléistocène (28 Ka-32 Ka BP.). En l'absence de stratigraphie, le matériel osseux et dentaire ne peut être considéré que comme un seul ensemble. Nous sommes toutefois conscients des biais que cela peut entraîner.

Notre étude s'appuie sur 16522 restes dont 1983 ont été déterminés taxonomiquement et anatomiquement soit 12% du matériel (tab.XVI-1). De plus, 1416 restes sont identifiables sur le plan anatomique mais non taxonomique et ont été attribués à une classe de taille.

NRT	16522
NRD	2005
NRDa	1416
% Détermination	12,1

**Tab. XVI-1** (Oetrance) : Nombre de restes total, Nombre de restes déterminés anatomiquement et taxonomiquement, Nombre de restes déterminés anatomiquement seulement et pourcentage de détermination.

Le spectre faunique est assez bien diversifié avec 16 taxons, soit 6 espèces d'Herbivores, 7 Carnivores, 2 Lagomorphes et 1 gros rongeur. Le Renne, le Cheval, les Bovinés, le Cerf, le Rhinocéros laineux et le Chevreuil ont été identifiés pour les herbivores. Concernant les carnivores, le Renard roux, le Lion des cavernes, l'Ours, le Chat sauvage, le Loup et les Mustélinés tels que la Martre et le Putois sont observés. Le Lièvre et le Lapin ainsi que de la Marmotte sont également présents. Néanmoins d'un point de vue quantitatif, les Herbivores dominent très largement avec 88 % du matériel faunique contre presque 5 % pour les carnivores et 7 % pour les lagomorphes (tab.XVI-2).

	NR	% NR
Herbivore	1767	88,1
Carnivore	94	4,7
Lagomorphe	140	7
Grand Rongeur	4	0,2

**Tab. XVI-2** (Oetrance) : Pourcentage de chaque sous-division.

Même constat au sein des sous divisions. Renne, Cheval, Boviné et dans une moindre mesure le Cerf sont les espèces dominantes tant en nombre de restes qu'en nombre d'individus (tab.XVI-3).

Chez les carnivores, le Renard est prépondérant bien qu'il soit peu fréquent au regard des autres espèces de mammifères présentes.

Espèce	NRD	% NRD	NMlf	NMlc
<i>Rangifer tarandus</i>	585	29,2	12	15
<i>Equus caballus</i>	494	24,6	11	16
<i>Bison priscus</i>	311	15,5	8	12
<i>Cervus elaphus</i>	283	14,1	7	9
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	57	2,8	3	3
<i>Capreolus capreolus</i>	37	1,8	3	4
<i>Vulpes vulpes</i>	44	2,2	5	5
<i>Panthera spelaea</i>	16	0,8	1	2
<i>Ursus sp.</i>	11	0,5	2	3
<i>Felis sylvestris</i>	9	0,4	1	1
<i>Canis lupus</i>	8	0,4	2	2
<i>Martes sp.</i>	5	0,2	1	1
<i>Putorius putorius</i>	1	0,05	1	1
<i>Lepus sp.</i>	42	2,1	3	4
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	19	0,9	2	3
Lagomorphe	79	3,9	12	13
<i>Marmotta marmotta</i>	4	0,2	1	1
<b>TOTAL NRD</b>	<b>2005</b>			
NRDa petit mammifère	87			
NRDa Moyen mammifère	374			
NRDa Grand mammifère	127			
NRDa Indéterminés	828			
<b>TOTAL NRDa</b>	<b>1416</b>			
Indéterminés	13101			
<b>TOTAL</b>	<b>16522</b>			

**Tab. XVI-3** (Oetrangle) : Nombre de restes déterminés et Nombre minimum d'individus pour chaque espèce.

Les espèces observées lors des précédentes études (Anthony & Friant, 1941; Heurtz, 1969) sont confirmées par ce travail, à l'exception du Mammouth. Un fragment de diaphyse montrant une forte épaisseur de corticale peut lui être attribué ; néanmoins la présence du Rhinocéros laineux, ayant des os massifs, dans le remplissage ne permet pas d'affirmer une détermination précise de cette pièce.

## II. Caractérisation des espèces

### II.1. Herbivore

Quelle que soit l'espèce, toutes les grandes divisions du squelette sont présentes (tab.XVI-4). Le squelette axial (vertèbres et côtes) est également bien documenté mais les os n'ont pu être attribués à une espèce en particulier. Le tableau XVI-4 et les annexes 133 et 134 synthétisent les restes n'ayant été déterminés qu'anatomiquement en tenant compte de la classe de taille.

		<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		<i>C. antiquitatis</i>		<i>C. capreolus</i>	
		NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.	15	10			2	1	22	1				
	Crâne	2	1	7	2	3	1	5	2				
	Mandibule	2	1	2	1	3	1	7	4				
	Incisive			13	13	3	3	1	1				
	Canine												
	Dent Jugale >	36	36	64	64	40	40	2	2	3	3	2	2
Dent Jugale <	22	22	15	15	23	23	10	10	5	5			
Ceinture	Scapula	26	22	3	2	3	3	16	11				
	Coxal	9	5	9	4	9	3	11	4	3	1	4	3
Axial	Vertèbre	9	6			4	4	5	5			1	1
	Côte												
Os Long	Humérus	28	13	8	3	13	5	17	8	1	1	6	5
	Radius	25	12	16	6	19	11	11	6	1	1		
	Ulna	16	10	9	5	10	4	4	2				
	Métacarpe	29	13	17	13	20	9	34	8				
	Mcc Vest.			9	9								
	Fémur	15	7	22	9	12	4	20	7	1	1	3	2
	Tibia	52	20	43	13	16	7	23	11	1	1	1	1
	Métatarse	65	20	21	13	31	12	31	9	4	4	10	4
Mtt Vest.	1	1	21	21									
Os Court	Carpe	54	54	27	27	13	13	9	9	3	3	1	1
	Talus	19	19	13	13	7	7	5	5	1	1		
	Calcaneum	25	18	9	6	4	3	20	16			2	2
	Autre Tarse	17	17	20	20	6	6	6	6	6	6	1	1
	Patella	3	3			1	1	1	1				
	Sésamoïde	10	10	46	46	5	5			1	1		
Os malléolaire	8	8					1	1					
Autopode	Phalange 1	62	42	43	43	20	11	13	9			1	1
	Phalange 2	24	17	28	28	19	14	2	2			2	2
	Phalange 3	9	8	17	17	14	8	3	3	2	2	1	1

Tab. XVI-4 (Oetrage) : Représentations squelettiques des Herbivores.

## II.1.1. Le Renne

### II.1.1.1 Représentation squelettique (annexes 133, 135 et 139)

Mises à part les incisives, tous les éléments squelettiques sont observés. Les os longs et la scapula sont particulièrement bien représentés (fig. XVI-1).

✓ **Céphalique** : dix bases de bois ont été mises au jour. Il s'agit quasi exclusivement de bois de chute, une seule étant un bois de massacre. Les os du crâne et la mandibule sont rares (un fragment de pariétal, un fragment de frontal et deux restes de mandibule). Les deux fragments de mandibule ont encore les dents enchâssées. Peu de dents isolées ont été trouvées (n=58).

✓ **Axial** : bien qu'aisément identifiables, les côtes et les vertèbres sont difficilement déterminables taxonomiquement. Elles ont donc été distinguées selon leur classe de taille. L'annexe 133 indique leur présence au sein de l'assemblage.

✓ **Ceintures** : la scapula est particulièrement bien observée. La cavité glénoïde, partie la plus résistante à la destruction, confère à cet os une détermination aisée. La ceinture pelvienne est en revanche moins fréquente.

✓ **Os longs** : les os des membres antérieurs et postérieurs sont très bien représentés. Le pourcentage de survie est au minimum de 50% et atteint 85% pour le tibia et le métatarse. Seul le fémur est peu observé, d'après E. Morin (2004) un faible pourcentage de survie serait plutôt dû à une

difficulté de détermination qu'à une réelle sous représentation de cet os. Les métapodes sont également largement présents mais des différences dans les parties conservées sont visibles (Annexe 133). Concernant les métacarpes, l'extrémité proximale, la diaphyse et l'extrémité distale sont présents dans des proportions équivalentes, ce qui n'est pas le cas des métatarses, l'extrémité proximale est bien plus fréquemment observée que l'extrémité distale. A noter la présence d'un grand nombre de poulies (extrémité distale) pour lesquelles aucune attribution plus précise (métcarpe/métatarse ; Renne/Cerf) n'a pu être faite.

✓ **Os courts** : les os courts sont eux aussi bien présents, à l'exception des sésamoïdes. Ces derniers ne sont pas absents de l'assemblage cependant leur quantité reste faible par rapport à celle attendue. Il est fort probable qu'il s'agisse d'une question de ramassage différentiel.

✓ **Phalanges** : les phalanges 1 montrent un fort pourcentage de survie (50%). En revanche, les phalanges 2 et 3 sont bien moins fréquentes (20% et 10%).

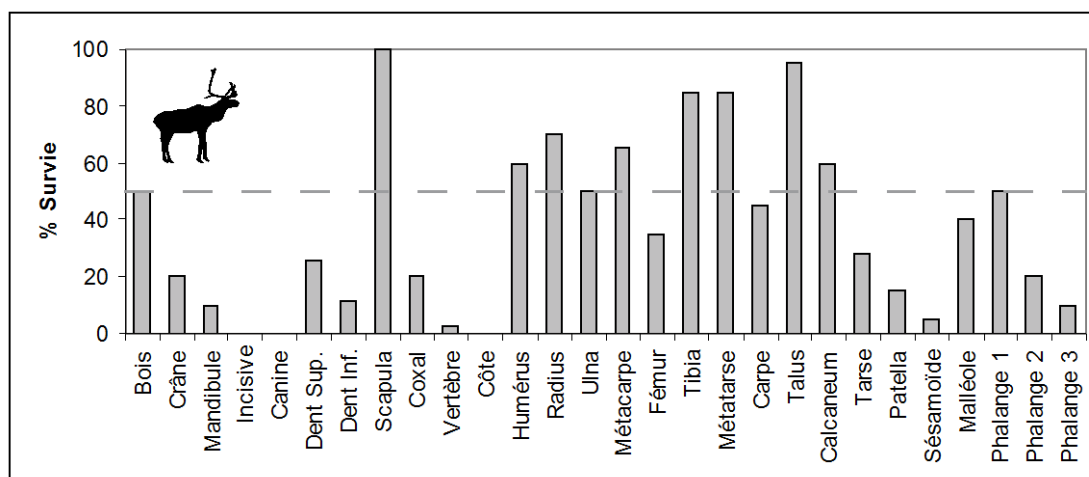


Fig. XVI-1 (Oetrange) : Représentation squelettique du Renne.

Le rapport entre la densité osseuse et le pourcentage de survie est illustré dans la figure XVI-2. La corrélation n'est pas significative. Toutefois la très faible différence entre les coefficients de corrélation permet d'envisager un lien entre la présence d'un élément squelettique et sa densité.

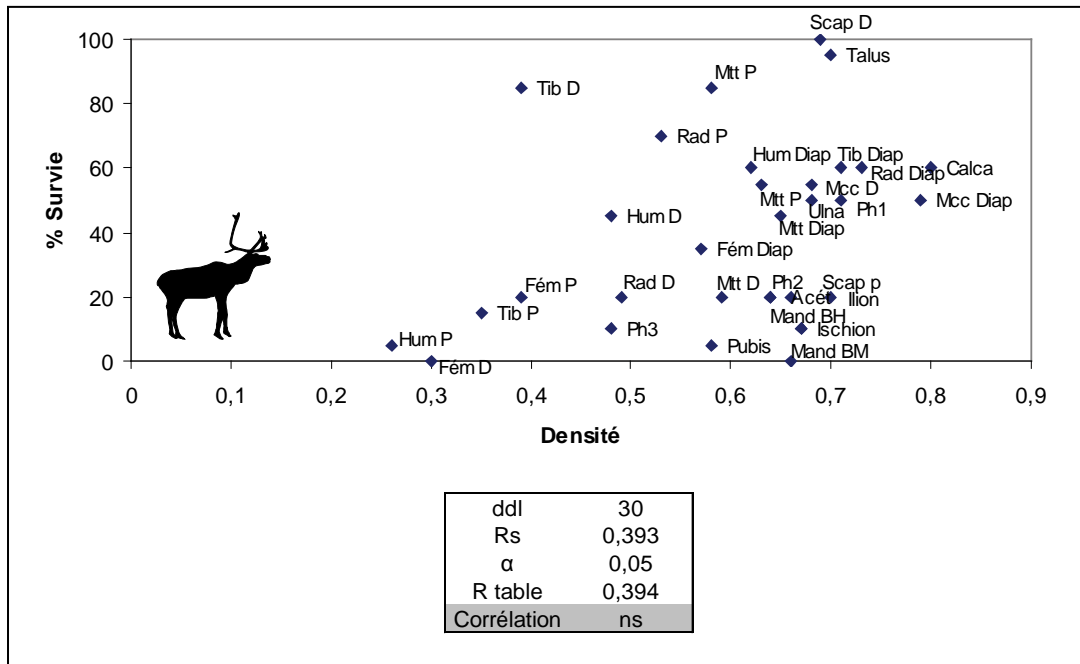


Fig. XVI-2 (Oetrange) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Renne.

Seuls 5% des restes appartiennent aux jeunes individus (n=30). Leur corpus se compose de restes dentaires sous la forme de bourgeons (deux M/2, deux M2/ et 1 M3/) ou de dents déciduales (une dP3) et d'éléments post-crâniens, soit des os long non épiphysés (cinq calcaneum, un fémur distal, un humérus distal, deux métatarses, trois phalanges 1, une phalange 2, deux scapula, deux tibia et 3 fragments indéterminés), soit des épiphyses seules (un calcaneum, deux phalanges 1 et un tibia).

#### II.1.1.2. Age et sexe des individus

Six calcanei non épiphysés indiquent la présence de quatre jeunes individus de moins de 3 ans. Parmi eux, un a moins de six mois (scapula non épiphysée et dP/4 faiblement usée), deux sont âgés d'environ un an (bourgeon de M/2) et un autre qui a entre un et demi et deux ans et demi (bourgeon de M3/). Un cinquième jeune individu, âgé lui aussi entre un an et demi et deux ans et demi, peut être ajouté car deux extrémités distales de tibia en cours d'épiphysation ont été dénombrées.

L'absence de rangée dentaire complète entraîne une plus grande incertitude concernant l'estimation de l'âge des adultes. L'application des stades d'usure établis par Miller (1974) sur les M3/ permet de distinguer trois classes d'âge : 3-5 ans ; 5-10 ans et plus de 10 ans. Dans les diaclasses d'Oetrange, la première et deuxième classe d'âge comptent deux individus et trois dans la dernière (soit sept individus adulte et vieux). Cependant l'extrémité distale du tibia indique la présence d'au moins dix adultes (vieil individu compris). Par conséquent trois individus adultes supplémentaires sont observés pour lesquels nous ne pouvons attribuer d'âge plus précis.

La figure XVI-3 représente le profil de mortalité du Renne. Il ne faut pas oublier d'y ajouter les trois adultes dont l'âge n'a pu être précisé. Le profil obtenu s'apparente tout de même à une courbe dite attritionnelle ou en U, typique d'une mortalité naturelle.

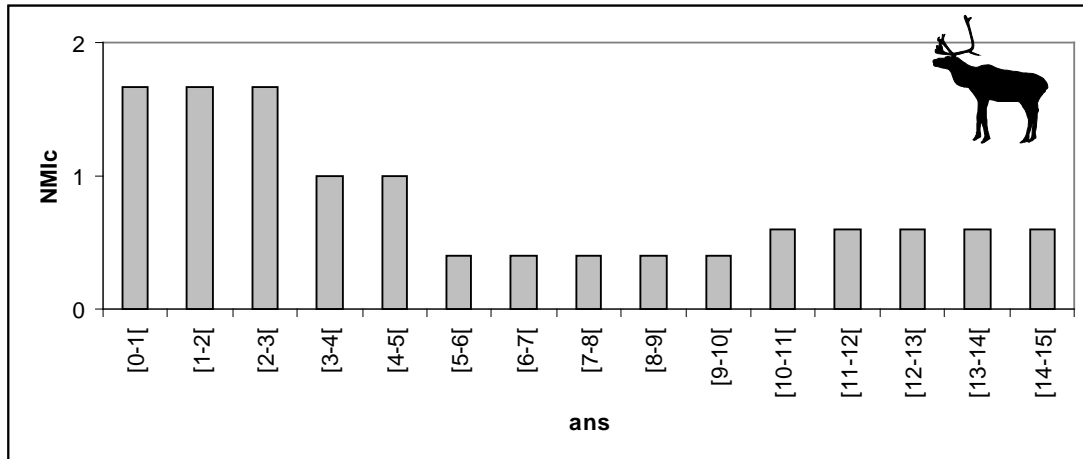


Fig. XVI-3 (Oetrage) : Profil de mortalité du Renne.

Sur les dix bois basilaires observés, neuf sont des bois de chutes et un de massacre. Chez le Renne, le mâle et la femelle portent des bois il est donc difficile d'établir un *sex-ratio*. Néanmoins leur petit-moyen module plaide en faveur de femelles ou de jeunes mâles (Averbouh, 2000). Weinstock (2000, 2002) démontre que l'analyse biométrique des extrémités proximale et distale des métapodes permet de distinguer efficacement les mâles des femelles. La figure XVI-4 indique que l'extrémité distale du métacarpe permet de distinguer un ratio de 4 femelles pour 2 mâles.

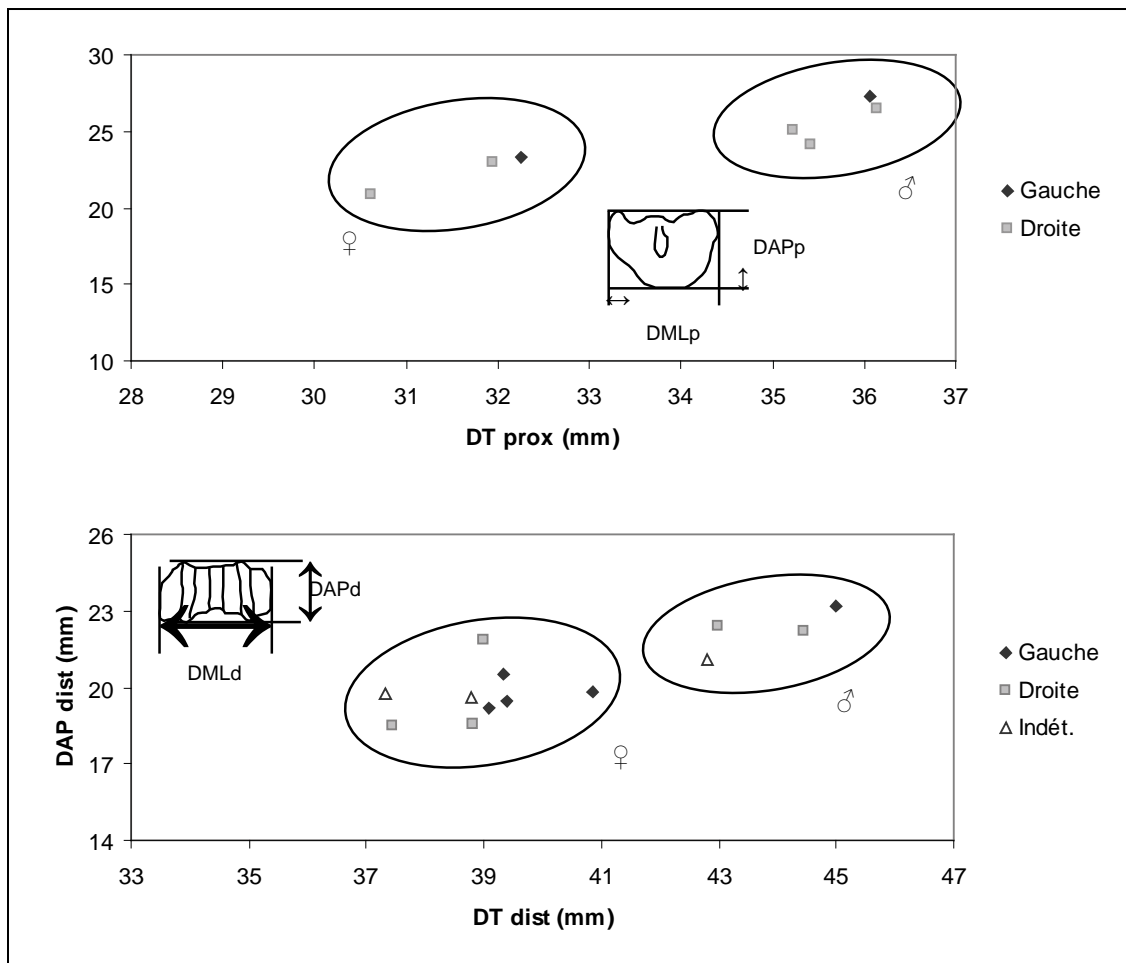


Fig. XVI-4 (Oetrage) : Dispersion du diamètre médio-latéral en fonction du diamètre antéro-postérieur des extrémités proximale et distale du métacarpe de Renne.

La scapula s'épiphysant entre 2 et 6 mois (Hufthammer, 1995), la présence de deux scapula non épiphysées provenant du même individu permet d'estimer la mort de cet animal à la fin de l'été ou pendant l'automne. S'il s'agit bien de bois femelle comme le laisse supposer leur dimension, leur chute aurait donc eu lieu au printemps. Ces périodes correspondent aux moments des grandes migrations.

## II.1.2. Le Cheval

### II.1.2.1 Représentation squelettique (annexes 134, 137 et 140)

Des connexions anatomiques et des remontages dentaires ont été mis en évidence (fig.XVI-5). Cette observation associée à la présence d'os long complet souligne le caractère naturel de l'accumulation.



**Fig. XVI-5** (Oetrange) : Appariement (rangées dentaires supérieures d'Equidé) et Remontage (métacarpe-phalange 1-phalange 2 et phalange 3 d'Equidé)

Bien que toutes les sous divisions du squelette soient présentes leur conservation est relativement faible (moins de 50%) sauf pour les métapodes, le talus et les phalanges (annexes 134 et 137 ; fig XVI-6).

✓ **Céphalique** : les dents sont majoritairement des dents supérieures. Sur les 64 dents présentes, 17 sont encore situées dans le maxillaire et pré-maxillaire. Au minimum deux crânes sont observés sur la base de deux maxillaires entiers (gauche + droite). Un fragment de jugal et de basi-occipital ont été déterminés, ainsi qu'un os hyoïde. Seuls deux fragments de mandibules ont été mis au jour.

✓ **Axial** : aucun reste n'a été attribué spécifiquement à cette espèce. Cependant des côtes et des vertèbres appartenant à de grands herbivores sont présentes dans l'assemblage (n=207).

✓ **Ceintures** : les os des ceintures sont rares tant en nombre minimum d'éléments qu'en nombre de restes.

✓ **Os longs** : contrairement au Renne, les os longs bien que tous présents, sont plus rares. Une différence entre la patte antérieure et la patte postérieure est visible, cette dernière étant beaucoup plus fréquente. Dans la plupart des cas, ce sont les diaphyses qui permettent d'estimer le NME d'où l'importance de prendre en compte les diaphyse (Marean & Spencer, 1991 ; Bartram & Marean, 1999). Les extrémités sont rares, excepté l'extrémité distale du tibia et des métapodes en relation avec leur plus forte densité.

✓ **Os courts** : ils sont bien représentés. Leur pourcentage de survie oscille entre 18 et 35%. Le talus, élément très résistant est l'os court le plus fréquent.

✓ **Phalanges** : les phalanges constituent les éléments squelettiques les plus nombreux, en particulier les phalanges 1 avec 95% de survie.

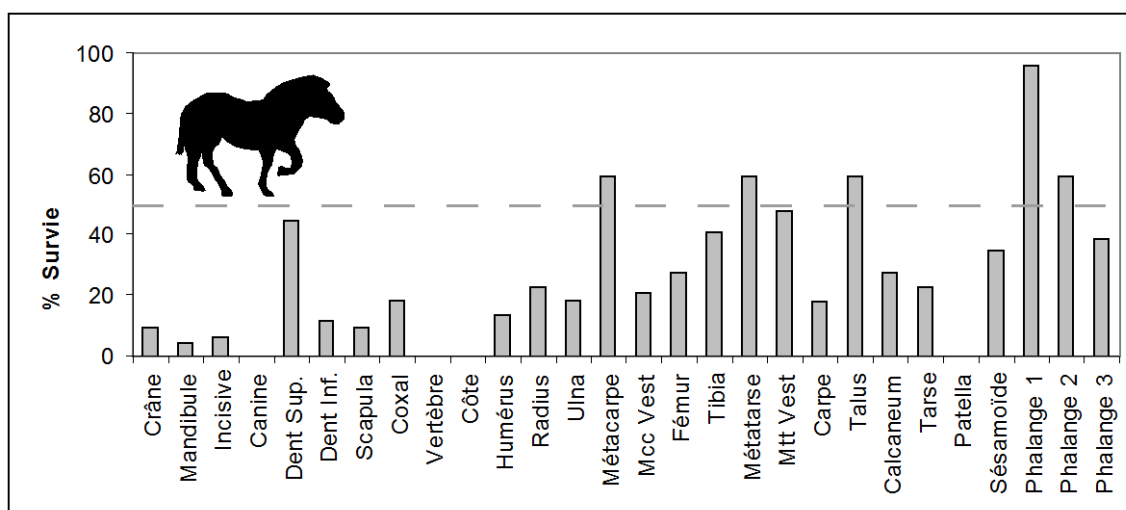


Fig. XVI-6 (Oetrage) : Représentation squelettique du Cheval.



Ainsi que l'indique la figure XVI-7, le pourcentage de survie et la densité osseuse sont significativement corrélés. La présence d'un élément dépend de sa densité.

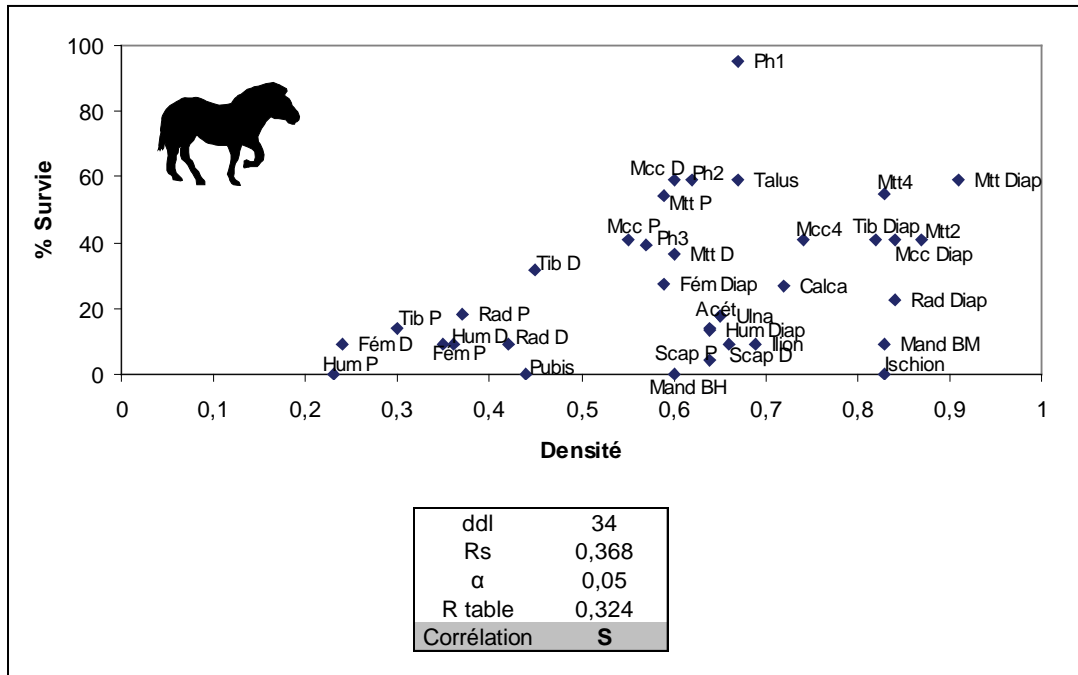


Fig. XVI-7 (Oetrage) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Cheval.

En ce qui concerne les jeunes individus, leurs restes représentent 5% de l'assemblage (n=24). Il s'agit principalement d'éléments post-crâniens :

- épiphyse proximale de fémur, de phalange 1
- épiphyse distale d'humérus, de scapula et quatre de tibia
- diaphyse non épiphysée de métacarpe, deux métapodes, deux de tibia, un calcanéum, un radius et une phalange 2 et 6 fragments de diaphyse indéterminé

Les restes dentaires appartenant à de jeunes individus sont peu nombreux, seuls deux bourgeons de dents jugales et une incisive déciduale ont été mis au jour.

#### II.1.2.2. Age et sexe des individus

Deux fémurs gauches de fœtus indiquent la présence de femelles gravides. L'un des deux est entier et mesure 33 mm. L'utilisation de la droite de régression établie par Guffy et collaborateurs (1970) estime l'âge du fœtus à 4 mois, c'est-à-dire un décès à **l'automne**.

Six fragments d'extrémités distales de tibia se rapportent au moins à trois jeunes individus de moins de deux ans. La présence de deux phalanges 2 en cours d'épiphysation précise que l'un des trois est âgé de 10 à 12 mois. Cette dernière observation permet une estimation de la mort de cet individu au **printemps**.

En ce qui concerne l'estimation de l'âge des individus adultes, l'équation quadratique mise en place par Fernandez & Legendre (2003, 2009) a été utilisée. Les résultats obtenus sont présentés dans

le tableau XVI-5. Le profil est légèrement dominé par les adultes, les jeunes et les vieux individus sont toutefois bien présents (fig-XVI-8).

	0-3 ans	3-6 ans	6-9 ans	9-12 ans	12-15 ans	15-18 ans
P2/			4	2		1
P3/			2	1		
P4/				1		
M1/		1	2			
M2/			3	1		
M3/			4			
P/2				1		
P/3					1	
P/4				1		
M/3				1		
TOTAL		1	4	2	1	1

Tab. XVI-5 (Oetrange) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.

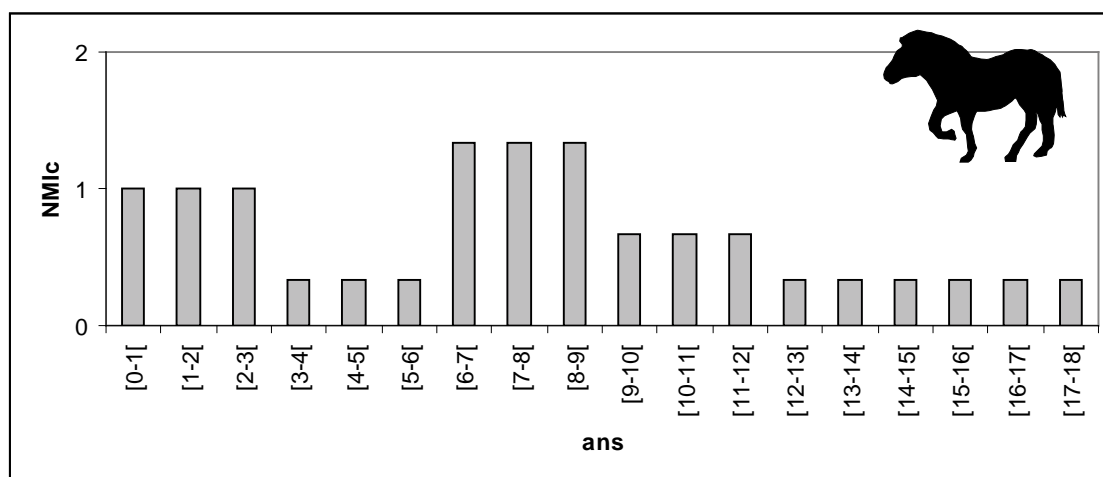


Fig. XVI-8 (Oetrange) : Profil de mortalité du Cheval.

### II.1.3. Le Bison

#### II.1.3.1 Représentation squelettique (annexes 134, 138 et 141)

Tous les éléments squelettiques sont observés. Les animaux étaient donc probablement entiers lors de leur chute dans la diaclyse. Hormis les os longs, les pourcentages de survie sont encore plus faibles que ceux du Cheval, ne dépassant que rarement les 30 % (fig. XVI-9, Annexes 134 et 138).

✓ **Céphalique** : le crâne est très peu représenté. Deux fragments de chevilles osseuses sont observés ainsi qu'un fragment de frontal et un de pariétal. Les trois autres restes proviennent de la mandibule. Toutes les dents mises au jour sont des dents isolées. Toutefois des séries dentaires et des appariements ont pu être reconstitués.

✓ **Axial** : un atlas et trois vertèbres thoraciques sont présentes auxquelles il faut certainement rajouter des vertèbres et des côtes non attribué spécifiquement.

✓ **Ceintures** : bien que le nombre de restes soit trois fois plus élevé pour le coxal, le nombre minimum d'éléments est identique pour le coxal et la scapula.

✓ **Os longs** : les os longs sont les éléments montrant le plus fort pourcentage de survie (compris entre 19 et 63 %). Le plus faible correspond au fémur, élément plus difficilement déterminable. Plus de la moitié des métapodes sont conservés (50 % pour les métatarses et 56% pour les métacarpes) avec pour ces deux éléments des pièces entières. Le radius est l'élément présentant le plus grand NME. Les extrémités peu denses que sont l'extrémité proximale de l'humérus et du tibia ainsi que l'extrémité distale du fémur sont quasi absente de l'assemblage.

✓ **Os courts** : excepté le talus, les os courts sont peu fréquents comparés au Renne et au Cheval.

✓ **Phalanges** : les phalanges sont elles aussi plus rares que chez le Renne et le Cheval.

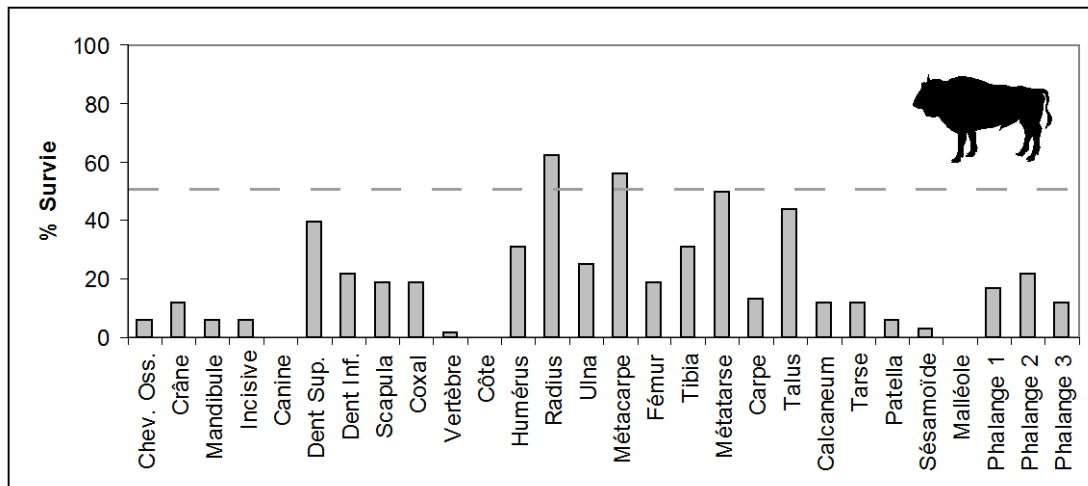


Fig. XVI-9 (Oetrange) : Représentation squelettique du Bison.

Le coefficient de corrélation de Spearman indique qu'il n'y a pas de lien apparent entre le pourcentage de survie et la densité de l'élément (fig.XVI-10).

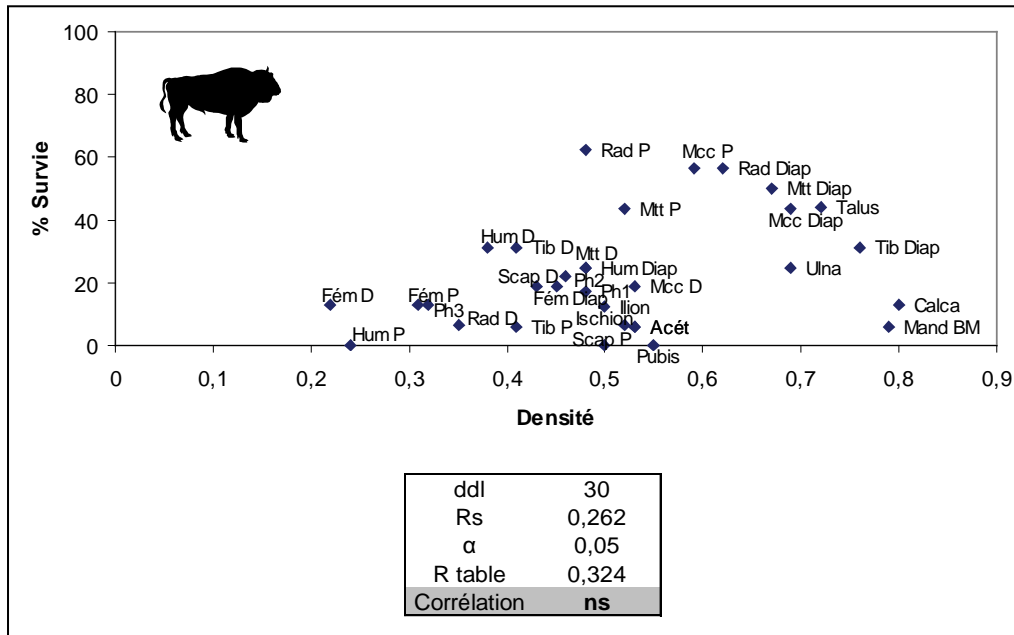


Fig. XVI-10 (Oetrage) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Bison.

Les jeunes représentent un quart des individus mais seulement 5,5 % des restes, quatre bourgeons dentaires et une dent déciduale notamment ont été trouvés. Au niveau des os longs, les jeunes sont principalement observés sous la forme d'épiphyse seule, épiphyse proximale de fémur, proximale et deux distales de radius et trois épiphyses distales de tibia. Tandis que trois métatarses ne sont pas épiphysés. Un calcaneum non épiphysé est également présent.

### II.1.3.2. Age et sexe des individus

L'âge des Bovinés a été estimé qualitativement en utilisant les stades d'usure de la face occlusale. Le profil de mortalité établi pour les Bovinés indique un nombre d'individus juvénile et vieux plus important que le nombre d'adultes. Le profil ressemble à celui obtenu pour le Renne. Il s'agit d'une courbe attritionnelle caractéristique d'une mort naturelle (fig.XVI-11).

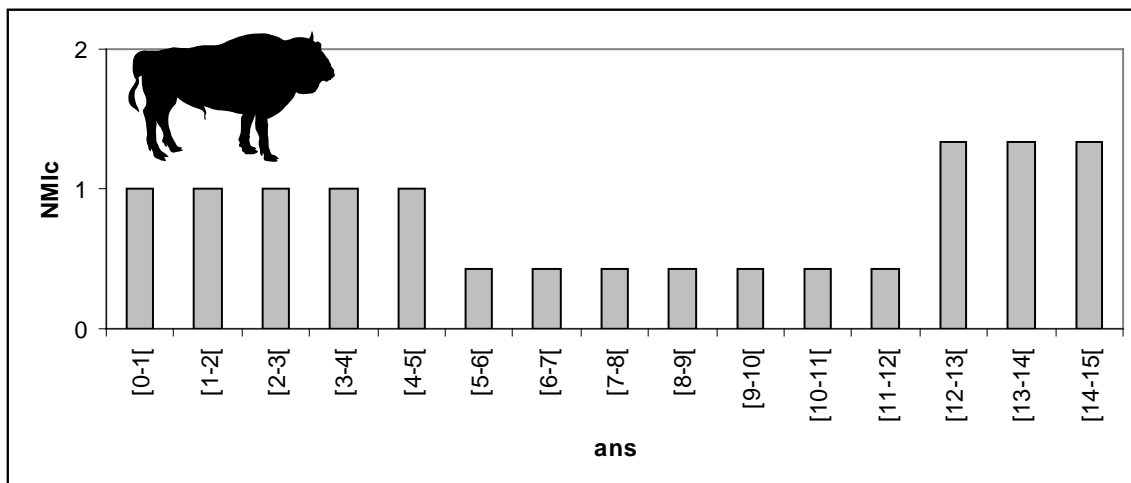
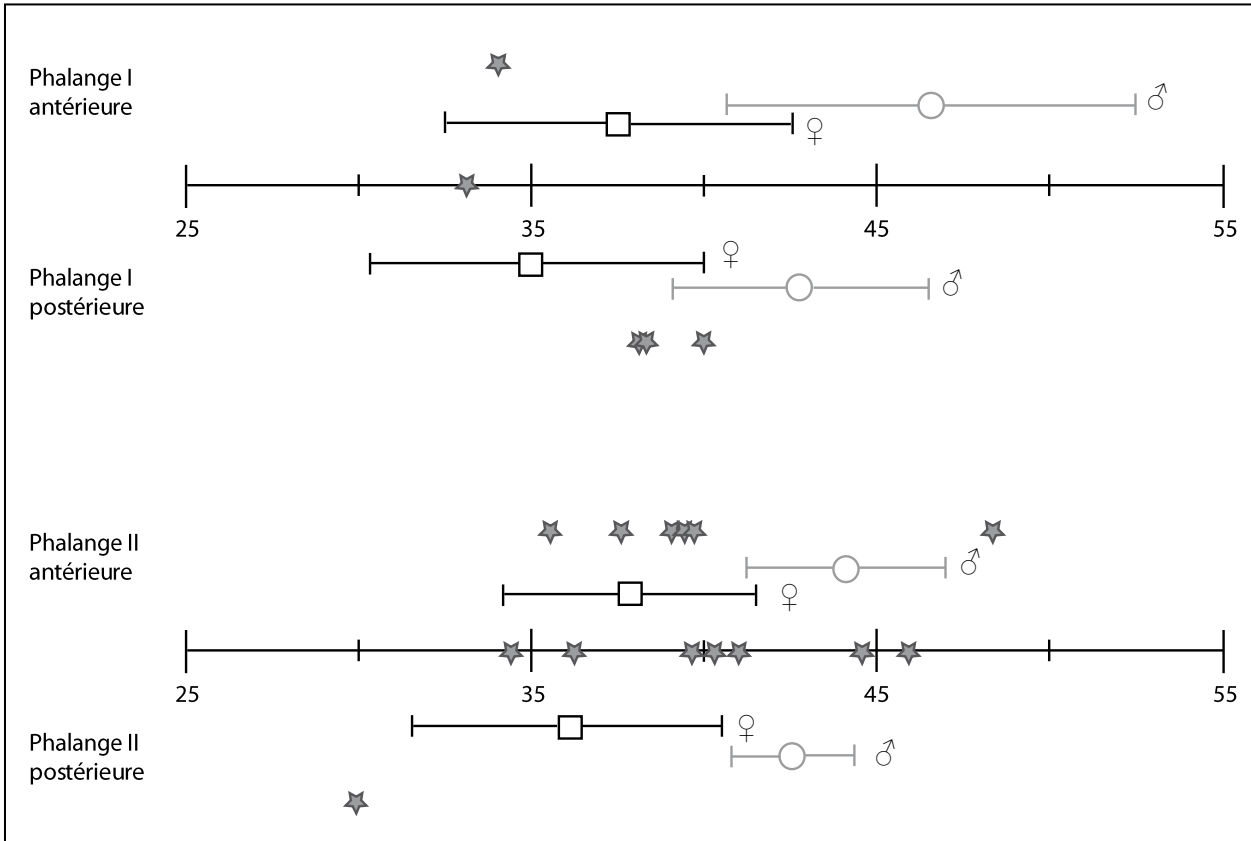


Fig. XVI-11 (Oetrage) : Profil de mortalité du Bison.

Afin d'établir le *sex-ratio* des Bovinés, nous avons utilisé la méthode mise en place par C. Roman (2008). Une fois la distinction phalange antérieure / phalange postérieure réalisée il est possible d'isoler mâles et femelles sur la base de la dimension du diamètre transverse. Dans les diaclases d'Oetrange, le *sex-ratio* observé est en faveur des femelles avec environ trois femelles pour un mâle. Ce constat est visible tant au niveau des premières phalanges que des deuxièmes.



**Fig. XVI-12** (Oetrange) : Distinction Mâle / Femelle sur la base du diamètre transversal (mm) de la phalange I et de la phalange II d'après les données issues de l'aven de l'Arquet (Roman, 2008). Le carré et le rond vide représentent la moyenne pour chaque espèce, les barres indiquent l'intervalle de confiance. Les étoiles symbolisent le diamètre transversal des phalanges I et des phalanges II issues des diaclases d'Oetrange. Les étoiles placées sur l'axe correspondent aux phalanges pour lesquelles la distinction antérieure/postérieure n'a pu être faite.

## II.1.4. Le Cerf

### II.1.4.1 Représentation squelettique (annexes 133, 136 et 142)

Concernant les divisions du squelette, toutes sont présentes dans l'assemblage. La principale différence avec les espèces précédemment citées réside dans la quantité de phalanges et de dents, quantité très faible chez le Cerf (fig.XVI-13 et annexes 133 et 136).

✓ **Céphalique** : crâne et mandibule jusque là quasi absents montrent chacun un pourcentage de survie identique d'environ 30%. Toutes les branches horizontales de mandibule montrent des dents encore dans leur alvéole. Les dents isolées ne sont pas nombreuses.

✓ **Axial** : comme pour le Renne, les côtes et les vertèbres sont bien représentés au niveau de la classe de taille

✓ **Ceintures** : de la même manière que pour le Renne, la scapula grâce à la cavité glénoïde est bien conservée avec un pourcentage de survie de 80%. Le coxal quant à lui est plus faible 30%.

✓ **Os longs** : le NME est similaire quel que soit le type d'os (6 ou 7). Il correspond à un pourcentage de survie de 43 ou 50%. Seul le tibia montre un NME un peu plus élevé et donc un pourcentage de survie plus important (71%) qui s'explique par une détermination anatomique plus aisée.

✓ **Os courts** : les carpiens et tarsiens sont présent en quantité variable, le calcaneum ayant permis d'estimer le NMI, a un pourcentage de survie de 100%.

✓ **Phalanges** : les phalanges sont peu observées. Chez toutes les espèces, la phalange 1 est toujours la plus fréquente.

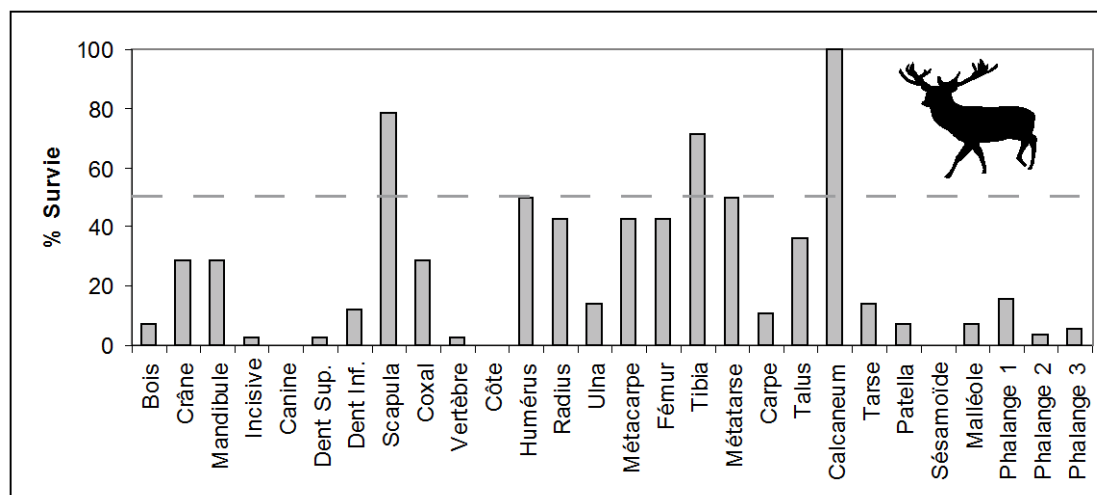


Fig. XVI-13 (Oetrange) : Représentation squelettique du Cerf.

La corrélation entre la densité et la conservation des restes osseux n'est pas significative (fig.XVI-14). D'autres facteurs sont à prendre en compte tel que l'impact des carnivores ou celui anthropique.

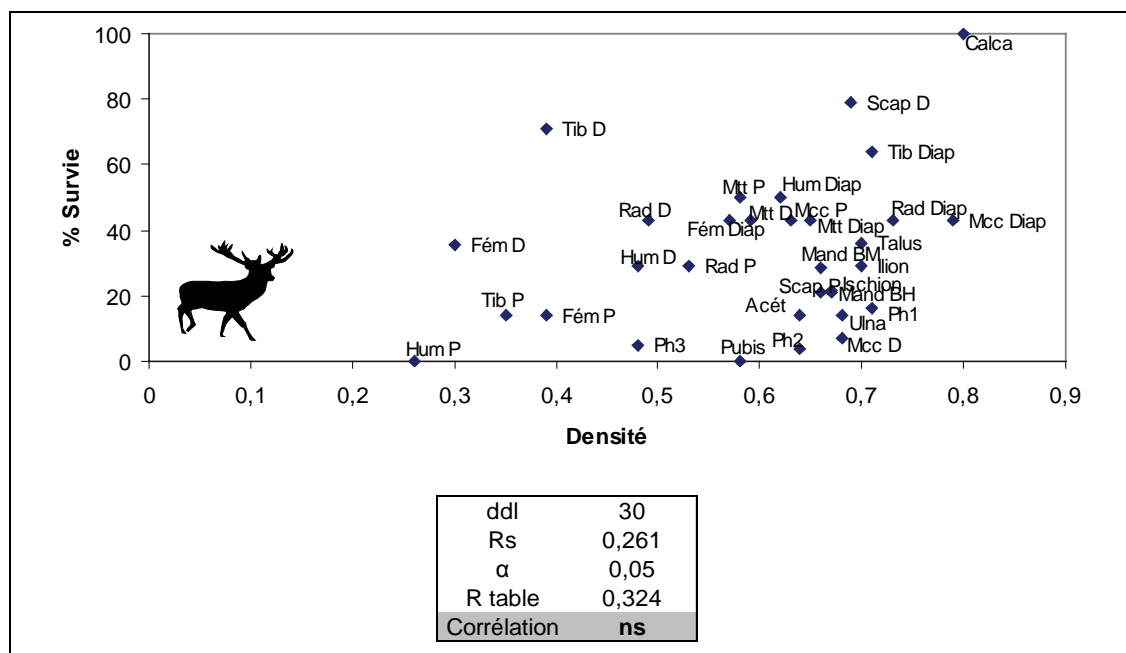


Fig. XVI-14 (Oetrage) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Cerf.

Plus de la moitié des restes appartenant à de jeunes Cerfs sont des métapodes. Une extrémité proximale de tibia et une distale d'humérus sont également visible ainsi qu'une diaphyse de fémur non épiphysée en partie distale et deux calcaneum.

#### II.1.4.2. Age et sexe des individus

L'estimation de l'âge des Cerfs a été réalisée à partir des stades d'usure dentaire proposés par Briot & Voilquin (1986). La figure XVI-15 montre que les adultes dominent légèrement. Au regard du nombre de calcaneum contenus dans l'assemblage, il est possible d'affirmer la présence d'un adulte supplémentaire. Cependant aucun âge précis n'a pu lui être attribué.

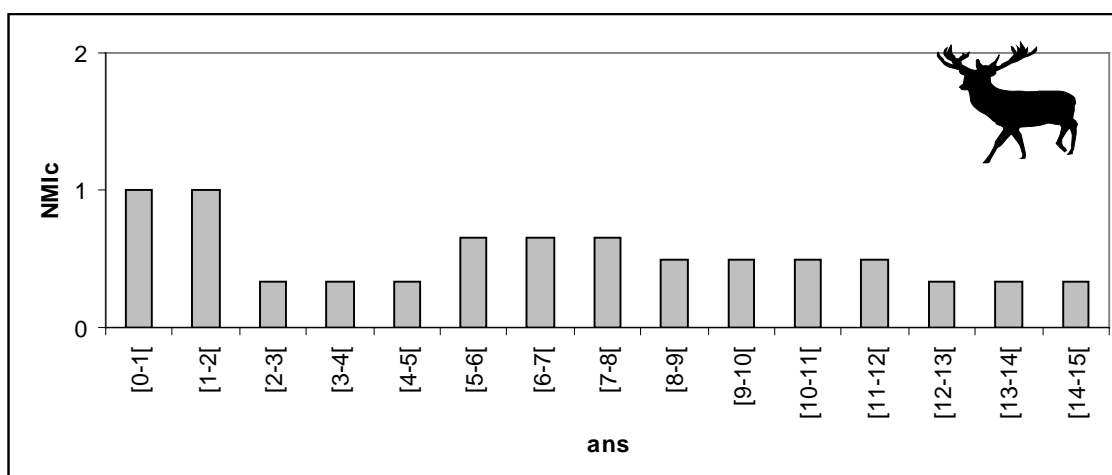


Fig. XVI-15 (Oetrage) : Profil de mortalité du Cerf.

L'étude du *sex-ratio* apparaît difficilement réalisable compte tenu du peu de matériel et de sa faible conservation empêchant toute prise de mesure. La présence de bois indique qu'il y avait au moins un mâle.

### II.1.5. Les autres herbivores

#### ✓ Rhinocéros laineux

Bien que les NME soient peu nombreux, presque toutes les subdivisions du squelette sont présentes indiquant que l'animal était probablement entier. Les métatarses 3 droits indiquent la présence de trois individus dont un jeune.

#### ✓ Chevreuil

La même remarque peut être faite pour le Chevreuil. Néanmoins l'humérus et le métatarse sont retrouvés en plus grande quantités. Un jeune Chevreuil est observé par une poulie distale de métapode. Trois fragments d'humérus distal appartiennent à trois individus différents.

## II.2. Carnivore

A l'inverse des herbivores pour lesquels toutes les divisions du squelette étaient présentes, les carnivores sont majoritairement observés par leur matériel dentaire (tab.XVI-6).

		<i>V. vulpes</i>		<i>P. spelaea</i>		<i>Ursus. sp.</i>		<i>F. sylvestris</i>		<i>C. lupus</i>		<i>Martes. sp.</i>		<i>P. putorius</i>	
		NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME	NR	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.														
	Crâne	1	1							3	2				
	Mandibule	4	3					2	1			1	1	1	1
	Incisive														
	Canine	1	1			5	5	2	2	1	1				
	Dent Jugale >	2	2			4	4			10	10				
Ceinture	Dent Jugale <	6	6			1	1	5	5			3	3	3	3
	Scapula														
Axial	Coxal							2	2			1	1		
	Vertèbre									1	1				
Os Long	Côte														
	Humérus	6	4					2	2	1	1	2	2		
	Radius	3	2					1	1	1	1				
	Ulna	2	2					1	1			1	1		
	Métacarpe			2	2					1	1				
	Mcc Vest.														
	Fémur	3	2							1	1				
	Tibia	6	4												
	Métatarse	3	3	1	1										
Os Court	Mtt Vest.														
	Carpe			1	1										
	Talus														
	Calcaneum	9	8	1	1										
	Autre Tarse			3	3	1	1								
	Patella														
Autopode	Sésamoïde														
	Os malléolaire														
	Phalange 1			4	4										
	Phalange 2			1	1										
	Phalange 3			1	1										

Tab. XVI-6 (Oetrage) : Représentations squelettiques des Carnivores.



## ✓ Renard

Les restes céphaliques et les os longs sont présents en quantité quasi égale, en revanche les ceintures sont absentes. Excepté le calcaneum, aucun autre os court n'est observé, cette lacune est certainement imputable à leur petite dimension et n'ont certainement pas été récoltés. Quatre restes se rapportent à un jeune individu : deux calcanéï (Gauche et Droit), un fragment de fémur et de mandibule. Quatre individus adultes sont décomptés à partir du calcaneum.

## ✓ Lion des cavernes

Il s'agit du seul carnivore pour lequel les dents sont absentes, seuls les bas de pattes ont été mis au jour. Une phalange 1 non épiphysée signale un jeune individu

## ✓ Ours

Uniquement présent sous la forme de dents isolées et d'un tarse. L'un des Ours est un vieil individu. Sur la base de l'usure dentaire, deux Ours adultes sont présents dont un vieil individu. Un bourgeon de M/2 signale un jeune.

## ✓ Chat sauvage

Les restes osseux attribués au Chat sauvage consistent en deux mandibules entières (avec la dentition), deux coxaux et deux humérus appartenant à deux individus distincts.

## ✓ Loup

Deux crânes dont un est entier et une dizaine de dents ont été découverts ainsi que quelques os long. Tous les restes se rapportent à deux individus adultes.

## ✓ Martre et Putois

Les Mustélidés ont été déterminés en grande partie sur la base des dents, un coxal et trois restes de patte antérieure sont également présents.

### II.3. Lagomorphe et Rongeur (tab.XVI-7)

## ✓ Lagomorphe

Le nombre minimum d'éléments indique que les lagomorphes étaient entiers dans la diaclose. La scapula est l'élément le mieux représenté. Même constat et même explication que pour le Renard, les os courts sont rares (sauf talus et calcaneum) du fait de leur petite taille. Au moins 13 individus sont décomptés sur la base des scapula droites, dont deux jeunes.

## ✓ Marmotte

Seules la présence de dents ont permis de déterminer la Marmotte dans l'assemblage.

		<i>Lepus. sp.</i>		<i>O. cuniculus</i>		<i>Lagomorphe</i>		<i>M. marmotta</i>	
		NR	NME	NR	NME	NR	%	NR	NME
Céphalique	Bois/Chev. Oss.								
	Crâne	1	1						
	Mandibule			1	1	8	6	1	1
	Incisive					2	2	3	3
	Canine								
	Dent Jugale > Dent Jugale <			4	4	27	27	3	3
Ceinture	Scapula					21	21		
	Coxal	6	6	2	2	6	5		
Axial	Vertèbre	4	4			1	1		
	Côte								
Os Long	Humérus	4	4			4	3		
	Radius	3	3	1	1	3	3		
	Ulna	1	1	2	2	1	1		
	Métacarpe			1	1	9	9		
	Mcc Vest.								
	Fémur	2	2	3	2	5	3		
	Tibia	8	5	3	3	3	3		
	Métatarse Mtt Vest.	9	9	4	4	4	4		
Os Court	Carpe								
	Talus					1	1		
	Calcaneum					6	6		
	Autre Tarse								
	Patella								
	Sésamoïde								
	Os malléolaire								
Autopode	Phalange 1	1	1	1	1	7	7		
	Phalange 2								
	Phalange 3								

Tab. XVI-7 (Oetrange) : Représentations squelettiques des Lagomorphes et Rongeurs.

### III. Etude taphonomique

#### III.1. La fragmentation

L'étude de la fragmentation concerne l'ensemble du matériel à l'exception du dentaire. Globalement la fragmentation est importante puisque 95% des restes ne sont pas entiers (tab.XVI-8). Ainsi les carnivores présentent une fragmentation modérée avec seulement 50 à 60% des restes cassés. Les herbivores montrent une fragmentation plus forte (80%). Au niveau des os long le constat est identique. La fragmentation des os long d'herbivores est très forte (97%) toutefois elle reste plus faible qu'à la Baume de Gigny. Ceux des lagomorphes de part leur petite taille et leur densité osseuse sont majoritairement complet (fragmentation : 46%).

A l'échelle de l'espèce, la fragmentation semble faible chez le Renne et le Cheval, ceci est en partie lié avec la forte présence des os courts tels que les carpes, les tarse et les phalanges (tab.XVI-8). Le Cerf est l'espèce montrant la plus forte fragmentation (90%). Si nous ne considérons que les os longs la fragmentation est alors plus homogène entre les espèces (98%), le Cheval semble légèrement moins dégradé.

	<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		Carnivore		Lagomorphe		TOTAL	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Os long fragmentés	229	97,9	163	90,1	125	98,4	143	97,9	33	70,2	34	45,9	1085	92,4
Fragmentation globale	356	69	237	58,5	195	79,3	226	89,7	53	59,6	76	54,3	2008	78,7

Tab. XVI-8 (Oetrage) : Etude de la fragmentation globale et des os longs.

Un paramètre important à considérer lors de l'étude sur la fragmentation est la circonférence de la diaphyse et des extrémités. Chez les Carnivores même si le nombre d'os long est faible, la diaphyse et les extrémités montrent une circonférence complète (tab.XVI-11). En revanche, celle des diaphyses d'os longs d'Herbivores est majoritairement inférieure à la moitié.

Le tableau XVI-9 et la figures XVI-19 montrent les circonférences des diaphyses pour les espèces principales. Les diaphyses complètes d'os longs d'ongulés sont relativement fréquente atteignant plus 20% pour le Cheval et les Bovinés, légèrement moins chez les Cervidés avec 16% pour le Cerf et 10% pour le Renne. Cette observation conforte l'aspect moyennement fragmentaire de l'assemblage. Les diaphyses d'os longs d'Equidés sont dominées par des fragments relativement plats dits en « baguette ». Aux vues des observations précédentes, il semble que le Cheval soit plus faiblement fragmenté que les autres espèces, toutefois lorsque l'os est brisé, la dégradation est plus intense (constat confirmé par la présence de fissures larges et profondes à la surface de l'os *cf. infra*).

		<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		Carnivore		TOTAL	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Diaphyse	Baguette	25	27,8	26	40	13	22,4	17	25,4			143	27,8
	< 1/2	43	47,8	18	27,7	29	50	31	46,3	1	12,5	237	46,1
	> 1/2	13	14,4	6	9,2	3	5,2	8	11,9	1	12,5	46	9
	Complète	9	10	15	23,1	13	22,4	11	16,4	6	75	88	17,1
Epiphyse	Baguette	12	8,9	13	17,6	15	21,7	5	7,6			60	11,7
	< 1/2	50	37	17	23	22	31,9	18	27,3	1	4,8	175	34
	> 1/2	10	7,4	4	5,4	9	13	9	13,6	1	4,8	47	9,1
	Complète	63	46,7	40	52,7	23	33,4	34	51,5	19	90,4	232	45,1

Tab. XVI-9 (Oetrage) : Circonférences des diaphyses et des extrémités.

L'état de fraîcheur de l'os peut être appréhendé en utilisant l'angle de cassure et l'aspect rugueux ou lisse du bord. Ces critères ont été établis par P. Villa et E. Mahieu (1991). Le tableau XVI-10 indique des états de fraîcheur identiques entre les grands ongulés et les Carnivores. La cassure a principalement lieu lorsque l'os est sec.

Des différences non négligeables sont observées entre les diverses espèces d'herbivores (tab.XVI-10). Les trois quarts des os de Cheval et de Bison et dans une moindre mesure ceux du Cerf présentent des cassures qui se sont produites quand l'os était sec. Le Renne diffère des autres, la fragmentation s'est faite tant sur os sec que sur os frais. Les Herbivores montrent nettement plus de cassure longitudinale. La différence majeure entre les types de cassures des fragments osseux d'Herbivores concerne les cassures en spirale (tab.XVI-10). Un quart des restes de Cerf et de Renne présentent de telles cassures, tandis que chez le Cheval et le Bison, elles ne comptent que pour 8-10% des cassures. Les cassures longitudinales sont principalement visibles chez le Renne et le Bison, concernant ces deux espèces il s'agit des cassures les plus fréquentes.

		<i>R. tarandus</i>		<i>E. caballus</i>		<i>B. priscus</i>		<i>C. elaphus</i>		Carnivore		TOTAL	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Cassure sur os sec	Transverse	30	15,5	26	28	23	25,3	29	21,5	11	55	209	115,5
	Escalier	33	17,1	36	38,7	23	25,3	39	28,9	3	15	174	96,1
Total cassure sur os sec		63	47,7	62	82,7	46	75,4	68	62,4	14	77,8	383	64,3
Cassure sur os frais	Oblique	17	8,8	4	4,3	5	5,5	5	3,7	1	5	39	5
	V-Shaped	2	1	1	1,1	1	1,1	2	1,5	2	10	11	1,4
	Spirale	50	25,9	8	8,6	9	10	34	25	1	5	173	22,2
Total cassure sur os frais		69	52,3	13	17,3	15	24,6	41	37,6	4	22,2	213	35,7
Os sec ou frais	Longitudinale	61	31,6	18	19,4	30	33	26	19,3	2	10	185	23,7

Tab. XVI-10 (Oetrange) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.

La rareté des fragments d'un centimètre ou moins signale un tamisage à maille relativement large du sédiment (fig.XVI-16). Les fragments <3cm constituent 42,4% de l'assemblage tandis que ceux >10cm seulement 3,6%.

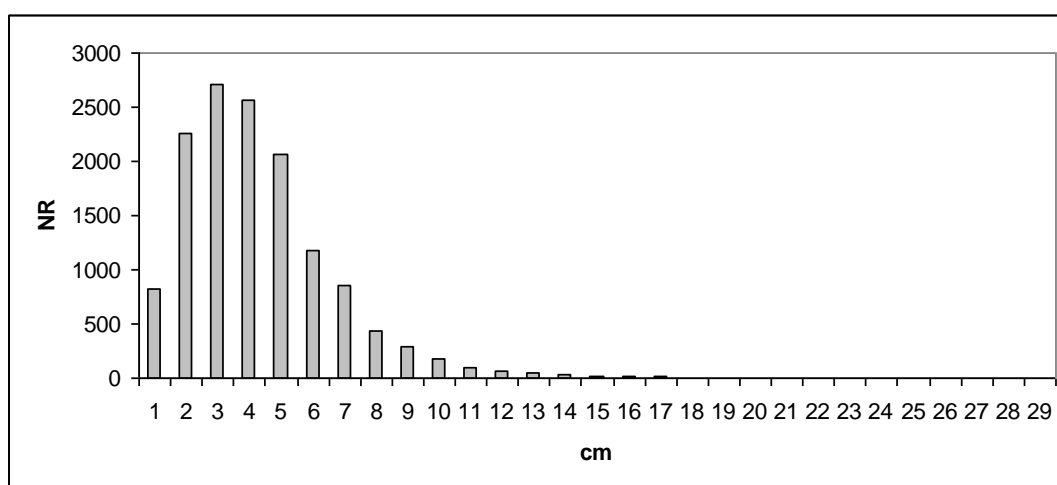


Fig. XVI-16 (Oetrange) : Longueur des fragments.

### III.2. Les altérations abiotiques

La figure XVI-17 résume les différentes altérations physico-chimiques subies par le matériel osseux. L'annexe 143 détaille l'intensité de certaines d'entre elles. D'un point de vue global, les Carnivores et Lagomorphes sont systématiquement moins affectés que les Herbivores. Néanmoins les dégradations sont relativement homogènes sur l'ensemble du matériel. Il n'y a pas de différences significatives entre les rangs de différentes altérations taphonomiques (tab.XVI-11).

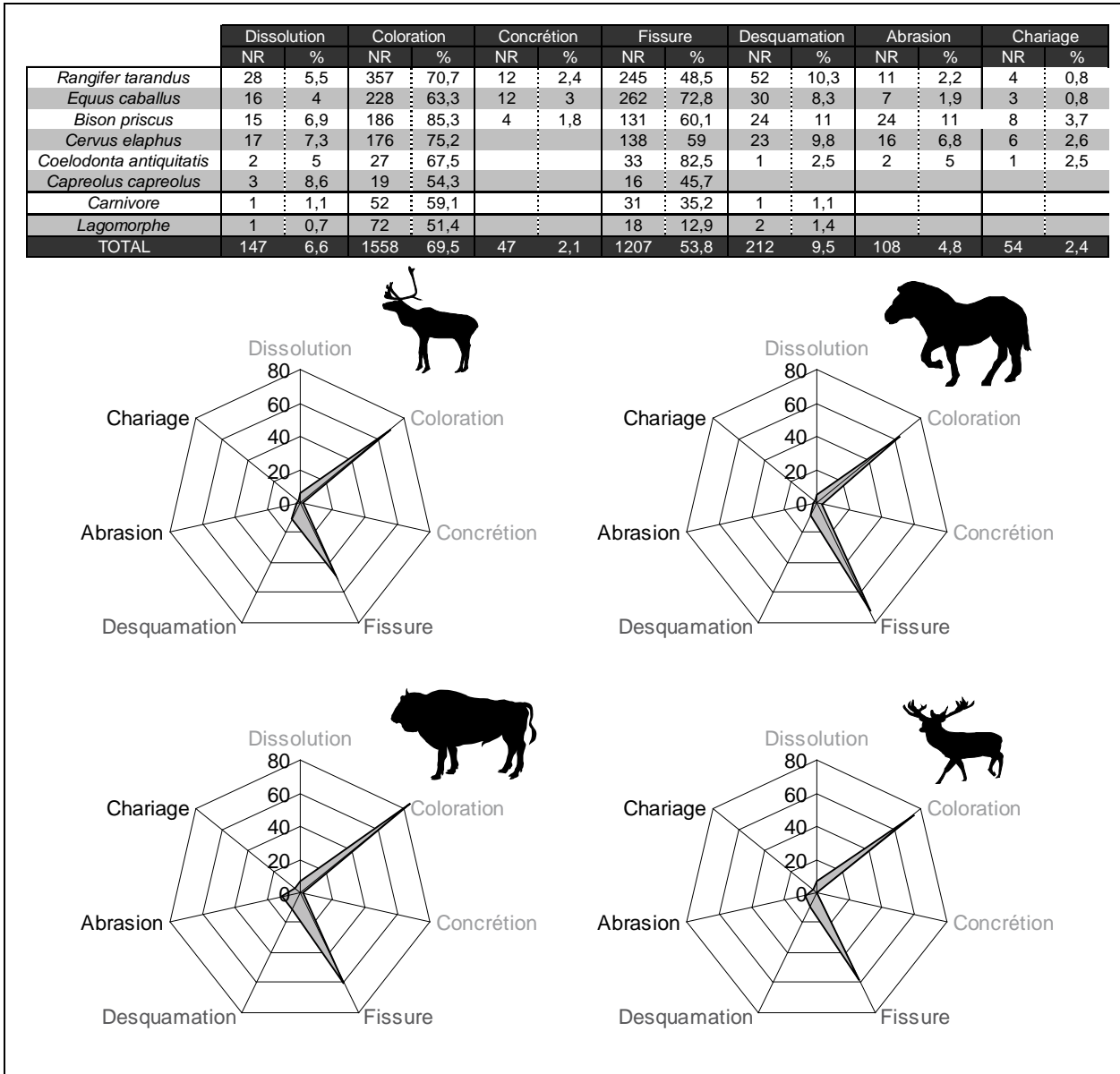


Fig. XVI-17 (Oetrage) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques. En gris clair : altérations dues à l'eau, en gris foncé : altérations dues au climat et en noir : altérations dues au sédiment

	<i>R. tarandus</i>	<i>E. caballus</i>	<i>B. priscus</i>	<i>C. elaphus</i>	<i>C. antiquitatis</i>	<i>C. capreolus</i>
<i>E. caballus</i>	<b>0,96</b>					
<i>B. priscus</i>	<b>0,77</b>	0,74				
<i>C. elaphus</i>	<b>0,89</b>	<b>0,86</b>	<b>0,94</b>			
<i>C. antiquitatis</i>	0,62	0,65	<b>0,84</b>	<b>0,80</b>		
<i>C. capreolus</i>	<b>0,81</b>	<b>0,77</b>	0,72	<b>0,81</b>	<b>0,83</b>	

Tab. XVI-11 (Oetrage) : Corrélation des rangs de Spearman des altérations taphonomiques (en grisée : les corrélations significatives à  $\alpha=0,05$ ).

### III.2.1. L'action de l'eau

L'action de l'eau est bien visible dans l'histoire taphonomique du remplissage. Son action est visible au travers de dépôts de particules noires (manganèse ?) pouvant prendre une forme dendritique,

ponctuée ou encore en plage étendue. Cette coloration de la surface a largement été observée (70% de l'assemblage). L'intensité générale est moyenne (niveau 2). Des fragments entièrement noir (intensité 4) existent chez presque toutes les espèces : environ 6% de leur matériel (annexe 143) et jusqu'à plus de 11% pour le Cheval. Ceci explique en partie la plus faible lisibilité des restes osseux des Equidés.

La présence de concrétion à la surface des os atteste également de l'activité de l'eau. Toutefois ces encroûtements calcitiques sont rares (seulement 2%).

Des pertes de matières sont engendrées par des phénomènes chimiques de dissolution due à l'acidité de l'eau ou des sédiments encaissants. Son impact reste limité à des cupules et ne concerne que 6% du matériel. Ce pourcentage est cependant plus élevé qu'à la Baume de Gigny, l'eau et les sédiments étant certainement plus acide du fait que la diaclase se soit formée dans une roche gréseuse.

### III.2.2. L'action du climat

La taille apparaît être un critère important quant à l'impact du *weathering*. En effet, les espèces de petites tailles (Renard, Lagomorphe et Chevreuil) présentent principalement des stades 1 d'altération, tandis que Cheval, Bovinés et Rhinocéros laineux sont beaucoup plus dégradés avec un minimum de 47% de fragments en stade 2 et 8% en stade 3. Certains fragments appartenant aux Equidés et Bovinés parviennent même au stade 4 (tab.XVI-12 et fig.XVI-18). C'est probablement en relation avec la vitesse d'enfouissement, les gros os restant plus longtemps exposés à l'air libre. Plusieurs degrés de fissuration peuvent être distingués. Fines et peu profondes au départ, les fissures s'élargissent avec le temps en entamant de plus en plus la *compacta*. Elles proviennent de l'action de phénomènes météoriques tels que la précipitation, le vent, l'alternance gel/dégel ou encore les changements de températures. Les périssodactyles sont les plus affectés, ils présentent de nombreuses fissures très profondes.

Un dernier constat peut être fait sur la présence d'éléments ayant atteint un stade ultime d'altération, la structure de l'os devient crayeuse (fig.XVI-19). Un tel stade de dégradation est visible sur les os spongieux (faible densité) en particulier les os courts, les vertèbres et quelques rares extrémités d'os longs. Ils comptent pour 2,5% du matériel.

	1		2		3		4	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	356	61,1	202	34,7	24	4,1		
<i>Equus caballus</i>	197	40,3	229	46,8	58	11,9	5	1
Bovinés	132	42,7	149	48,2	25	8,1	3	1
<i>Cervus elaphus</i>	132	50,6	119	45,6	10	3,8		
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	19	38,8	26	53	4	8,2		
<i>Capreolus capreolus</i>	27	73	10	27				
Carnivore	73	68,9	28	26,4	4	3,8	1	0,9
<i>Lagomorphe</i>	133	95	7	5				
TOTAL	1424	53	1103	41	150	5,6	10	0,4

Tab. XVI-12 (Oetrange) : Etat de conservation (stade d'altération selon A.K. Behrensmeyer, 1978).

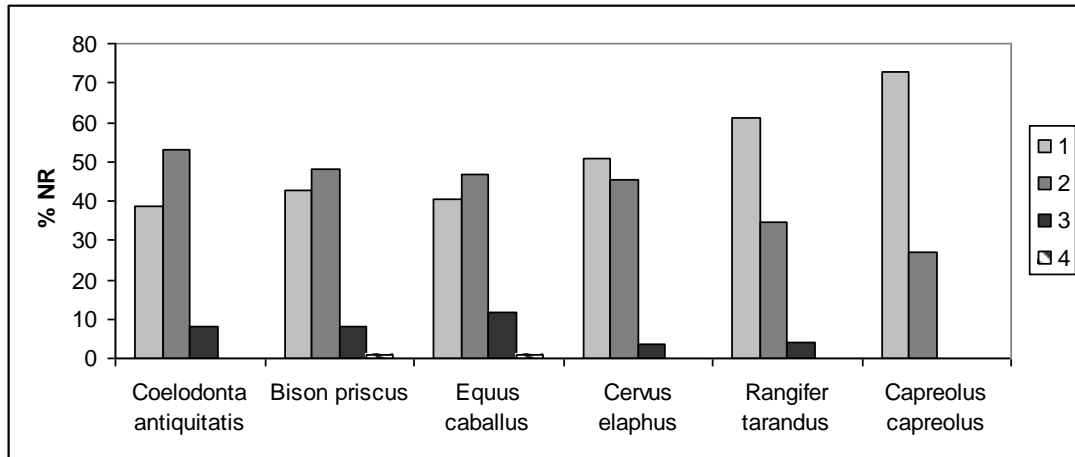
Fig. XVI-18 (Oetrange) : stade de *weathering*.

Fig. XVI-19 (Oetrange): Phalange 2 de Cheval très altérée.

### III.2.3. L'action du sédiment

L'action du sédiment est relativement faible. L'abrasion touche moins de 6% des restes.

Cette mauvaise conservation des pièces entraîne une lisibilité médiocre (tab.XVI-13). En revanche, la réciproque n'est pas vraie : une bonne conservation n'est pas synonyme d'une bonne lisibilité, c'est notamment le cas du Renard et encore plus du Chevreuil. D'autres facteurs tels qu'un dépôt noirâtre, un encroûtement ou encore la vermiculation peuvent profondément affecter la lecture des pièces. Seule la surface des os de Lagomorphes reste parfaitement lisible.

	Bonne		Moyenne		Mauvaise		Illisible	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	204	40,6	183	36,4	90	17,9	26	5,1
<i>Equus caballus</i>	79	20,6	144	37,5	116	30,2	45	11,7
Bovins	50	20,6	91	37,4	74	30,4	28	11,5
<i>Cervus elaphus</i>	70	29,7	101	42,8	47	19,9	18	7,6
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	4	9,3	16	37,2	17	39,5	6	14
<i>Capreolus capreolus</i>	15	42,9	13	37,1	7	20		
Carnivore	43	49,4	32	36,8	11	12,6	1	1,1
Lagomorphe	117	84,2	18	12,9	4	2,9		
<b>Total</b>	<b>736</b>	<b>31,3</b>	<b>907</b>	<b>38,6</b>	<b>525</b>	<b>22,3</b>	<b>184</b>	<b>7,8</b>

Tab. XVI-13 (Oetrange) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.

### III.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines

Les traces laissées par les racines sont abondantes, elles sont observées sur 15% du matériel et peuvent être très couvrantes (tab.XVI-14 et annexe 143). En effet, sur certains fragments, de telles traces se retrouvent sur toute la surface de l'os. Ces dernières confirment une vitesse d'enfouissement relativement lente.

	Vermiculation		Rongeur	
	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	56	11,1	1	0,2
<i>Equus caballus</i>	48	13,3		
<i>Bison priscus</i>	46	21,1		
<i>Cervus elaphus</i>	49	20,9	1	0,4
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	3	6,5	1	2,2
<i>Capreolus capreolus</i>	7	20	1	2,9
Carnivore	10	11,4		
Lagomorphe	12	8,6	2	1,4
TOTAL	333	14,9	5	0,2

Tab. XVI-14 (Oetrage): Altérations bioogiques non carnivores et non humaines.

Bien que rares, les traces laissées par des rongeurs sont présentes (fig.XVI-20). Elles consistent en de micro sillons parallèles. Elles sont observées sur quasiment toutes les espèces (excepté le Cheval et les Bovinés).



Fig. XVI-20 (Oetrage) : Traces laissées par les dents de rongeurs.

## IV. L'activité des Carnivores

L'action des Carnivores sur l'assemblage est visible au travers des traces laissées par leurs crocs, du simple impact jusqu'à l'arrachement d'une partie de l'os. Les pièces montrant des traces liées à l'activité des Carnivores représentent 21,5% du stock osseux. Ce pourcentage est plus faible que celui attendu dans les sites se rapportant à des tanières (80% ; Prucca, 2003 ; Campmas & Beauval, 2008). Bien que les diaclases n'aient pas servi de tanières (impact carnivores trop faible, peu de carnivores et peu de jeunes individus), certaines des carcasses mis au jour ont pu être amenés par des Carnivores (Klein & Cruz-Urbe, 1984), notamment les Lagomorphes sur lesquels des traces



sont observées sur plus de 26% des restes. Les Carnivores et les Herbivores sont affectés dans des proportions équivalentes (tab.XVI-15), inférieure à celle des Lagomorphes.

Les Carnivores n'ont privilégié aucune classe de taille en particulier, même si les ongulés de tailles moyennes et les Lagomorphes sont les plus affectés (tab.XVI-15).

Toutes les espèces déterminées dans la diachronie portent des modifications liées au Carnivores. L'Ours, la Marmotte et les Mustélinés ne sont représentés que par des dents ce qui empêche toute interprétation quant à l'action des Carnivores sur ces espèces. Cheval et Bovinés qui sont des espèces de grandes tailles, sont moins affectés que les autres espèces. Concernant le Rhinocéros laineux, les Carnivores se sont uniquement attaqués aux parties spongieuses (carpien/tarsien, extrémité d'os long) entraînant des arrachements osseux.

	Affecté		Pits		Puncture		Score		Furrow		Scoop		Crenulated		Tooth notches	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	107	21,2	71	14,1	34	6,7	19	3,8	9	1,8	42	8,3	11	2,2	8	1,6
<i>Equus caballus</i>	63	17,5	49	13,6	28	7,8	9	2,5	4	1,1	22	6,1	8	2,2		
Boviné	28	12,8	15	6,9	17	7,8	2	0,9	5	2,3	8	3,7	4	1,8	3	1,4
<i>Cervus elaphus</i>	61	26,1	42	17,9	29	12,4	8	3,4	3	1,3	16	6,8	2	0,9	2	0,9
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	14	35	9	22,5	4	10	1	2,5	1	2,5	7	17,5	3	7,5		
<i>Capreolus capreolus</i>	7	20	5	14,3	3	8,6			1	2,9	2	5,7	1	2,9		
<i>Vulpes vulpes</i>	9	23,1	7	17,9	3	7,7	5	12,8			2	5,1	1	2,6		
<i>Panthera spelaea</i>	3	18,8	1	6,25	2	12,5					3	18,8				
<i>Felis sylvestris</i>	2	25	2	25	1	12,5										
<i>Canis lupus</i>	2	25			1	12,5	1	12,5	2	25						
<i>Lepus sp.</i>	13	31	7	16,7	6	14,3	1	2,4			6	14,3				
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	3	15,8	1	5,3	2	10,5					1	5,3				
Lagomorphe	21	26,6	17	21,5	7	8,9	5	6,3			6	7,6	2	2,5		
TOTAL	502	21,2	340	14,4	199	8,4	74	3,1	27	1,1	143	6,0	64	2,7	37	1,6

**Tab. XVI-15** (Oetrage): Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de carnivore ainsi que des types de traces observées selon la nomenclature proposée par Binford (1981) en fonction des espèces

Le tableau XVI-16 et 17 indiquent quels sont les éléments les plus modifiés en fonction de la classe de taille des ongulés. Le premier constat concerne les os charnus, c'est-à-dire les os des ceintures (scapula et coxal) et les os supérieurs des membres (humérus et fémur). Ils ont été fortement consommés sans distinction de taille ni d'espèce. Cette observation suggère un accès primaire des Carnivores à la carcasse.

Les vertèbres consommées sont essentiellement les vertèbres cervicales et des vertèbres thoraciques qui sont celles les plus riches en viande.

Autre fait remarquable, les os courts et en particulier le calcaneum ont fréquemment été modifiés par les Carnivores. Les études menées sur les Carnivores ont déjà montré ce phénomène (Marean & Spencer, 1991 ; Castel, 1999b ; Campas & Beauval, 2008). Inversement le radio-ulnaire présente généralement peu de traces de manducation (Stalibrass, 1984 ; Castel, 1999b).

Les moyens ongulés, composés du Cerf et du Renne, indiquent une quantité importante de métapodes consommés. Ce fait est encore plus marqué pour le Cerf. Il est rare que les Carnivores s'attaquent aux métapodes lorsqu'ils ont accès à la carcasse entière encore non modifiée (Stalibrass, 1984 ; Castel, 1999b ; 2003). En effet, les métapodes sont des éléments non carnés, dont l'unique intérêt nutritif est la moelle se situant dans la cavité médullaire. Ceci explique la présence sur cet os de la majorité des *tooth notches*. Par ailleurs, jeunes et adultes sont affectés indifféremment et ce pour chaque espèce. Les parties spongieuses sont les plus consommées (tab.XVI-18).

		Petit Ongulé		Moyen Ongulé		Grand Ongulé	
		NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne			4	16		
	Mandibule			3	13,6		
Ceinture	Scapula			17	32,7	2	22,2
	Coxal	3	25	8	20	6	22,2
Axial	Vertèbre	4	20	21	18,6	6	11,5
	Côte						
Os Long	Humérus	4	36,4	15	22,1	5	21,7
	Radius	1	20	8	18,6	7	18,9
	Métacarpe			18	27,3	1	2,9
	Fémur			13	26,5	10	23,8
	Tibia	2	33,3	15	17,2	7	11,7
	Métatarse	3	13,6	30	23,6	5	11,9
	Ulna			2	8,3		
	Métopode	2	28,6	11	21,6	5	27,8
Basipode	Os Court	2	66,6	11	13,6	32	35,6
	Calcaneum	1	50	23	45,1	8	44,4
	Talus			2	10,5	2	11,8
Autopode	Phalange	2	50	32	26,4	15	15,3
Total		22	18,8	234	21,5	113	16,4

Tab. XVI-16 (Oetrange): Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores en fonction des classes de tailles

		Renne		Cheval		Bovins		Cerf	
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
Céphalique	Crâne							1	20
	Mandibule								
Ceinture	Scapula	11	44			1	33,3	2	12,5
	Coxal	2	22,2			3	33,3	4	36,4
Axial	Vertèbre								
	Côte								
Os Long	Humérus	9	33,3	3	37,5	2	15,4	3	18,8
	Radius	3	13,6	2	14,3	3	18,8	1	9,1
	Métacarpe	6	20,7			1	5,9	12	38,7
	Fémur	4	26,7	5	23,8	3	25	4	21,1
	Tibia	8	15,4	5	13,2	2	13,3	5	23,8
	Métatarse	14	21,9	2	14,3	3	10,7	10	32,3
	Ulna	2	16,7					1	25
	Métopode	1	16,7	3	37,5	1	14,3	3	50
Basipode	Os Court	10	11,5	26	28,6	5	16,1	1	5,3
	Calcaneum	12	48	3	37,5			9	50
	Talus	1	6,7	1	9,1	1	16,7	1	25
Autopode	Phalange	24	26,1	12	14,6	3	6,4	4	22,2

Tab. XVI-17 (Oetrange) : Eléments portant des traces de Carnivores en fonction des espèces.

	Os long				Autre élément					
	Extrémité		Diaphyse		Compact		Spongieux		C + S	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	42	24,6	31	14,4			36	19,9	13	37,1
<i>Equus caballus</i>	23	14	24	13,3			33	20,6		
<i>Bison priscus</i>	10	11,1	10	8,4			8	10,7	4	25
<i>Cervus elaphus</i>	30	33,3	34	22,7	1	8,3	11	22,4	6	22,2
TOTAL	208	21,2	170	17,7	11	6,5	114	21,5	104	20,8

Tab. XVI-18 (Oetrange) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.

La figure XVI-21 montre quelques exemples de traces laissées sur les os par les Carnivores lors de la consommation



**Fig. XVI-21** (Oetrange) : Exemples de traces laissées par les Carnivores.  
A : punctures sur une scapula de Renne et B : tête humérale arrachée.

Quant à l'identité des Carnivores ayant participé aux modifications, il est difficile de se prononcer clairement. Le Renard, carnivore le plus fréquent dans la diaclase, semble avoir joué un rôle dans l'accumulation et la dégradation des Lagomorphes. Il a également pu être responsable de certaines modifications sur des espèces de plus grande taille, cependant certains *pits* et *puncture* de grandes dimensions ont été faites par des carnivores de plus grande taille tels que le Loup, le Lion des cavernes et dans une moindre mesure l'Ours.

## V. Activité anthropique

L'activité anthropique est très restreinte puisque seulement 21 restes (soit 0,8%) portent des traces liées à l'activité humaine (tab.XVI-19). Il s'agit principalement de stries de découpe résultant du contact entre l'outil lithique et la surface osseuse lors de pratiques bouchères. Lors des précédentes études M. Heuertz en 1969 puis Ziesaire en 1988 avaient montré l'existence, dans la diaclase, de deux pièces travaillées : un métapode de moyen Cervidé entaillé et une crache de Cerf perforée. Ce corpus d'os transformés a été enrichi de deux pièces supplémentaires : une dent percée (objet fini) et un bois de Renne segmenté (déchet).

	Affecté		Raclage		Découpe		Percussion		Brûlé		Ind. Osseuse	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	7	1,4	1	0,2	5	1					1	0,2
<i>Equus caballus</i>	2	0,6			2	0,6						
Boviné	3	1,4			3	1,4						
<i>Cervus elaphus</i>	8	3,4			6	2,6	1	0,5			1	0,5

Tab. XVI-19 (Oetrange) : Eléments portant des traces anthropiques en fonction des espèces.

✓ Cerf

Le Cerf est l'espèce présentant le plus fort impact anthropique, ce dernier reste toutefois très faible puisque seulement 3,4% du NRD est modifié (tab.XVI-17). La majorité des traces observées est associée à la désarticulation. En effet, deux scapula, deux extrémités distales de tibia et une de radius indiquent le démembrement d'au moins deux individus. Le retrait de la viande se traduit par des stries sur la diaphyse d'un humérus. La présence d'un point d'impact sur un fragment de diaphyse humérale démontre la récupération de la moelle.

Concernant l'exploitation de l'os dans un but technique ou esthétique, une crache percée (voir présentation du site) a été mise au jour.

✓ Renne

Un métacarpe et un métatarse signalent le retrait des tendons. La viande a été prélevée sur deux os charnus qui sont le fémur et l'humérus. L'un des fragments d'humérus est raclé. Des stigmates techniques ont été remarqués sur un fragment de bois (andouiller d'œil). Il s'agit d'un déchet lors d'un procédé de sectionnement. Les traces observées correspondent à du sciage puis à une flexion latérale en vue de segmenter le bois (fig.XVI-22) (A. Lompré, comm. pers.).



Fig. XVI-22 (Oetrange) : Bois de Renne modifié.

## ✓ Moyen Cervidé

Quelques restes n'ont pu être déterminés plus spécifiquement, ils appartiennent aux Cervidés de taille moyenne (Renne ou Cerf) et portent des traces anthropiques. Un métatarse et un métapode ont été fracturés, ils sont retrouvés sous la forme d'éclat osseux. Un autre présente de nombreuses incisions le long de sa diaphyse (voir présentation du site). Un fragment de vertèbre thoracique signale le retrait des filets.

## ✓ Bison

Les traces anthropiques concernent principalement la désarticulation du coxal avec le fémur. En effet des stries associées à cette pratique sont observés sur ces deux éléments squelettiques. La récupération de la viande est visible sur un fragment d'humérus.

## ✓ Cheval

Les stries de découpes relèvent du décharnement d'un humérus et d'un tibia.

Une incisive de Cerf percée a également été isolée. Elle porte des traces d'abrasion sur la racine (aux abords de la perforation) (fig.XVI-26)



**Fig. XVI-23** (Oetrage) : Incisive de Cerf percée

Les rares pièces lithiques ainsi que les quelques restes présentant des traces liées à une activité anthropique attestent de la présence des Hommes préhistoriques aux abords de la diaclose à la fin du Pléistocène.



### 3. Conclusion et Synthèse sur le site d'Oetrangle

#### Conclusion

De nombreux indices tels que les profils de mortalité (fig.XVII-1), les profils squelettiques, la corrélation entre densité osseuse et pourcentage de survie ou la présence de remontage indiquent que la diaclase a fonctionné comme un piège naturel aussi bien pour les Herbivores que pour les Carnivores. Ces derniers ont chuté dans la diaclase mais ne l'ont pas utilisé comme tanière.

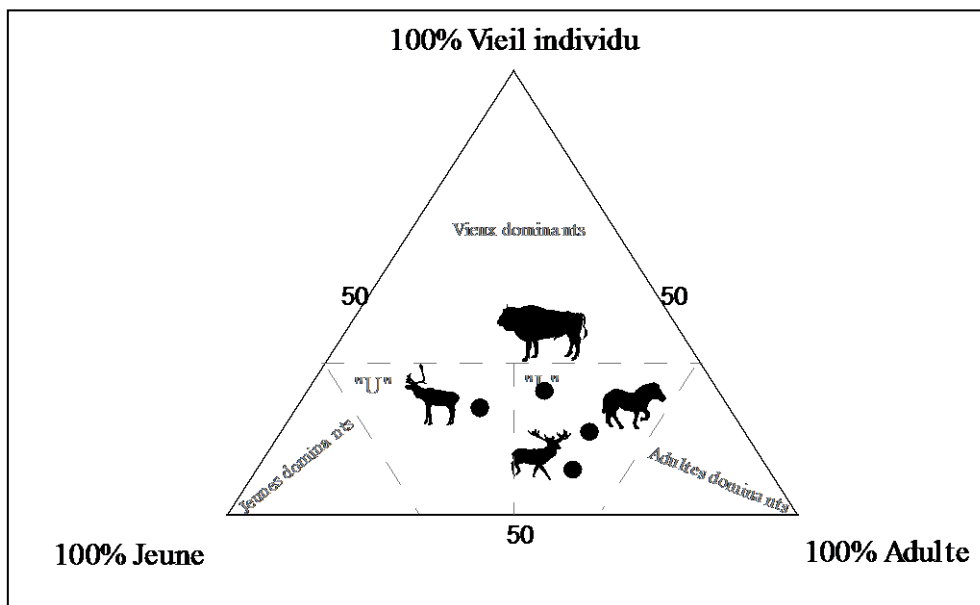


Fig. XVII-1 (Oetrangle) : Projections des profils de mortalité dans un diagramme ternaire (selon Stiner, 1990).

Les Carnivores ont modifié plus ou moins fortement les carcasses d'herbivores, ils ont principalement consommé les os charnus tels que les ceintures, l'humérus ou le fémur indiquant qu'ils sont les premiers à avoir accédé à la carcasse.

La fragmentation est relativement importante bien que quelques os longs soient encore entiers. Les différents critères utilisés montrent une fragmentation principalement lorsque l'os était sec (sauf pour le Cerf). Cette espèce semble avoir une histoire légèrement différente. Son profil de mortalité ne correspond pas tout à fait avec ce que l'on attend d'une mortalité naturelle, les adultes sont plus fortement représentés. Le Cerf se distingue également du Cheval et des Bovinés par sa forte proportion de métapodes consommés par les Carnivores. Par ailleurs, il s'agit de l'espèce montrant le plus de

traces anthropiques malgré tout ces dernières sont anecdotiques et ne concernent que 3% de l'assemblage.

La présence de quelques restes avec des traces de boucherie ainsi que des éléments de parures suggèrent une occupation humaine aux abords de la diaclase, certainement sur le plateau.



# CONCLUSION

Comprendre les modes de vies des Néandertaliens nécessite une approche pluridisciplinaire associant l'analyse des ensembles osseux et lithiques à l'étude des paléoenvironnements tout en intégrant les données géo-topographiques du site archéologique. Notre travail de recherche s'est alors inscrit dans cette démarche complémentaire : caractérisation des climats et des environnements (biogéochimie, paléoécologie) et informations sur l'origine et les modifications des assemblages fossiles (taphonomie et archéozoologie).

Le site de la Baume de Gigny, présente une séquence archéostratigraphique remarquable, qui sert notamment de référence pour les sites du Paléolithique moyen de la région franc-comtoise. L'intérêt de gisements livrant une longue stratigraphie est de pouvoir s'affranchir des contraintes topographiques qui restent relativement stables au cours du temps et ainsi de mieux cerner les interactions Homme-Climat-Environnement. L'étude combinée de ces paramètres, pour chaque couche archéologique, fournit de nombreux résultats : méthodologiques, biostratigraphiques et archéozoologiques, confirmant ainsi l'importance des études pluridisciplinaires.

Si l'utilisation des isotopes stables du carbone ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) et de l'azote ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) concernant les régimes alimentaires, connaît un grand essor ces dernières années dans le domaine de l'archéologie, celle des isotopes stables de l'oxygène ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) pour les reconstitutions paléoclimatiques est encore trop rare. Notre travail a permis de mettre en exergue tout le potentiel informatif de cet outil pour notre discipline. Les données isotopiques issues de l'émail dentaire d'ongulés (Fabre *et al.* 2011) corroborent les résultats précédemment obtenus, sur le même site, à partir des dents de rongeurs (Navarro *et al.*, 2004). Toutefois les rongeurs montrent une variation intra-couche plus fortes que celle des ongulés. Ces derniers sont donc à privilégier pour des reconstitutions climatiques en particulier dans des sites archéologiques. En effet, dans ces gisements, l'analyse géochimique de l'oxygène de l'émail dentaire d'ongulés fossiles permet l'estimation des paléotempératures contemporaines de l'occupation de la cavité par les groupes humains. Les ongulés hypsodontes, tels que le Cheval, présentent l'avantage de pouvoir réaliser plusieurs prélèvements le long de la couronne dentaire (sériation). La dent se minéralisant entre 1 et 3 ans (selon le rang dentaire), un signal sinusoïdal peut alors être interprété comme le reflet de variations saisonnières. Ainsi les valeurs maximales du  $\delta^{18}\text{O}_p$  correspondent aux valeurs estivales tandis que les plus basses reflètent celles de l'hiver. A la Baume de Gigny, une baisse progressive de la température moyenne annuelle est observée des couches XX à XV. Les dents multisériées (*i.e.* multiples prélèvements) montrent une augmentation de l'amplitude thermique saisonnière le long de la séquence traduisant une continentalisation du climat. Si les températures estivales sont peu différentes de l'actuel, les hivers sont en revanche bien plus froids. Cependant sur les 6 dents multisériées, seules 2 dents montrent un signal sinusoïdal. La présence de lacs (réservoirs ayant un temps de résidence de l'eau important) dans l'environnement pourrait expliquer l'effet tampon observé. Le refroidissement entre les couches XX et XV s'accorde bien avec l'apparition du Renne dans le spectre faunique dès la couche XIX ; cette espèce occupe une place de

plus en plus importante dans les associations de grands mammifères. Par contre, les couches VIII et IX ont pu être rattachées à une période tempérée (interstade-de Denekamp ou Arcy sur Cure). Cette information est confirmée par l'abondance du Chevreuil dans la couche VIII. Concernant les environnements, de la couche XX à la couche XVI, le paysage devient de plus en plus ouvert avec l'existence de grandes prairies sur les plateaux et la persistance de petites zones boisées dans la vallée.

L'étude taphonomique et archéozoologique des différents niveaux a permis d'approfondir nos connaissances sur les modes de subsistances des moustériens de cette région et notamment montré l'importance de prendre en compte tous les fragments lors d'analyses d'assemblages osseux. Cela a permis ainsi, à la Baume de Gigny, d'identifier des restes appartenant au Rhinocéros laineux qui vient compléter la liste faunique précédemment établie (Campy *et al.*, 1989). Le nombre de restes déterminés a également été multiplié par 4 pour quasiment toutes les couches. L'analyse de la totalité des vestiges ostéologiques a entraîné des modifications de la fréquence des espèces pour certaines couches. Globalement, l'activité des carnivores se réduit à la consommation secondaire de restes délaissés par les Hommes préhistoriques. L'action des carnassiers est plus ou moins importante selon les couches considérées bien que dans la plupart d'entre elles, ils soient responsables de la présence des Caprinés et des Lagomorphes, espèces toutefois peu représentées. Les principaux Carnivores présents à la Baume de Gigny sont l'Ours, le Loup et le Renard. Tous sont morts naturellement ; l'Ours ayant utilisé la grotte pour hiberner, tandis que les Canidés s'y sont uniquement abrités de manière temporaire. Les Moustériens ont fréquenté la grotte de manière récurrente, en alternance avec les Carnivores. La durée des occupations est variable, définit comme une brève halte (couche XVII-XVIII) à une implantation de plus longue durée (couche XX). La mise en place de conditions de plus en plus rigoureuses, marquées par des refroidissements plus longs et intenses, détermine une baisse de la fréquentation de la cavité par les groupes humains. Leur présence devient de plus en plus ponctuelle jusqu'à l'abandon total de la cavité au cours de pléniglaciaire inférieur. Ces conditions ont aussi une répercussion sur les faunes et on peut remarquer la rareté de faunes typiques de climat froid dans les associations fauniques des sites régionaux, en relation directe avec l'avancée importante des glaciers alpins et jurassiens ainsi que par une lacune des dépôts reconnue par Campy (1989) entre les couches XVI et XV ; or une telle lacune est également observée lors du dernier LGM et les données des glaciologues montrent que les glaciers alpins s'arrêtaient à quelques kilomètres de la grotte entraînant une désertification de la région.

Les études archéozoologiques indiquent une exploitation préférentielle du Cerf et du Cheval par les groupes humains tout au long de la séquence. Toutefois, bien que toujours chassés, ces taxons sont de moins en moins dominants dans les spectres exploités. La couche XX, par son abondante industrie lithique, corpus faunique et retouchoirs, reflète une occupation de longue durée. Les traces de Carnivores y sont rares contrairement aux marques anthropiques qui sont extrêmement fréquentes. Le Cerf, avec 66% du NRD, est l'espèce la plus exploitée avec le Cheval (27%). La chasse du Cerf est orientée vers les individus adultes. Les Hommes préhistoriques ont systématiquement ramené les éléments les plus riches en nutriments et abandonné les bas de pattes sur les sites d'abattage. L'abondance du Cerf, associée aux données géochimiques issues des rongeurs et de la grande faune nous conduisent à rattacher cette couche au stade isotopique 5a soit entre 85-74 ka. La couche XIX montre également une exploitation préférentielle du Cheval et de Cerf. Les adultes sont privilégiés pour le Cerf alors que pour le Cheval, les Préhistoriques ont chassé les individus les plus faibles. Le

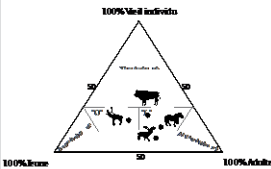
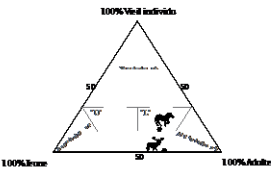
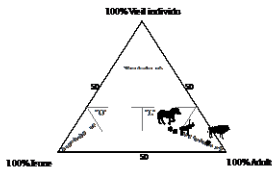
Bison, le Mégacéros et le Renne ont également été consommés. Cette couche se distingue des autres par la présence d'un grand nombre de restes brûlés suggérant l'utilisation de l'os comme combustible. La couche XVII-XVIII est celle présentant le plus faible impact anthropique alors que l'activité des Carnivores est plus marquée. L'Ours est l'espèce principale devant le Cheval et le Cerf. Ces deux derniers taxons ont cependant été exploités ainsi que le Bison, le Renne et le Mégacéros. La chasse du Cerf et du Cheval est orientée vers les individus les plus faibles (jeunes, femelles gravides, vieux). L'acquisition du Mégacéros et du Bison pourrait être due à du charognage. La couche XVI indique une exploitation relativement plus grande du Cerf et du Bison par rapport au Cheval, Renne et Chevreuil. Ce dernier est acquis par charognage secondaire. La couche XV ressemble à la précédente si ce n'est qu'aucune espèce ne domine ; de plus il faut noter l'existence d'une phalange de Cygne avec une strie de découpe (Mourer-Chauviré, 1989). La pauvreté du matériel n'a pas permis d'étude précise des couches XIV à IX. La couche VIII, vraisemblablement déposée pendant un interstade, est remaniée. Le Chevreuil qui est l'espèce dominante ne présente aucune trace de découpe contrairement au Cerf et au Cheval et, dans une moindre mesure, au Renne et au Castor. Les niveaux peuvent être assimilés à des haltes de chasse avec des activités de boucherie. Seule la couche XX, reflète une occupation de plus longue durée. Quand la saisonnalité a pu être appréhendée, les indices montrent que la cavité était principalement occupée par les Moustériens à l'automne quelle que soit la couche ainsi qu'au printemps pour la couche XVII-XVIII.

A moins d'une centaine de kilomètres à l'Ouest de la Baume de Gigny, le site de Vergisson II désigne une cavité de petite dimension (moins de 10m<sup>2</sup>). La couche 2 a livré un important matériel faunique ainsi qu'une industrie lithique attribuée par J. Combier (2001) à un Moustérien de type Quina. Cet assemblage serait contemporain du MIS 4 déposée sous un climat froid et rigoureux. L'environnement était alors largement ouvert avec la présence de petites zones refuges boisées. Contrairement à la Baume de Gigny, les Carnivores (essentiellement représentés par le Loup et le Renard) ont utilisé la grotte comme tanière. La cavité semble avoir été utilisée alternativement par les Hommes préhistoriques et les Carnivores. L'absence des fragments de diaphyses (sélection pendant la fouille) complique l'interprétation et tend à sous-estimer l'impact humain. Néanmoins la présence des ongulés dans la grotte est en grande partie imputable aux Moustériens. La couche 2 renferme 44 sujets de Rennes (ce qui en fait l'espèce dominante avec plus 50% du NRD), 15 Chevaux et 12 Bisons ainsi que d'autres espèces moins abondantes (Cerf, Mammouth, Chamois, Hydruntin, Sanglier, Chevreuil, Mégacéros et Rhinocéros laineux). Lors d'une première étude (Chaput, 1998, 2001) étude, la présence du Renard dans la cavité avait été attribuée à l'activité humaine (récupération de sa fourrure). Par ailleurs, un humérus d'Ours portant un point d'impact avait été interprété comme l'obtention de sa moelle par les Préhistoriques. Notre étude démontre cependant qu'il n'y a pas eu aucune interaction directe entre l'Homme et ces carnassiers et leur présence dans la couche nous paraît plus liée à des mortalités naturelles dans la cavité. L'activité humaine est orientée essentiellement vers l'acquisition et l'exploitation du Renne et, dans une moindre mesure, du Cheval et du Bison. Les dimensions modestes de la grotte, l'absence de déchets de taille, la présence d'outils finis et l'abondance du matériel faunique indiquent que le site ne constitue pas un site d'habitat permanent mais témoignent d'action de boucherie certainement récurrente. Les données saisonnières suggèrent que les groupes humains y venaient au printemps et en été.

Les diaclases d'Oetrange au Luxembourg procurent un excellent exemple de comparaison entre sites anthropiques et sites naturels de type aven-pièges. En effet, contrairement aux sites précédemment évoqués, les diaclases d'Oetrange ont fonctionné comme un piège naturel. Les profils de mortalité sont dominés par les individus les plus faibles et les profils squelettiques sont fortement affectés par la conservation différentielle. Les Carnivores ont eu accès aux carcasses et ont pu modifier plus ou moins fortement certains éléments squelettiques. Il faut également relever la présence accidentelle de quelques pièces lithiques et d'os portant des traces d'activité anthropiques signalant une occupation humaine aux abords de la diaclase. Les datations obtenues à partir des dents de Cheval et de Bison ainsi que celle provenant d'un métatarse de Lion indiquent qu'une partie du remplissage s'est faite aux alentours de 32.000 BP et seraient ainsi contemporain de l'interstade de Denekamp correspondant à la couche VIII de la Baume de Gigny. D'autres sites, localisés non loin d'Oetrange montrent des dates sensiblement équivalentes. C'est notamment le cas d'Altwies où un coxal de Lion a été daté à  $33.658 \pm 915$  cal BP (KIA-4944). Ainsi un peuplement mammalien était bien présent au Luxembourg au cours de cette période interstadaire.

Le tableau XVIII-1 récapitule les différents paramètres significatifs pour chacun des sites étudiés. La diversité spécifique est très élevée dans le site de piégeage naturel. Le gisement de Vergisson II occupe une position intermédiaire entre les couches spécialisées de la Baume de Gigny (couches XXIa et XX) et celles plus diversifiées (XVII-XVIII, XVI et XV). L'utilisation de la cavité comme tanière par les Canidés peut être en partie responsable de cette diversité relative. Aucune réelle différence n'est cependant constatée dans les taux de détermination et les spectres peu diversifiés présentent une plus grande facilité de détermination. Il faut rappeler que le pourcentage de détermination de Vergisson II est biaisé par la non-récolte des fragments diaphysaires. Les annexes 144 et 145 indiquent nettement que la dimension des fragments est plus importante dans le site naturel que dans les couches anthropiques de la Baume de Gigny (comme les couches XX et XIX : annexes 73 à 77), quelle que soit l'espèce et l'élément considéré. Concernant les profils squelettiques, seule la Baume de Gigny se distingue par un apport sur le site des éléments les plus riches en viande et en moelle (haut des membres). Dans le cas d'Oetrange, la présence d'un os est fonction de sa densité. En d'autres termes, la présence d'un os est fonction de sa densité. Les profils de mortalité semblent bien distinguer les sites d'origine naturelle des sites anthropiques. Dans le premier cas, les jeunes et vieux individus dominent tandis que dans le second les adultes sont prépondérants. Ces observations confirment et précisent celles obtenues sur d'autres gisements par d'autres auteurs. L'impact des Carnivores sur l'assemblage d'Oetrange correspond à celui observé dans la couche XVII-XVIII de la Baume de Gigny. L'impact anthropique est en revanche extrêmement faible dans le site naturel (0,8%).

Pour conclure, la richesse spécifique, le taux de détermination et l'impact des Carnivores ne permettent pas d'appréhender clairement l'origine (naturelle ou anthropique) des assemblages. Les profils de mortalité et le degré des impacts anthropiques sont dans cette étude les principaux facteurs discriminants.

	Site naturel	Site à dominante anthropique	
	Oetrange	Gigny	Vergisson II
Richesse taxonomique	Moyenne (1,64)	Variable (0,7 à 2,7)	Elevée (2,47)
Diversité (Simpson)	Elevée (5,16)	Variable (1,94 à 6,97)	Moyenne (3,09)
Taux de détermination	Moyen (12,1 %)	Variable : 8,7 à 20,7% Elevé 40-46% quand spectre spécialisé	Elevé (84,7 %) (biais méthodologique)
Profil squelettique	Entier	Sur-représentation des os longs chamus	Entier
Relation entre % survie et densité	Corrélation significative	Corrélation non significative	Corrélation non significative
Structure d'âge		 couche XIX	
Profil de mortalité	Courbe attritionnelle	Adultes dominants	Adultes dominants
Impact carnivore	Moyen (21,5%)	Variable (0 à 21,2%)	Faible (9,8%)
Impact anthropique	Faible (0,8%)	Variable (5,5 à 33,5%)	Faible (4,4%) biais méthodologique
Industrie lithique associée à la faune	oui	oui	oui

Tab. XVIII-1 : Comparaison de différents paramètres des sites étudiés.

A l'issu de ce travail plusieurs voies exploratoires se dessinent. La première consiste à étendre les études géochimiques des isotopes stables de l'oxygène à d'autres gisements présentant, comme à la Baume de Gigny, une longue séquence stratigraphique. L'application, par exemple, d'une telle étude sur le matériel du site de Combe-Grenal ou Coudoulou I serait particulièrement opportune car nous avons établis entre des couches, en particulier avec la couche XX de la Baume de Gigny ou encore la couche 2 de Vergisson II.

La réattribution biochronologique de la couche XX de la Baume de Gigny ouvre également de nouvelles perspectives dans l'étude des sites francs-comtois tous calés chronologiquement par rapport à la Baume de Gigny. Les études archéozoologiques de ces cavités livrant du matériel lithique associé à des restes fauniques permettraient de mieux connaître les modes de vie des Hommes préhistoriques dans ce contexte d'environnement périglaciaire. Enfin l'étude de sites alpins d'altitudes permettrait aussi de mieux appréhender le comportement et la gestion du territoire dans ces zones particulières, complémentaires ou non, aux occupations des vallées et des plaines.

En conclusion, ce travail démontre l'intérêt et l'importance des études pluridisciplinaires ; il constitue une première étape dans l'analyse des interactions Homme-Climat-Environnement, essentielle pour comprendre la gestion du territoire et des ressources par les Préhistoriques.

# Bibliographie

2010. *Le Petit Larousse*.

## A

- Abe, Y., 2005. Hunting and butchery patterns of the Evenki in Northern Transbaikalia, Russia. Thèse d'université, Stony Brook University.
- Aguilar, J.-P., Escarguel, G., and Michaux, J., 1999. A succession of Miocene rodent assemblages from fissure fillings in southern France: palaeoenvironmental interpretation and comparison with Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **145**, 215-230.
- Alcantara Garcia, V., Barba, R., Barral del Pino, J. M., Crespo Ruiz, A. B., Eiriz Vidal, A. I., Falquina Aparicio, A., Herrero Calleja, S., Ibara Jimenez, A., Megias Gonzalez, M., Perez Gil, M., Perez Tello, V., Rolland Calvo, J., Yravedra Sainz de los Toreros, J., Vidal, A., and Dominguez-Rodrigo, M., 2006. Determinación de procesos de fractura sobre huesos frescos: un sistema de análisis de los ángulos de los planos de fracturación como discriminador de agentes bióticos. *Trabajos de Prehistoria* **63**, 25-38.
- Amiot, R., Lécuyer, C., Buffetaut, E., Fluteau, F., Legendre, S., and Martineau, F., 2004. Latitudinal temperature gradient during the Cretaceous Upper Campanian-Middle Maastrichtian :  $\delta^{18}\text{O}$  record of continental vertebrates. *Earth and Planetary Science Letters* **226**, 255-272.
- Andrews, P., 1990. *Owls, caves and fossils*. University of Chicago Press, Chicago.
- Andrews, P., 1995a. Mammals as palaeoecological indicators. *Acta zool. cracov.* **38**, 59-72.
- Andrews, P., 1995b. Experiments in taphonomy. *Journal of archaeological Science* **22**, 147-153.
- Andrews, P. and Cook, J., 1985. Natural modifications to bones in a temperate setting. *MAN* **20**, 675-691.
- Andrews, P., Lord, J., and Nesbit-Evans, E., 1979. Patterns of ecological diversity in fossil and modern mammalian faunas. *Biological Journal of the Linnean Society* **11**, 177-205.
- Argant, A., 1991. *Carnivores quaternaires de Bourgogne*. Département des Sciences de la Terre - Université Claude-Bernard, Lyon.
- Armand, D. and Delagnes, A., 1998. Les retouchoirs en os d'Artenac (couche 6c) : perspectives archéozoologiques, taphonomiques et expérimentales. In: Brugal, J.-P., Meignen, L., and Patou-Mathis, M. Eds.), *Economie préhistorique : les comportements de subsistance au Paléolithique*. A.P.D.C.A., Sophia Antipolis.
- Artois, M., 1989. *Le Renard roux (Vulpes vulpes Linnaeus, 1758)*. SFEPM, Nort-sur-Erdre.
- Auguste, P., 1994. Actions climatiques et édaphiques. Synthèse générale. In: Patou-Mathis, M. (Ed.), *Taphonomie / Bone modification*. Centre d'Etudes et de Documentation archéologiques, Treignes.
- Auguste, P., 1995. Cadres biostratigraphiques et paléocéologiques du peuplement humain dans la France septentrionale durant le Pléistocène. Apports de l'étude paléontologique des grands mammifères du gisement de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). doctorat, Muséum national d'Histoire naturelle.
- Averbouh, A., 2000. Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithologiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées. Thèse de Doctorat de l'Université - Préhistoire-Ethnologie-Anthropologie, Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne.
- Ayliffe, L. K. and Chivas, A. R., 1990. Oxygen isotope composition of the bone phosphate of Australian kangaroos : potential as a palaeoenvironmental recorder. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 2603-2609.
- Ayliffe, L. K., Lister, A. M., and Chivas, A. R., 1992. The preservation of glacial-interglacial climatic signatures in the oxygen isotypes of elephant skeletal phosphate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **99**, 179-191.

## B

- Bard, E., 2002. Climate shock : abrupt changes over millennial time scales. *Physics Today*, 32-38.
- Barone, R., 1966. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 : ostéologie*. Ecole nationale vétérinaire - Laboratoire Anatomie, Lyon.
- Bartram, L. E., 1993. Perspectives on skeletal part profiles and utility curves from eastern Kalahari ethnoarchaeology. In: Hudson, J. (Ed.), *From bones to behavior. Ethnoarchaeological and experimental contributions to the interpretation of faunal remains*. Center for archaeological Investigations - Southern Illinois University, Carbondale IL (US).
- Bartram, L. E. and 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.
- Baumann, K.-H., Lackschewitz, K. S., Mangerud, J., Spielhagen, R. F., Wolf-Welling, T. C. W., Henrich, R., and Kassens, H., 1995. Reflection of Scandinavia ice sheet fluctuations in Norwegian sea sediments during the past 150,000 years. *Quaternary Research* **43**, 185-197.
- Beaufort de, F., 1987. *Le loup en France : éléments d'écologie historique*. SFEPM, Nort-sur-Erdre.
- Behrensmeyer, A. K., 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* **4**, 150-162.
- Behrensmeyer, A. K., Gordon, K. D., and Yanagi, G. T., 1989. Nonhuman bone modification in Miocene fossils from Pakistan. In: Bonnicksen, R. e. S., M. (Ed.), *Bone modification*. Institut for quaternary studies (university of Maine), Orono.
- Bernard, A., Daux, V., Lécuyer, C., Brugal, J.-P., Genty, D., Wainer, K., Gardien, V., Fourel, F., and Jaubert, J., 2009. Pleistocene seasonal temperature variations recorded in the d18O of *Bison priscus* teeth. *Earth and Planetary Science Letters* **283**, 133-143.
- 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, Paris X.
- Binford, L. R., 1978. *Nunamiut ethnoarchaeology*. Academic Press, New-York.
- Binford, L. R., 1981. *Bones. Ancient men, modern myths*. Academic Press, New-York.
- Binford, L. R., 1984. *Faunal remains from Klasies River Mouth*. Academic Press, New-York.
- Binford, L. R., 1988. Etude taphonomique des restes fauniques de la grotte Vaufrey, couche VIII. In: Rigaud, J.-P. (Ed.), *La grotte Vaufrey. Paléoenvironnement, chronologie et activités humaines*. Société préhistorique française, Paris.
- Binford, L. R. and Bertram, J. B., 1977. Bone frequencies and attritional processes. In: Binford, L. R. (Ed.), *For theory building in archaeology. Essays on faunal remains, aquatic resources, spatial analysis, and systemic modeling*. Academic press, New-York.
- Binford, L. R., Mills, M. G. L., and Stone, N. M., 1988. Hyena scavenging behavior and its implications for the interpretation of faunal assemblages from FLK 22 (the Zinj floor) at Olduvai gorge. *Journal of anthropological archaeology* **7**, 99-135.
- Blackmar, J. M., 2002. Chapitre 15 : La faune moustérienne du site de Solutré-village (cave Denuziller). In: Comber, J. and Montet-White, A. Eds.), *Solutré 1968-1998*. Société préhistorique française, Paris.
- Blackwell, B. and Schwarcz, H. P., 1988. Datation des spéléothems de la grotte Vaufrey par la famille de l'uranium. In: Rigaud, J.-P. (Ed.), *La grotte Vaufrey*. Mémoire de la société préhistorique française-19.
- Blake, R. E., O'Neil, J. R., and Garcia, G. A., 1997. Oxygen isotope systematics of biologically mediated reactions of phosphate. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **61**, 4411-4422.
- Blumenschine, R. J., 1986. Carcass consumption sequences and the archaeological distinction of scavenging and hunting. *Journal of human evolution* **15**, 639-659.
- Blumenschine, R. J., 1988. An experimental model of the timing of hominid and carnivore influence on archaeological bone assemblages. *Journal of Archaeological Science* **15**, 483-502.
- Blumenschine, R. J. and Madrigal, T. C., 1993. Variability in long bone marrow yields of East African ungulates and its zooarchaeological implications. *Journal of archaeological Science* **20**, 555-587.



- Blumenschine, R. J. and Selvaggio, M. M., 1988. Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behaviour. *Nature* **333**, 763-765.
- Bocherens, H., Fizet, M., and 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.
- Bond, G., Broecker, W. R., Johnsen, S. J., McManus, J., Labeyrie, L., Jouzel, J., and Bonani, G., 1993. Correlations between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature* **365**, 143-147.
- Bond, G., Heinrich, H., Broecker, W. R., Labeyrie, L., McManus, J., Andrews, J., Huon, S., Jantschik, R., Clasen, S., Simet, C., Tedesco, K., Klas, M., Bonani, G., and Ivy, S., 1992. Evidence for massive discharges of icebergs into the North Atlantic ocean during the last glacial period. *Nature* **360**, 245-249.
- Boucher de Perthes, J., 1849. *Antiquités celtiques et antédiluviennes*. Jean Michel Place, Paris.
- Bouchud, J., 1966. *Essai sur le renne et la climatologie du Paléolithique moyen et supérieur*. Imprimerie Magne, Périgueux.
- Bouchud, J., 1977. Etude de la conservation différentielle des os et des dents. In: Laville, H. and Renault-Miskovsky, J. Eds.), *Approche écologique de l'Homme fossile*. Association française pour l'Etude du Quaternaire, Paris.
- Bowen, G. J. and Wilkinson, B., 2002. Spatial distribution of  $d^{18}O$  in meteoric precipitation. *Geology* **30**, 315-318.
- Brain, C. K., 1967. Bone weathering and the problem of bone pseudo-tools. *South african journal of Science* **63**, 97-99.
- Brain, C. K., 1981. *The Hunters or the hunted ? An introduction to African cave taphonomy*. University Press, Chicago.
- Brenninkmeijer, C. A. M., Kraft, P., and Mook, W. G., 1983. Oxygen isotope fractionation between  $CO_2$  and  $H_2O$ . *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)* **1**, 181-190.
- Bridault, A., 1993. Les économies de chasse épipaléolithiques et mésolithiques dans le Nord et l'Est de la France, Paris X.
- Bridault, A., 1994. La fragmentation osseuse : modèle d'analyse pour les séries mésolithiques. In: Patou-Mathis, M. (Ed.), *Taphonomie / Bone modification*. Centre d'Etudes et de Documentation archéologiques, Treignes (BL).
- Bridault, A., 1997. Broadening and diversification of hunted resources, from the Late Palaeolithic to the Late Mesolithic, in the North and East of France and the bordering areas. *Anthropozoologica* **25-26**, 295-308.
- Briot, J.-P. and Voilquin, D., 1986. Contribution à l'étude comparative de l'usure dentaire en fonction du biotope chez *Cervus elaphus* (cerf noble). doctorat, Nancy I.
- Broecker, W. R., Bond, G., Klas, M., Clark, E., and McManus, J., 1992. Origin of the northern Atlantic's Heinrich events. *Climate Dynamics* **6**, 265-273.
- Brugal, J.-P., 1983. Application des analyses multidimensionnelles à l'étude du squelette des membres des grands Bovidés pléistocènes (Grottes de Lunel-Viel, Hérault). Perspectives évolutives. Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Université Aix-Marseille II.
- Brugal, J.-P., 2001. Les assemblages fauniques : paléoenvironnement, taphonomie et archéozoologie. In: Jaubert, J., Ed. (Ed.), *Un site moustérien de type Quina dans la vallée du Célé : Pailhès à Espagnac-Sainte-Eulalie (Lot)*. CNRS Editions, Paris.
- Brugal, J.-P. and David, F., 1993. Usure dentaire, courbe de mortalité et "saisonnalité" : les gisements du Paléolithique moyen à grands bovidés. In: Desse, J. and Audoin-Rouzeau, F. Eds.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*. APDCA, Juan-les-Pins.
- Brugal, J.-P. and David, F., 1993. Usure dentaire, courbe de mortalité et "saisonnalité" : les gisements du Paléolithique moyen à grands bovidés. In: Desse, J. and Audoin-Rouzeau, F. Eds.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*. APDCA, Juan-les-Pins.
- Brugal, J.-P., David, F., and Farizy, C., 1994. Quantification d'un assemblage osseux : paramètres et tableaux. In: Patou-Mathis, M. (Ed.), *Taphonomie. Bone modification*. Centre d'études et de documentation archéologiques, Treignes (Belgique).
- Bryant, J. D. and Froelich, P. N., 1995. A model of oxygen isotope fractionation in body water of large mammals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **59**, 4523-4537.

- Bryant, J. D., Luz, B., and Froelich, P. N., 1994. Oxygen isotopic composition of fossil horse tooth phosphate as a record of continental paleoclimate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **107**, 303-316.
- Bunn, 1982. Animal bones and archaeological inference. *Science* **215**, 494-495.
- Bunn, H. T., 1983. Comparative analysis of modern bone assemblages from a San hunter-gatherer camp in the Kalahari desert, Botswana, and from a spotted hyena den near Nairobi, Kenya. In: Clutton-Brock, J. and Grigson, C. Eds.), *Animals and archaeology : 1- Hunters and their prey*. BAR international series 163, Oxford.
- Bunn, H. T., 1989. Diagnosing Plio-Pleistocene hominid activity with bone fracture evidence. In: Bonnicksen, R. and Sorg, M. H. Eds.), *Bone modification*. center for the study of first americans, University of Maine, Orono.
- Bunn, H. T., Bartram, L. E., and Kroll, E. E., 1988. Variability in bone assemblage formation from Hadza hunting, scavenging, and carcass processing. *Journal of anthropological archaeology* **7**, 412-457.
- Bunn, H. T. and Kroll, E. M., 1986. Systematic butchery by Plio/Pleistocene at Olduvai gorge, Tanzania. *Current anthropology* **27**, 431-442.
- Bunn, H. T. and Kroll, E. M., 1988. Reply to Binford. *Current Anthropology* **29**, 135-149.
- Buoncristiani, J.-F. and Campy, M., 2004. The palaeogeography of the last two glacial episodes in France: the Alps and Jura. In: Ehlers, J. and Gibbard, P. L. Eds.), *Quaternary Glaciations - Extent and Chronology (Developments in Quaternary Science Series), Part I: Europe*. Elsevier, Amsterdam.
- Buoncristiani, J.-F., Campy, M., and Pugin, A., 2002. Modalité de la dernière extension glaciaire maximale dans le Jura et proposition de corrélation avec l'enregistrement isotopique du Groenland. In: Richard, A. and Vignot, A. Eds.) *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'Ouest*. Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon.

<b>C</b>
----------

- Campmas, E. and Beauval, C., 2008. Consommation osseuse des carnivores : résultats de l'étude de l'exploitation de carcasses de boeufs (*Bos taurus*) par des loups captifs. *Annales de Paléontologie* **94**, 167-186.
- Campy, M., 1989. Etude sédimentologique du remplissage. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Campy, M. and Chaline, J., 1993. Missing records and depositional breaks in french late pleistocene sediments. *Quaternary Research* **40**, 318-331.
- Campy, M., Chaline, J., Heim, J., Mourer-Chauviré, C., and Vuilleme, M., 1989. La séquence chrono-climatique de Gigny, *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M., 1989. *La Baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Campy, M. and Vuilleme, M., 1989a. Situation, cadre géologique et historiques des fouilles. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Campy, M. and Vuilleme, M., 1989b. Le contexte lithostratigraphique : le stratigraphie des dépôts. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Capaldo, S. D., 1997. Experimental determinations of carcass processing by Plio/Pleistocene hominids and carnivores at FLK 22 (*Zinjanthropus*), Olduvai gorge, Tanzania. *Journal of human evolution* **33**, 555-597.
- Capaldo, S. D. and Blumenshine, R. J., 1994. A quantitative diagnosis of notches made by hammerstone percussion and carnivore gnawing on bovid long bones. *American Antiquity* **59**, 724-747.
- Carbone, C. and Gittleman, J., 2002. A Common Rule for the Scaling of Carnivore Density. *Science* **295**, 2273-2275.
- Casteel, R. W. and Grayson, D. K., 1977. Terminological problems in quantitative faunal analysis. *World archaeology* **9**, 235-242.

- Castel, J.-C., 1999a. Comportements de subsistance au Solutrén et au Badegoulien d'après les faunes de Combe-Saunière (Dordogne) et du Cuzoul de Vers (Lot). doctorat, Bordeaux I.
- Castel, J.-C., 1999b. Le rôle des petits carnivores dans la constitution et l'évolution des ensembles archéologiques du Paléolithique supérieur. L'exemple du Solutrén de Combe Saunière, Dordogne, France. *Anthropozoologica* **29**, 33-54.
- Castel, J.-C., 2004a. Fragments, os et squelettes : l'intérêt des décomptes dans l'approche taphonomique des ensembles fauniques. *Les Nouvelles de l'Archéologie* **95**, 10-12.
- Castel, J.-C., 2004b. L'influence des canidés sur la formation des ensembles archéologiques. Caractérisation des destructions dues au loup. *Revue de Paléobiologie* **23**, 675-693.
- Chagneau, J., 1989. Les Ursidés. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Chagneau, J., Delpech, F., Guadelli, J.-L., Martini-Jacquín, A., and Prat, F., 1989. Les données paléontologiques : les carnivores, ongulés et lagomorphes. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Chaline, J., 1972a. *Middle and late Pleistocene rodent in France*, Paris.
- Chaline, J., 1972b. *Les Rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France: systématique, biostratigraphie, paléoclimatologie*. Editions du CNRS, Paris.
- Chaline, J. and Brochet, G., 1989. Les rongeurs, leurs significations paléoécologiques et paléoclimatiques. In: Campy, M. (Ed.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Chaline, J., Brunet-Lecomte, P., and Campy, M., 1995. The last glacial/interglacial record of rodent remains from the Gigny karst sequence in the French Jura used for palaeoclimatic and palaeoecological reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **117**, 229-252.
- Chaline, J. and Hennig, G., 1989. Les données géochronologiques : datation du spéléthème de Gigny par les méthodes Uranium/Thorium et résonance paramagnétique électronique. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La Baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Chaplin, R. E., 1971. *The study of animal bones from archaeological sites*. Seminar Press, London / New York.
- Chaput, F., 1998. La Faune moustérienne de Vergisson II (Saône-et-Loire), Université de Neuchâtel & Universität Tübingen.
- Chaput, F., 2001. La faune des grands mammifères du site Paléolithique moyen de Vergisson II. (Saône-et-Loire, France). *Archeo-Inter-Publica* **4**, 19-44.
- Chase, P., 1990. Tool-making tools and Middle Paleolithic behavior. *Current Anthropology* vol. **31**, 443-447.
- 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: Brugal, J.-P., David, F., Enloe, J. G., and Jaubert, J. Eds.), *Le Bison : gibier et moyen de subsistance des hommes du Paléolithique aux Paléindiens des Grandes Plaines*. Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances archéologiques, Antibes.
- Cheddadi, R., Mamakowa, K., Guiot, J., De Beaulieu, J.-L., Reille, M., Andrieu, V., Granoszewski, W., and Peyron, O., 1998. Was the climate of the Eemian stable? A quantitative climate reconstruction from seven European pollen records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **143**, 73-85.
- Church, R. R. and Lyman, R. L., 2003. Small fragments make small differences in efficiency when rendering grease from fractured artiodactyl bones by boiling. *Journal of archaeological science* **30**, 1077-1084.
- Cochard, D., 2004. Les léporidés dans la subsistance paléolithique du Sud de la France. thèse de doctorat, Bordeaux I.
- Combier, J., 2001. Le gisement paléolithique moyen de Vergisson II (France, Saône-et-Loire). *Archeo-Inter-Publica* **1**, 1-18.
- Combier, J. and Merle, C., 1999. Le site d'Azé 2, dépôt de pente moustérien. *Institut de Recherche du Val de Saône Mâconnais*.
- Coope, R. G., 2002. Changes in the Thermal Climate in Northwestern Europe during Marine Oxygen Isotope Stage 3, Estimated from Fossil Insect assemblages. *Quaternary Research* **57**, 401-408.
- Cordy, J.-M., 1988. Apport de la paléozoologie à la paléoécologie et à la chronostratigraphie en Europe du nord-occidental *L'homme de Neanderthal*. Erault, Liège.

- Cormie, A. B., Schwarcz, H. P., and Gray, J., 1994. Determination of the hydrogen isotopic composition of bone collagen and correction for hydrogen exchange. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **58**, 365-375.
- Costamagno, S., 1999. Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le Sud de la France. Doctorat, Bordeaux I.
- Costamagno, S., Théry-Parisot, I., Brugal, J.-P., and Guilbert, R., 2005. Taphonomic consequences of the use of bones as fuel. Experimental data and archaeological applications. In: O'Connor, T. (Ed.), *Biosphere to lithosphere. New studies in vertebrate taphonomy*. Oxbow books, Oxford.
- Costamagno, S., Théry-Parisot, I., Castel, J.-C., and Brugal, J.-P., 2009. Combustible ou non ? Analyse multifactorielle et modèles explicatifs sur des ossements brûlés paléolithiques. In: Théry-Parisot, I., Costamagno, S., and Henry, A. Eds.), *Gestion des combustibles et statuts des sites au Paléolithique et au Mésolithique*. BAR International Series 1914, Oxford.
- Coudenneau, A., 2005. Analyse fonctionnelle des pièces à coup de tranchet latéral au Paléolithique moyen : les exemples de l'Abri du Musée (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne) et de la Baume de Gigny (Gigny, Jura). Master 2 d'Archéologie, Université de Provence.
- Coumont, M.-P., 2006. Taphonomie préhistorique : mammifères fossiles en contexte naturel, les avens-pièges, apport pour l'étude des archéofaunes. doctorat, Aix-Marseille I.
- Craig, H., 1961. Isotopic variations in meteoric waters. *Science* **133**, 1702-1703.
- Crowson, R. A., Showers, W. J., Wright, E. K., and Hoering, T. C., 1991. A method for preparation of phosphate samples for oxygen isotopes analysis. *Analytical Chemistry* **63**, 2397-2400.
- Cruz-Urbe, K., 1988. The use and meaning of species diversity and richness in archaeological faunas. *Journal of archeological science* **15**, 179-196.
- Cruz-Urbe, K., 1991. Distinguishing hyena from hominid bone accumulations. *Journal of field archaeology* **18**, 467-486.
- Cutler, A. H., Behrensmeyer, A. K., and Chapman, R. E., 1999. Environmental information in a recent bone assemblage : roles of taphonomic processes and ecological change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **149**, 359-372.

## D

- D'Angela, D. and Longinelli, A., 1990. Oxygen isotopes in living mammal's bone phosphate : further results. *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)* **86**, 75-82.
- Dansgaard, W., 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus* **16**, 436-468.
- Dansgaard, W., Johnsen, S. J., Clausen, H. B., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N. S., Hammer, C. U., Hvidberg, C. S., Steffensen, J. P., Sveinbjörnsdottir, S. E., Jouzel, J., and Bond, G., 1993. Evidence of general instability of past climate from a 250 kyr ice core record. *Nature* **364**, 218-220.
- Dansgaard, W., Johnsen, S. J., Clausen, H. B., and Langway, C. C., 1971. Climatic record revealed by the Camp Century ice core. In: Turekian, K. K. (Ed.), *The Cenozoic glacial ages*. Yale University Press, Yale.
- Daujeard, C., 2008. Exploitation du milieu animal par les Néanderthaliens dans le Sud-est de la France. doctorat, Université Lumière - Lyon 2.
- David, F. and Enloe, J.-G., 1993. L'exploitation des animaux sauvages de la fin du Paléolithique moyen au Magdalénien. In: Desse, J. and Audouin-Rouzeau, F. Eds.) *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps. XIII<sup>ème</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Editions A.P.D.C.A., Antibes.
- David, F. and Farizy, C., 1994. Les vestiges osseux: étude archéozoologique. In: Farizy, C., David, F., and Jaubert, J. Eds.), *Hommes et Bisons du paléolithique moyen à Mauran (Haute-Garonne)*. CNRS, Paris.
- Dawson, T. E. and Ehleringer, J. R., 1991. Streamside trees that do not use stream water. *Nature* **350**, 335-337.
- De Beaulieu, J.-L. and Reille, M., 1984. A long upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas* **13**, 111-132.

- De Beaulieu, J.-L. and Reille, M., 1989. The transition from temperate phases to stadials in the long upper Pleistocene sequence from les Echets (France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **72**, 147-159.
- De Beaulieu, J.-L. and Reille, M., 1992. The Last Climatic Cycle at La Grande Pile, (Vosges, France). A new pollen profile. *Quaternary Science Reviews* **11**, 431-438.
- De Lumley, H., 1965. Evolution des climats quaternaires d'après le remplissage des grottes de Provence et du Languedoc méditerranéen. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire* **2**, 165-170.
- De Marchi, M.-P., 2003. Contribution des carnivores à la connaissance des paléoenvironnements quaternaires. Application à la communauté carnivore de la Caverna delle Fate (Ligurie occidentale, Italie). *Quaternaire* **14**, 155-161.
- De Niro, M. and Epstein, S., 1979. Relationship between the oxygen isotope ratios of terrestrial plant cellulose, carbon dioxide, and water. *Science* **204**, 51-53.
- Debard, E., 1988. *Le Quaternaire du Bas-Vivarais d'après l'étude des remplissages d'ovens, de porches de grottes et d'abris sous roche : dynamique sédimentaire, paléoclimatologie et chronologie*. Université Claude Bernard - Lyon I, Lyon.
- Delaygues, G., Albarède, F., and Thomas, P., 2001. Isotopes de l'oxygène, paléotempératures et volume des glaces., Lyon.
- Delgado-Huertas, A., lacumin, P., Stenni, B., Sanchez-Chillon, B., and Longinelli, A., 1995. Oxygen isotope variations of phosphate in mammalian bone and tooth enamel. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **59**, 4299-4305.
- Delpech, F., 1973. Signification paléoclimatique des associations d'herbivores reconnues dans un gisement archéologique. *Bulletin de la société préhistorique française* **70**, 187-189.
- Delpech, F., 1983. *Les Faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France*. Centre national de la Recherche scientifique, Paris.
- Delpech, F., 1988. Les grands Mammifères de la grotte Vaufray, à l'exception des Ursidés. In: Rigaud, J.-P. (Ed.), *La grotte Vaufray*. Mémoire de la société préhistorique française-19.
- Delpech, F., 1996. L'environnement animal des Moustériens Quina du Périgord. *Paléo* **8**, 31-46.
- Delpech, F., Donard, E., Gilbert, A., Guadelli, J.-L., Le Gall, O., Martini-Jacquín, A., Paquereau, M.-M., Prat, F., and Tournepiche, J.-F., 1983. Contribution à la lecture des paléoclimats quaternaires d'après les données de la paléontologie en milieu continental. Quelques exemples de flores et de faunes d'Ongulés pris dans le Pléistocène supérieur d'Aquitaine. *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine* **34**, 165-177.
- Delpech, F. and Grayson, D. K., 2007. Chasse et subsistance aux temps de Néandertal. In: Vandermeersch, B. and Maureille, B. Eds.), *Les Néandertaliens. Biologie et cultures*. CTHS, Paris.
- Delpech, F. and Prat, F., 1989. Les Cervidés. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Delpech, F. and Rigaud, J.-P., 1974. Etude de la fragmentation et de la répartition des restes osseux dans un niveau d'habitat paléolithique. In: Camps-Fabrer, H. (Ed.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire, Abbaye de Sénanque, avril 1974*. Université, Aix-en-Provence.
- D'Errico, F. and Sánchez-Goñi, M.-F., 2003. Neandertal extinction and the millennial scale climatic variability of OIS 3. *Quaternary Science Reviews* **22**, 769-788.
- D'Errico, F. and 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. and 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.
- Desse, G. and Desse, J., 1989. Les Poissons. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Djindjian, F., 2005. La grotte Bocard à Créancey (Côte-d'Or). *Biopréhistoire* **2**, 17-20.
- Dominguez-Rodrigo, M., 2002. Hunting and scavenging by early humans : the state of the debate. *Journal of world prehistory* **16**, 1-54.
- Dongmann, G., Nürnberg, H., Förstel, H., and Wagener, K., 1974. On the enrichment of H<sub>2</sub><sup>18</sup>O in the leaves of transpiring plants. *Rad. Environ. Biophys.* **11**, 41-52.

- Ducos, P., 1988. *Archéozoologie quantitative : les valeurs numériques immédiates à Catal Hüyük*. CNRS, Paris.
- Duplessy, J.-C., 2005. Les accidents climatiques brutaux et localisés et leurs conséquences. *Comptes Rendus Geosciences* **337**, 881-887.

## E

- Efremov, I. A., 1940. Taphonomy : a new branch of paleontology. *Pan-American Geologist* **74**, 81-93.
- Eisenmann, V., 1980. *Les chevaux (Equus sensu lato) fossiles et actuels : crânes et dents jugales supérieures*. CNRS, Paris.
- Elliot, M., Labeyrie, L., Bond, G., Cortijo, E., Turon, J.-L., Tisnerat, N., and Duplessy, J.-C., 1998. Millennial-scale iceberg discharges in the Irminger Basin during the last glacial period: relationship with the Heinrich events and environmental settings. *Paleoceanography* **13**, 433-446.
- Elliot, M., Labeyrie, L., and Duplessy, J.-C., 2002. Changes in North Atlantic deep-water formation associated with the Dansgaard-Oeschger temperature oscillations (60–10 ka). *Quaternary Science Reviews* **21**, 1153-1165.
- Emerson, A. M., 1993. The role of body part utility in small-scale hunting under two strategies of carcass recovery. In: Hudson, J. (Ed.), *From bones to behavior*. Center for archaeological Investigations - Southern Illinois University, Carbondale.
- Epstein, S. and Mayeda, T., 1953. Variation of <sup>18</sup>O content of waters from natural sources. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **4**, 213-224.
- Epstein, S., Thompson, P., and Yapp, C. J., 1977. Oxygen and hydrogen isotopic ratios in plant cellulose. *Science* **198**, 1209-1215.
- Evin, J., 1989. Les datations radiocarbones. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuillemeys, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.

## F

- Fabre, M., 2009. Etude des restes osseux du site de La Mère Grand (Rully, Saône & Loire). In: Slimak, L. (Ed.), *Projet collectif de recherche interrégional "Diversité biologique, diversité culturelle entre le 45e et le 35e millénaire BP : problématique, contexte"*. Bilan scientifique. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur 2008, Aix-en-Provence.
- Fabre, M., Lécuyer, C., Brugal, J.-P., Amiot, R., Fourel, F., and Martineau, F., 2011. Late Pleistocene climatic change in the French Jura (Gigny) recorded in the  $\delta^{18}\text{O}$  of phosphate from ungulate tooth enamel. *Quaternary Research* **75**, 605-613.
- Faith, J. T., 2007. Sources of variation in carnivore tooth-mark frequencies in a modern spotted hyena (*Crocuta crocuta*) den assemblage, Amboseli park, Kenya. *Journal of Archaeological Science* **34**, 1601-1609.
- Faith, J. T. and Gordon, A. D., 2007. Skeletal element abundances in archaeofaunal assemblages : economic utility, sample size, and assessment of carcass transport strategies. *Journal of Archaeological Science* **34**, 872-882.
- Fauquette, S., Guiot, J., Menut, M., De Beaulieu, J.-L., Reille, M., and Guenet, P., 1999. Vegetation and climate since the last interglacial in the Vienne area (France). *Glob. Planet. Change* **20**, 1-17.
- Fernandez, P., 2001. Etude paléontologique et archéozoologique des niveaux d'occupations moustériens au Bau de l'Aubesier (Monnieux, Vaucluse) : implications biochronologiques et paléolithologiques. thèse de doctorat, université Claude Bernard-Lyon I.
- Fernandez, P., 2009. De l'estimation de l'âge individuel dentaire au modèle descriptif des structures d'âges des cohortes fossiles : l'exemple des *Equidae* et du *time-specific model* en contextes paléobiologiques pléistocènes. *Bulletin de la Société préhistorique française* **106**, 5-14.

- Fernandez, P. and Legendre, S., 2003. Mortality curves for horses from the middle paleolithic site of Bau de l'Aubesier (Vaucluse, France) : methodological, paleo-ethnological, and paleo-ecological approaches. *Journal of archaeological Science* **30**, 1577-1598.
- Ferrant, V., Friant, M., and Thill, N., 1942. La faune pléistocène d'Oetrange (G.D. de Luxembourg). *Revue Anthropologie*.
- Ferrant, V. and Thill, N., 1938. Industrie de la station préhistorique d'Oetrange (G.D. de Luxembourg). *Bulletin Société Naturalistes*.
- Finlayson, C., 2004. *Neanderthals and Modern Humans : an ecological perspective*, Cambridge.
- Fiorillo, A. R., 1989. An experimental study of trampling : implications for the fossil record. In: Bonnichsen, R. e. S., M. (Ed.), *Bone modification*. Institut for quaternary studies (university of Maine), Orono.
- Firsching, F. H., 1961. Precipitation of silver phosphate from homogeneous solution. *Analytical Chemistry* **33**, 873-874.
- Fisher, J. W. J., 1995. Bone surface modifications in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* **2**, 7-68.
- Fosse, P., 1994. Taphonomie paléolithique : les grands mammifères de Soleilhac (Haute-Loire) et de Lunel-Viel 1 (Hérault). Doctorat, Univ. Provence Aix-Marseille I - LAPMO - LGQ.
- Fosse, P., 1996. La grotte n° 1 de Lunel-Viel (Hérault, France) : repaire d'hyènes du Pléistocène moyen. Etude taphonomique du matériel osseux. *Paléo* **8**, 47-79.
- Fosse, P., Morel, P., and Brugal, J.-P., 2002. Taphonomie et éthologie des Ursidés pléistocènes. In: Tillet, T. and Binford, L. R. Eds.), *L'ours et l'homme : actes du colloque d'Auberives-en-Royans 1997*. Service de Préhistoire, Liège.
- Foucault, A. and Raoult, J.-F., 2000. *Dictionnaire de Géologie*. Masson, Paris.
- Fricke, H. C. and O'Neil, J. R., 1996. Inter- and intra-tooth variation in the oxygen isotope composition of mammalian tooth enamel phosphate: implication for paleoclimatological and paleobiological research. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **126**, 91-99.

## G

- Gadbury, C., Todd, L. C., Jahren, A. H., and Amundson, R. G., 2000. Spatial and temporal variations in the isotopic composition of bison tooth enamel from the Early Holocene Hudson–Meng Bone Bed, Nebraska. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **157**, 79-93.
- Gamble, C., Davies, W., Pettitt, P., and Richards, M., 2004. Climate change and evolving human diversity in Europe during the last glacial. *Philosophical transactions of the royal society london B* **359**, 243-254.
- Gat, J.-R., 1980. The isotopes of hydrogen and oxygen in precipitation, *Handbook of environmental isotope geochemistry*. Fritz & Fontes.
- Gaudzinski, S., 1995. Wallertheim Revisited: a Re-analysis of the Fauna from the Middle Palaeolithic Site of 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: Brugal, J.-P., David, F., Enloe, J. G., and Jaubert, J. Eds.), *Le Bison : gibier et moyen de subsistance des hommes du Paléolithique aux Paléindiens des Grandes Plaines*. Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances archéologiques, Antibes.
- Gaudzinski, S. and Roebroeks, W., 2000. Adults only. Reindeer hunting at the Middle paleolithic site Salzgitter Lebenstedt, northern Germany. *Journal of human evolution* **38**, 497-521.
- Gauthier, H., 1954. Antiquité préhistorique. *Gallia* **XII**, 114-116.
- Gerbe, M., 2004. Etude taphonomique d'ossements brûlés. Diplôme d'Etudes Approfondies Préhistoire, Université de Provence.
- Germonpré, M., 2004. Two cave bear assemblages from Goyet (Chamber A, horizon 1 and 3), Belgium. In: Brugal, J.-P. and Fosse, P. Eds.), *Hommes et carnivores au Paléolithique : hommage à Philippe Morel = Humans and carnivores in Palaeolithic times in honour to Philippe Morel*. Muséum d'histoire naturelle, Genève.

- Gifford, D. P., 1981. Taphonomy and paleoecology: a critical review of archaeology's sister disciplines. In: Schiffer, M.-B. (Ed.), *Advances in archaeological method and theory*. Academic Press.
- Gifford-Gonzalez, D., 1989. Ethnographic analogues for interpreting modified bones : some case from East Africa. In: Bonnichsen, R. e. S., M. (Ed.), *Bone modification*. Institut for quaternary studies (university of Maine), Orono.
- Gifford-Gonzalez, D., 1991. Examining and Refining the Quadratic Crown Height Method of Age Estimation. In: Stiner, M. C. (Ed.), *Human predator and prey mortality*. Westview, Boulder (E.U.).
- Gifford-Gonzalez, D., 1993. Gaps in the zooarchaeological analyses of butchery : is gender an issue ? In: Hudson, J. (Ed.), *From bones to behavior*. Center for archaeological Investigations - Southern Illinois University, Carbondale IL (US).
- Gommery, D. and Pautrat, J.-Y., 2005. Genay, le plus vieux bourguignon (Vallée de l'Armançon, Côte-d'Or). *Biopréhistoire* **2**, 9-11.
- Gonfiantini, R., Gratziu, S., and Tongiogi, E., 1965. Oxygen isotope composition of water in leaves, *Use of isotopes and radiation in soil-plant nutrition studies*. IAEA.
- Grayson, D. K., 1973. On the methodology of faunal analysis. *American Antiquity* **38**, 432-439.
- Grayson, D. K., 1984. *Quantitative zooarchaeology : topics in the analysis of archaeological faunas*. Academic Press, Orlando.
- Grayson, D. K. and Delpech, F., 1994. The evidence for Middle Palaeolithic scavenging from couche VIII, grotte Vaufray (Dordogne, France). *Journal of archeological science* **21**, 359-375.
- Grayson, D. K. and Delpech, F., 2002. Specialized Early Upper Palaeolithic Hunters in Southwestern France? *Journal of Archaeological Science* **29**, 1439-1449.
- Griggo, C., 1995. Significations paléoenvironnementales des communautés animales pléistocènes reconnues dans l'abri Suard (Charente) et la grotte de Bois-Ragot (Vienne) : essai de quantification de variables climatiques, Bordeaux I.
- Griggo, C., 1996. Etablissement de courbes climatiques quantifiées à partir des communautés animales pléistocènes suivi d'une application aux gisements de l'abri Suard (Charente) et la grotte de Bois-Ragot (Vienne). *Paléo* **8**, 81-97.
- Grootes, P. M., Stuiver, M., White, J. W. C., Johnsen, S. J., and Jouzel, J., 1993. Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature* **366**, 552-554.
- Grousset, F. E., Labeyrie, L., Sinko, J. A., Cremer, M., Bond, G., Duprat, J., Cortijo, E., and Huon, S., 1993. Patterns of Ice-Rafted Detritus in the Glacial North Atlantic (40–55°N). *Paleoceanography* **8**, 175-192.
- Guadelli, J.-L., 1987. Contribution à l'étude des zoocénoses préhistoriques en Aquitaine (Würm ancien et interstade würmien). doctorat, Bordeaux I.
- Guadelli, J.-L., 1989. Les Equidés. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Guadelli, J.-L., 1998. Détermination de l'âge des chevaux fossiles et établissement des classes d'âge. *Paléo* **10**, 87-93.
- Guadelli, J.-L., 2008. La gélifraction des restes fauniques. Expérimentation et transfert au fossile. *Annales de Paléontologie* **94**, 121-165.
- Guadelli, J.-L. and Ozouf, J.-C., 1994. Etudes expérimentales de l'action du gel sur les restes fauniques: premiers résultats. In: Patou-Mathis, M. (Ed.), *Taphonomie / Bone modification*. Centre d'Etudes et de Documentation archéologiques, Treignes (BL).
- Guadelli, J.-L. and Ozouf, J.-C., 2000. L'action du gel sur les restes fauniques. Premiers résultats. In: Bellier, C., Cattelain, P., and Otte, M. Eds.), *La chasse dans la Préhistoire*. Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire, Bruxelles.
- Guérin, C., 1998. Mammifères, datations et paléoenvironnements en préhistoire [Wild mammals and prehistory]. *Quaternaire* **9**, 249-260.
- Guiot, J., de Beaulieu, J.-L., Cheddadi, R., David, F., Ponel, P., and Reille, M., 1993. The climate in Western Europe during the last Glacial/Interglacial cycle derived from pollen and insect remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **103**, 73-93.
- Guiot, J., Pons, A., de Beaulieu, J.-L., and Reille, M., 1989. A 140000 years continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature* **338**, 309-313.
- Guiter, F., Andrieu-Ponel, V., De Beaulieu, J.-L., Cheddadi, R., Calvez, M., Ponel, P., Reille, M., Keller, T., and Goeury, C., 2003. The last climatic cycles in Western Europe: a comparison between long



continuous lacustrine sequences from France and other terrestrial records. *Quaternary international* **111**, 59-74.

## H

- Hainard, R., 1971. *Mammifères sauvages d'Europe. II : Pinnipèdes, Ongulés, Rongeurs, Cétacés*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.
- Hainard, R. and Perrot, J.-L., 1971. *Mammifères sauvages d'Europe. I : Insectivores, Chéiroptères, Carnivores*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.
- Haynes, G., 1983. A guide for differentiating mammalian carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones. *Paleobiology* **9**, 164-172.
- Haynes, G., 1988. Mass death and serial predation : comparative taphonomic studies of modern large mammal death sites. *Journal of archeological science* **15**, 219-235.
- Haynes, G., 1991. *Mammoths, mastodons and elephants : biology, behavior, and the fossil record*. Cambridge University Press, Cambridge / New York.
- Heim, J., 1989. Analyse pollinique. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuillemeys, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Heinrich, H., 1988. Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130000 years. *Quaternary Research* **29**, 143-152.
- Helliker, B. R. and Ehleringer, J. R., 2002. Grass blades as tree rings: environmentally induced changes in the oxygen isotope ratio of cellulose along the length of grass blades. *New phytologist* **155**, 417-424.
- Hemming, S. R., 2004. Heinrich events : massive late Pleistocene detritus layers of the north Atlantic and their global climate imprint. *Review of Geophysics* **42**, 1-43.
- Heuertz, M., 1969. *Documents préhistoriques du territoire luxembourgeois, le milieu naturel, l'homme et son œuvre, fascicule 1* Publication du Musée d'Histoire Naturelle et de la Société des Naturalistes luxembourgeois, Luxembourg.
- Higgins, P. and MacFadden, B. J., 2004. "Amount Effect" recorded in oxygen isotopes of Late Glacial horse (Equus) and bison (Bison) teeth from the Sonoran and Chihuahuan deserts, southwestern United States. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **206**, 337-353.
- Hill, A., 1989. Bone modification by modern spotted hyenas. In: Bonnichsen, R. e. S., M. (Ed.), *Bone modification*. Institut for quaternary studies (university of Maine), Orono.
- Hillson, S., 1986. *Teeth*. Univ. of Cambridge.
- Hoppe, K. A., Stover, S. M., Pascoe, J. R., and Amundson, R., 2004. Tooth enamel biomineralization in extant horses : implications for isotopic microsampling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **206**, 355-365.
- Hufthammer, A. K., 1995. Age determination of Reindeer (*Rangifer tarandus* L.). *Archaeozoologia* **VII/2**, 33-42.
- Huijzer, B. and Vanderberghe, J., 1998. Climatic reconstruction of the Weichselian Pleniglacial in northwestern and central Europe†. *Journal of Quaternary Science* **13**, 391-417.

## I

- Iacumin, P. and Longinelli, A., 2002. Relationship between  $d^{18}O$  values for skeletal apatite from reindeer and foxes and yearly mean  $d^{18}O$  values of environmental water. *Earth and Planetary Science Letters* **201**, 213-219.
- IAEA/WMO, 2001. Global Network of Isotopes in Precipitation.

## J

- Jamnot, D., 1989. Les insectivores. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Jaouen, K., 2007. Reconstitution de l'évolution de climat récent (-100 000 ans à nos jours) dans la vallée du Rhône à partir de l'étude du site de Soyons., Université Claude Bernard Lyon I.
- Jaubert, J., 2001. *Un site moustérien de type Quina dans la vallée du Célé : Pailhès à Espagnac-Sainte-Eulalie (Lot)*. CNRS, Paris.
- Jaubert, J., 2010. Les archéoséquences du paléolithique moyen en Poitou-Charentes. In: Buisson-Catil, J. and Primault, J. Eds.), *Préhistoire entre Vienne et Charente: Hommes et sociétés du Paléolithique*. Association des Publications Chauvinoises, Chauvigny.
- Jaubert, J. and Brugal, J.-P., 1990. Contribution à l'étude du mode de vie au Paléolithique moyen : les chasseurs d'Aurochs de La Borde. In: Jaubert, J., Lorblanchet, M., Laville, H., Slott-Moller, R., Turq, A., and Brugal, J.-P. Eds.), *Les chasseurs d'Aurochs de la Borde*. La maison des sciences de l'Homme, Paris.
- Jaubert, J., Kervazo, B., Bahain, J.-J., Brugal, J.-P., Chalard, P., Falgueres, C., Jarry, M., Lemorini, C., Louchart, A., Maksud, F., Mourre, V., Quinif, Y., and Thiébaud, C., 2005. Coudoulous I (Tour-de-Faure, Lot), site du Pléistocène moyen en Quercy : bilan pluridisciplinaire. In: ??? (Ed.), *Données récente sur les premiers peuplements en Europe*. BAR??, ??
- Jeannet, M., 1970. Le gisement moustérien de Vergisson : Les Tasnières (Saône-et-Loire). *Revue archéologique de l'Est* **3-4**, 343-367.
- Johnson, E., 1985. Current developments in bone technology. In: Schiffer, M.-B. (Ed.), *Advances in archaeological method and theory*. Academic press, New York.
- Jones, K. T., 1983. forager archaeology : the Aché of eastern Paraguay. In: Lemoine, G. M. and MacEachern, A. S. Eds.), *Carnivores, human scavengers and predators : a question of bone technology*. archaeological association, university of Calgary, calgary (Canada).
- Jost-Stauffer, M., Coope, R. G., and Schlüchter, C., 2001. A coleopteran fauna from the middle Würm (Weichselian) of Switzerland and its bearing on palaeobiogeography, palaeoclimate and palaeoecology. *Journal of Quaternary Science* **16**, 257-268.
- Jost-Stauffer, M., Coope, R. G., and Schlüchter, C., 2005. Environmental and climatic reconstructions during Marine Oxygen Isotope Stage 3 from Gossau, Swiss Midlands, based on coleopteran assemblages. *Boreas* **34**, 53-60.
- Jouzel, J., Lorius, C., and Raynaud, D., 2006. Climat et atmosphère au Quaternaire : de nouveaux carottages glaciaires. *Comptes Rendus de Palevol* **5**, 45-55.

## K

- Kissel, C., Laj, C., Labeyrie, L., Dokken, T., Voelker, A., and Blamart, D., 1999. Rapid climatic variations during marine isotopic stage 3: magnetic analysis of sediments from Nordic Seas and North Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters* **171**, 489-502.
- Klein, R. G., 1975. Paleoanthropological implications of the nonarchaeological bone assemblage from Swartklip I, South-Western Cape province, South Africa. *Quaternary research* **5**, 275-288.
- Klein, R. G., 1982. Age (mortality) profiles as a means of distinguishing hunted species from scavenged ones in Stone Age archaeological sites. *Paleobiology* **8**, 151-158.
- Klein, R. G., 1989. Why does skeletal part representation differ between smaller and larger bovinds at Klasies River Mouth and other archaeological sites ? *Journal of archeological science* **6**, 363-381.
- Klein, R. G. and Cruz-Urbe, K., 1984. *The analysis of animal bones from archaeological sites*. the university of Chicago Press, Chicago.
- Klein, R. G., Wolf, C., Freeman, L., and Allwarden, K., 1981. The use of dental crowns for constructing age profiles of red deer and similar species in archaeological sample. *Journal of Archaeological Science* **8**, 1-31.

- Koby, F.-E., 1943. Les soi-disant instruments osseux du paléolithique alpin et le charriage à sec des os d'ours des cavernes. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel* **54**, 59-95.
- Koch, P. L., Hoppe, K. A., and Webb, S. D., 1998. The isotopic ecology of late Pleistocene mammals in North America. Part 1. Florida. *Chemical Geology* **152**, 119-138.
- Kohn, M. J., 1996. Predicting animal  $\delta^{18}O$  : Accounting for diet and physiological adaptation. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **60**, 4811-4829.
- Kohn, M. J., 2004. Comment: Tooth enamel mineralization in ungulates: Implications for recovering a primary isotopic time-series, by B. H. Passey and T. E. Cerling (2002). *Geochimica et Cosmochimica Acta* **68**, 403-405.
- Kohn, M. J. and Cerling, T. E., 2002. Stable isotope compositions of biological apatite, *Phosphates, Geochemical, geobiological and material importance*. Kohn, Rakovan, Hugues, Washington.
- Kohn, M. J., Miselis, J. L., and Fremd, T., 2002. Oxygen isotope evidence for progressive uplift of the Cascade Range, Oregon. *Earth and Planetary Science Letters* **204**, 151-165.
- Kohn, M. J., Schoeninger, M. J., and Valley, J. W., 1996. Herbivore tooth oxygen isotope compositions : effects of diet and physiology. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **60**, 3889-3896.
- Kolodny, Y., Luz, B., and Navon, O., 1983. Oxygen isotope variations in phosphate of biogenic apatites. *Earth and Planetary Science Letters* **64**, 398-404.
- 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.
- Kroopnick, P. and Craig, H., 1972. Atmospheric oxygen : isotopic composition and solubility fractionation. *Science* **175**, 54-55.
- Kukla, G. J., Bender, M. L., De Beaulieu, J.-L., Bond, G., Broecker, W. R., Gavin, J. E., Herbert, T. D., Imbrie, J., Jouzel, J., Keigwin, L. D., Knudsen, K.-L., Merkt, J., Muhs, D. R., and Müller, H., 2002. Last Interglacial Climates. *Quaternary Research* **58**, 2-13.
- Kurten, B., 1976. *The cave bear story*. Columbia University Press, New-York.

## L

- Labeyrie, J., 2006. Paléoclimats et mécanismes climatiques. *Comptes Rendus de Palevol* **5**, 27-34.
- Labeyrie, L., Jouzel, J., Lévi, C., and Cortijo, E., 2004. Changements abrupts dans un monde glaciaire. *Comptes Rendus Geosciences* **336**, 721-732.
- Lam, Y. M., 1992. Variability in the behaviour of spotted hyenas as taphonomic agents. *Journal of archaeological science* **19**, 389-406.
- Lam, Y. M., Chen, X., Marean, C. W., and Frey, C. J., 1998. Bone density and long bone representation in archaeological faunas : comparing results from CT and photon densitometry. *JAS* **25**, 559-570.
- Lam, Y. M., Chen, X., and Pearson, O. M., 1999. Intertaxonomic variability in patterns of bone density and the differential representation of bovid, cervid, and equid elements in the archaeological record. *American antiquity* **64**, 343-362.
- Lam, Y. M., Pearson, O. M., Marean, C. W., and Chen, X., 2003. Bone density studies in zooarchaeology. *Journal of archaeological science* **30**, 1701-1708.
- Langlois, C., Simon, L., and Lécuyer, C., 2003. Box-modeling of bone and tooth phosphate oxygen isotope compositions as a function of environmental and physiological parameters. *Isotopes in Environmental and Health Studies* **39**, 259-272.
- Laroulandie, V., 2000. Taphonomie et archéozoologie des Oiseaux en grotte : applications aux sites Paléolithiques du Bois-Ragot (Vienne), de Combe-Saunière (Dordogne) et de La Vache (Ariège). thèse de doctorat, Bordeaux I.
- Laroulandie, V., Costamagno, S., Cochard, D., Mallye, J.-B., Beauval, C., Castel, J.-C., Ferrié, J.-G., Gourichon, L., and Rendu, W., 2008. Quand désarticuler laisse des traces : le cas de l'hyperextension du coude. *Annales de Paléontologie* **94**, 287-302.
- Le Brun-Ricalens, F. and Valotteau, F., 2005. Patrimoine archéologique et Grès de Luxembourg : un potentiel exceptionnel méconnu. In: Ries, C. and Krippel, Y. Eds.) *Sandstone Landscape in Europe*. Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg.

- Lécuyer, C. and Allemand, P., 1999. Modelling of the oxygen isotope evolution of seawater : implications for the climate interpretation of the  $d^{18}O$  of marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **63**, 351-361.
- Lécuyer, C., Grandjean, P., Barrat, J. A., Nolvak, J., Emig, C., Paris, F., and Robardet, M., 1998.  $d^{18}O$  and REE contents of phosphatic brachiopods : a comparison between modern and lower Paleozoic populations. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **62**, 2429-2436.
- Lécuyer, C., Grandjean, P., O'Neil, J. R., Capetta, H., and Martineau, F., 1993. Thermal excursions in the ocean at the Cretaceous-Tertiary boundary (northern Morocco) :  $d^{18}O$  record of phosphatic fish debris. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **105**, 235-243.
- Lee, R. B. and DeVore, I., 1968. Problems in the Study of Hunters and Gatherers. In: Lee, R. B. and DeVore, I. Eds.), *Man, the Hunter*. Aldine, Chicago.
- Lee-Thorp, J. A. and Van der Merwe, N. J., 1987. Carbon isotope analysis of fossil bone apatite. *S. Afr. J. Sci.* **83**, 712-715.
- Legendre, S., 1986. Analysis of mammalian communities from the Late Eocene and Oligocene of southern France. *Palaeovertebrata* **16**, 191-212.
- Leroi-Gourhan, A. and Brézillon, M., 1972. *Fouilles de Pincevent : essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*. CNRS, Paris.
- Levine, M. A., 1979. *Archaeo-zoological analysis of some Upper Pleistocene horse bone assemblages in Western Europe*, Dissertation submitted for the degree of Ph. D. in the University of Cambridge.
- Levinson, A. A., Luz, B., and Kolodny, Y., 1987. Variations in oxygen isotopic compositions of human teeth and urinary stones. *Applied Geochemistry* **2**, 367-371.
- Lhomme, V., Bemilli, C., Chaussé, C., Coudenneau, A., Nicoud, E., Pagli, M., and Rocca, R., 2007. Le site paléolithique moyen récent du Font des Blanchards à Gron (Yonne) : état des premières recherches et implications. *Bulletin de la Société préhistorique française* **104**, 421-459.
- Lifson, N. and McClintock, R., 1966. Theory of the use of the turnover rate of body water for measuring energy and material balance. *Journal Theoret. Biol.* **12**, 46-74.
- Lister, A. M. and Stuart, A. J., 2008. The impact of climate change on large mammal distribution and extinction: Evidence from the last glacial/interglacial transition. *Comptes Rendus Geosciences* **340**, 615-620.
- Lolliot, S., 2001. Etude paléontologique et taphonomique d'une grotte à ours des cavernes : le Trou du Glaz (Chartreuse, Isère). Diplôme d'Etudes approfondies Préhistoire, Université Aix-Marseille 2 - UMR 6636 ESEP.
- Longinelli, A., 1984. Oxygen isotopes in mammal bone phosphate: a new tool for paleohydrological and paleoclimatological research ? *Geochimica et Cosmochimica Acta* **48**, 385-390.
- Longinelli, A., Iacumin, P., Davanzo, S., and Nikolaev, V., 2003. Modern reindeer and mice : revised phosphate-water isotope equations. *Earth and Planetary Science Letters* **214**, 491-498.
- Lopinot, P. and Fabre, M., 2007. La fin du Moustérien dans l'Est de la France: un premier état des recherches. In: Bélet-Gonda, C., Mazimann, J.-P., Richard, A., and Schiefferdecker, F. Eds.) *Première journées archéologiques frontalières de l'arc jurassien*. Presse Universitaire de Franche-Comté, Delle & Boncourt.
- Lorius, C., Ritz, C., Jouzel, J., Merlivat, L., and Barkov, N. I., 1985. A 150,000 year climatic record from Antarctic ice. *Nature* **316**, 591-596.
- Lumley (de), H., 1969. Etude de l'outillage moustérien de la grotte de Carigüela (Piñar-Grenade). *L'Anthropologie (Paris)* **73**, 165-206.
- Luz, B., Cormie, A. B., and Schwarcz, H. P., 1990. Oxygen isotope variations in phosphate of deer bones. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 1723-1728.
- Luz, B. and Kolodny, Y., 1985. Oxygen variations in phosphate of biogenic apatites. *Earth and Planetary Science Letters* **75**, 29-36.
- Luz, B., Kolodny, Y., and Horowitz, M., 1984. Fractionation of oxygen isotopes between mammalian bone-phosphate and environmental drinking water. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **48**, 1689-1693.
- Lyman, R. L., 1984a. Broken bones, bone expediency tools and bone pseudotools. lessons from the blast zone around mount St. Helens, Washington. *American Antiquity* **49**, 315-333.
- Lyman, R. L., 1985. Bone frequencies, differential transport, and the MGUI. *Journal of archeological science* **12**, 221-236.

- Lyman, R. L., 1987. Archeofaunas and butchery studies : a taphonomic perspective. In: Shiffer, M. B. (Ed.), *Advances in archaeological method and theory*, vol. 12.
- Lyman, R. L., 1992. The effects of structural density on marmot skeletal part representation in archaeological sites. *Journal of archaeological science* **19**, 557-573.
- Lyman, R. L., 1994a. Quantitative units and terminology in zooarchaeology. *American antiquity* **59**, 36-71.
- Lyman, R. L., 1994b. *Vertebrate taphonomy*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Lyman, R. L., 2004. The concept of equifinality in taphonomy. *Journal of Taphonomy* **2**, 15-26.
- Lyman, R. L., 2008. *Quantitative paleozoology*. Cambridge university press, Cambridge.
- Lyman, R. L. and Fox, G. L., 1989. A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of archaeological Science* **16**, 293-317.

## M

- MacFadden, B. J., 2000. Middle Pleistocene Climate Change Recorded in Fossil Mammal Teeth from Tarija, Bolivia, and Upper Limit of the Ensenadan Land-Mammal Age. *Quaternary Research* **54**, 121-131.
- Madrigal, T. C., 2004. The Derivation and Application of White-Tailed Deer Utility Indices and Return Rates. *Journal of Taphonomy* **2**, 185-199.
- Madrigal, T. C. and Zimmermann Holt, J., 2002. White-tailed deer meat and marrow return rates and their application to Eastern Woodlands archaeology. *American antiquity* **67**, 745-759.
- Magniez, P., 2010. Etude paléontologique des artiodactyles de la grotte Tournal (Bize-Minervois, Aude, France). Etude taphonomique, archéozoologique et paléoécologique des grands mammifères dans leur cadre biostratigraphique et paléoenvironnemental., Université de Perpignan via domitia.
- Magny, M., 1995. *Une histoire du climat. Des derniers mammoths au siècle de l'automobile*. Errance, Paris.
- Malerba, G. and Giacobini, G., 2002. Fiches éclats diaphysaires avec marques transversales d'utilisation. In: Patou-Mathis, M., Cattelain, P., and Ramseyer, D. Eds.), *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique. Cahier X : os à impressions et éraillures*. CEDARC, Treignes.
- Marean, C. W., Abe, Y., Nilssen, P. J., and Stone, E. C., 2001. Estimating the minimum number of skeletal elements (MNE) in zooarchaeology : a review and a new image-analysis GIS approach. *American antiquity* **66**, 333-348.
- Marean, C. W. and Assefa, Z., 1999. Zooarchaeological evidence for the faunal exploitation behavior of Neandertals and early modern humans. *Evolutionary Anthropology* **8**, 22-37.
- Marean, C. W. and Spencer, L. M., 1991. Impact of carnivore ravaging on zooarchaeological measures of element abundance. *American antiquity* **56**, 645-658.
- Marean, C. W., Spencer, L. M., Blumenschine, R. J., and Capaldo, S. D., 1992. Captive hyaena bone choice and destruction, the schlepp effect and Olduvai archaeofaunas. *Journal of archaeological science* **19**, 101-121.
- Margalef, R., 1997. Rapports historiques et dynamiques entre diversité et biodiversité. *Géobios* **21**, 107-111.
- Marshall, F. and Pilgram, T., 1991. Meat versus within-bone nutrients : another look at the meaning of body part representation in archaeological sites. *Journal of archaeological science* **18**, 149-163.
- Marshall, L. G., 1989. Bone modification and the "laws of burial". In: Bonnichsen, R. and Sorg, M. Eds.), *Bone modification*. Center for the study of the first americans, Orona, Maine.
- Martini-Jacquin, A., 1989. Les Bovidés. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuilleme, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Meignen, L., 1993. L'Abri des Canalettes : un habitat moustérien sur les grands Causses (Nant, Aveyron). Fouilles 1980-1986 *Monographie du CRA ; 10*. CNRS Editions, Paris.
- Meltzer, D. J., Leonard, R. D., and Stratton, S. K., 1992. The relationship between sample size and diversity in archaeological assemblages. *Journal of archeological science* **19**, 375-387.
- members, G., 1993. Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core. *Nature* **364**, 552-554.

- members, N., 2004. High resolution Climate Record of the Northern Hemisphere reaching into the last Glacial Interglacial Period. *Nature* **431**, 147-151.
- Metcalfe, D. and 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 : dentition as an indicator of age and sex ; composition and socialization of the population*. Canadian wildlife service, Ottawa.
- Moine, O., Rousseau, D.-D., Antoine, P., and Hatté, C., 2002. Mise en évidence d'évènements climatiques rapides par les faunes de mollusques terrestres des loess weichsélien de nussloch (Allemagne). *Quaternaire* **13**, 209-217.
- Moncel, M.-H., 2001. Le Moustérien de type Quina de la grotte du Figuier (Ardèche). Fouilles P. et A. Huchard et R. Gilles - Des occupations en grotte de courtes durées pour une exploitation locale de l'environnement ? *Bulletin de la Société préhistorique Française* **98**, 593-614.
- Moncel, M.-H. and Michel, V., 2000. Première datation radiométrique par U-Th d'un niveau moustérien de l'Abri du Maras (Ardèche, France). *Bulletin de la Société préhistorique française* **97**, 371-376.
- Mondini, M., 2002. Carnivore taphonomy and the Early Human occupations in the Andes. *Journal of Archaeological Science* **29**, 791-801.
- Mondini, N. M., 1995. Artiodactyl prey transport by foxes in Puna rock shelters. *Current anthropology* **36**, 520-524.
- Montuire, S., 1994. Communautés de mammifères et environnements: l'apport des faunes aux reconstitutions des milieux en Europe depuis le Pliocène et l'impact des changements climatiques sur la diversité, Université de Montpellier II.
- Montuire, S. and Desclaux, E., 1997. Palaeoecological analysis of mammalian faunas and environmental evolution in the South of France during the Pleistocene. *Boreas* **26**, 355-365.
- Montuire, S., Michaux, J., Legendre, S., and Aguilar, J.-P., 1997. Rodents and climate. 1. A model for estimating past temperatures using arviculids (Mammalia: Rodentia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **128**, 187-206.
- Morin, E., 2004. Late Pleistocene population interaction in Western Europe and modern human origins : new insights based on the faunal remains from Saint-Césaire, Southwestern France. doctorat, university of Michigan.
- Morin, E., 2007. Fat composition and Nunamiut decision-making : a new look at the marrow and bone grease indices. *Journal of archaeological science* **34**, 69-82.
- Morlan, R. E., 1994. Oxbow bison procurement as seen from the Harder site, Saskatchewan. *Journal of archaeological science* **21**, 757-777.
- Mourer-Chauviré, C., 1989. Les Oiseaux. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuillemeys, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.
- Myers, T. P., Voorhies, M. R., and Corner, R. G., 1980. Spiral fractures and bone pseudotools at paleontological sites. *American Antiquity* **45**, 483-490.

## N

- Navarro, N., Lécuyer, C., Montuire, S., Langlois, C., and Martineau, F., 2004. Oxygen isotope composition of phosphate from Arvicoline teeth : a continental proxy for Quaternary climatic changes, Gigny, French Jura. *Quaternary Research* **62**, 172-182.
- Nilssen, P. J., 2000. An actualistic butchery study in South Africa and its implications for reconstructing hominid strategies of carcass acquisition and butchery in the Upper Pleistocene and Plio-Pleistocene. Ph-D dissertation, Univeristy of Cape Town.

## O

- O'Connell, J. F., Hawkes, K., and Blurton Jones, N., 1988a. Hadza scavenging : implications for Plio/Pleistocene hominid subsistence. *Current anthropology* **29**, 356-363.
- O'Connell, J. F., Hawkes, K., and Blurton Jones, N., 1988b. Hadza hunting, butchering, and bone transport and their archaeological implications. *Journal of anthropological research* **44**, 113-161.
- O'Connell, J. F., Hawkes, K., and Blurton Jones, N., 1990. Reanalysis of large mammal body part transport among the Hadza. *Journal of archaeological Science* **17**, 310-316.
- Oliver, J. S., 1989. Analogues and site context : bone damages from Shield Trap Cave (24CB91), Carbon country, Montana, USA. In: Bonnichsen, R. e. S., M. (Ed.), *Bone modification*. Institut for quaternary studies (university of Maine), Orono.
- Olsen, S. L. and Shipman, P., 1988. Surface modification on bone : trampling versus butchery. *Journal of archeological science* **15**, 535-553.
- O'Neil, J. R., Roe, L. J., Reinhard, E., and Blacke, R. E., 1994. A rapid and precise method of oxygen isotope analysis of biogenic phosphate. *Israelian Journal of Earth Sciences* **43**, 203-212.
- Outram, A. K. and Rowley-Conwy, P., 1998. Meat and marrow utility indices for Horse (*Equus*). *Journal of archaeological science* **25**, 839-849.

## P

- Paletta, C., 2005. Contribution à l'étude de l'évolution des comportements de subsistance des hommes du Moustérien au Solutréen dans la région Poitou-Charentes (France). *Antiquités nationales* **37**, 23-41.
- Palombo, M. R., Sardella, R., and Novelli, M., 2008. Carnivora dispersal in western mediterranean during the last 2,6 Ma. *Quaternary international* **179**, 176-189.
- Passey, B. H. and Cerling, T. E., 2002. Tooth enamel mineralization in ungulates : implications for recovering a primary isotopic time-series. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **66**, 3225-3234.
- Patou-Mathis, M., 1994. Archéozoologie des niveaux moustériens et aurignaciens de la grotte Tournal à Bize (Aude). *Gallia Préhistoire* **36**, 1-64.
- Patou-Mathis, M., 2002. *Cahier X : Retouchoirs, compresseurs, percuteurs ... Objets à impressions et éraillures*. Société préhistorique française, Paris.
- Patou-Mathis, M. and Schwab, C., 2002. Fiche générale. In: Patou-Mathis, M. (Ed.), *Cahier X : Retouchoirs, compresseurs, percuteurs ... Objets à impressions et éraillures*. Société préhistorique française, Paris.
- Perkins, D. and Daly, P., 1968. A hunter's village in Neolithic Turkey. *Scientific American* **219**, 96-106.
- Perlès, C., 1977. *Préhistoire du feu*. Masson, Paris.
- Peyron, O., Bégéot, C., Brewer, S., Heiri, O., Magny, M., Millet, L., Ruffaldi, P., Van Campo, P., and Yu, G., 2005. Late-Glacial climatic changes in Eastern France (Lake Lautrey) from pollen, lake-levels, and chironomids. *Quaternary Research* **64**, 197-211.
- Pickering, T. R., Dominguez-Rodrigo, M., Egeland, C. P., and Brain, C. K., 2005. The contribution of limb bone fracture patterns to reconstructing early hominid behaviour at Swartkrans cave (south africa) : archaeological application of a new analytical method. *International journal of osteoarchaeology* **15**, 247-260.
- Pickering, T. R., Marean, C. W., and Dominguez-Rodrigo, M., 2003. Importance of limb bone shaft fragments in zooarchaeology : a response to 'On *in situ* attrition and vertebrate body part profiles' (2002), by M.C. Stiner. *Journal of archeological science* **30**, 1469-1482.
- Pike-Tay, A., Morcomb, A., and O'Farrell, M., 2001. Reconsidering the quadratic crown height method of age estimation for *Rangifer* from archaeological sites. In: Pike-Tay, A. (Ed.), *Innovations in assessing season of capture, age and sex of archaeofaunas*. Archaeozoologia, Grenoble.
- Pinto, A. C. and Andrews, P. J., 2004. Scavenging behaviour patterns in cave bears *Ursus spelaeus*. In: Brugal, J.-P. and Fosse, P. Eds.), *Hommes et carnivores au Paléolithique : hommage à Philippe*

- Morel = *Humans and carnivores in Palaeolithic times in honour to Philippe Morel*. Muséum d'histoire naturelle, Genève.
- Poage, M.-A. and Chamberlain, C.-P., 2001. Empirical relationships between elevation and the stable isotope composition of precipitation and surface waters ; considerations for studies of paleoelevation change. *American Journal of Science* **301**, 1-15.
- Pokines, J. T. and Kerbis Peterhans, J. C., 2007. Spotted hyena (*Crocuta crocuta*) den use and taphonomy in the Masai Mara national reserve, Kenya. *Journal of archaeological science* **34**, 1914-1431.
- Ponel, P., 1995. Rissian, Eemian and Wiirmian Coleoptera assemblages from La Grande Pile (Vosges, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **114**, 1-41.
- Poplin, F., 1976a. A propos du nombre de restes et du nombre d'individus dans les échantillons d'ossements. *Cahier du centre de recherche préhistorique (de l'université de Paris I)* **5**, 61-74.
- Poplin, F., 1981. Un problème d'ostéologie quantitative : calcul d'effectif initial d'après appariements. Généralisation aux autres types de remontages et à d'autres matériels archéologiques. *Revue d'Archéométrie* **5**, 159-165.
- Prat, F., 1968. Recherche sur les Equidés pléistocènes en France, Bordeaux I.
- Prentice, C., Cramer, W., Harrison, S., Leemans, R., Monserud, R., and Solomon, A., 1992. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography* **19**, 117-134.
- Prucca, A., 2003. Caractérisation de l'impact des loups sur des ossements d'Herbivores (Cerf de Virginie, Orignaux, Bisons) : étude des modifications infligées par les Loups captifs et sauvages nord-américains, Aix-Marseille I.
- Pujol, C. and Turon, J.-L., 1986. Comparaison des cycles climatiques en domaine marin et continental entre 130 000 et 28 000 ans BP dans l'hémisphère Nord *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire* **23**, 17-25.

## Q

- Quiles, J., 2003. Les *Ursidae* du Pléistocène moyen et supérieur en Midi méditerranéen : apports paléontologiques, biochronologiques et archéozoologiques, Muséum national d'histoire naturelle.
- Quiles, J., 2004. Tanières d'ours des cavernes (*Carnivora, Ursidae*) du pourtour méditerranéen : étude taphonomique et paléobiologique de huit assemblages du Pléistocène supérieur. *Paléo* **16**, 171-191.

## R

- Rahmstorf, S., 1994. Rapid climate transitions in a coupled ocean-atmosphere model. *Nature* **372**, 82-85.
- Rahmstorf, S. and Schellnhuber, H. J., 2006. *Der Klimawandel*. Wissen.
- Reille, M. and De Beaulieu, J.-L., 1990. Pollen analysis of a long Upper Pleistocene continental sequence in a Velay maar (Massif Central, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **80**, 35-48.
- Rendu, W., 2007. Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens. Cémentochronologie et approches archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran) et Paléolithique supérieur (Isturitz). doctorat, Bordeaux I.
- Richards, M. P., Pacher, M., Stiller, M., Quiles, J., Hofreiter, M., Constantin, S., Zilhao, J., and Trinkhaus, E., 2008. Isotopic evidence for omnivory among European cave bears: Late Pleistocene *Ursus spelaeus* from the Peștera cu Oase, Romania *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **105**, 600-604.
- Richardson, P. R. K., 1980. Carnivore damage on antelope bones and its archaeological implications. *Paleontologia Africana* **23**, 109-125.



- Rigaud, J.-P., 1988. La grotte Vaufrey à Cenac et Saint-Julien (Dordogne) : paléoenvironnements, chronologie et activités humaines *Mémoire ; 19*. Société préhistorique française, Paris.
- Robert, I. and Vigne, J.-D., 2002. The Bearded vulture (*Gypaetus barbatus*) as an accumulator of archaeological bones. Late glacial assemblages and present-day reference data in Corsia (Western Mediterranean). *Journal of archeological science* **29**, 763-777.
- Roden, J. S. and Ehleringer, J. R., 1999. Observations of hydrogen and oxygen isotopes in leaf water confirm the Craig-Gordon model under wide-ranging environmental conditions. *Plant Physiology* **120**, 1165-1173.
- Roden, J. S. and Ehleringer, J. R., 2000. Hydrogne and oxygen isotope ratios of tree ring cellulose for field-grown riparian trees *Oecologia* **123**, 481-489.
- Rogers, A. R., 2000. Analysis of bone counts by maximum likelihood. *Journal of Archaeological Science* **27**, 111-125.
- Roman, C., 2008. Etude morpho-métrique des phalanges de grands *Bovidae* actuels et fossiles. Master 2, université d'Aix-Marseille I.
- Rousseau, L., Robert, F., De Lumley, H., Bahain, J.-J., and Falgueres, C., 1994. Analyse de la composition isotopique (d18O) du plancher stalagmitique supérieur de la grotte du Lazaret à Nice. *Comptes Rendus de l'académie des Sciences* **2**, 783-786.
- Rozanski, K., Araguas-Araguas, L., and Gonfiantini, R., 1992. Relation between long-term trends of oxygen-18 isotope composition of precipitation and climate. *Science* **258**, 981-985.
- Rozanski, K., Araguas-Araguas, L., and Gonfiantini, R., 1993. Isotopic patterns in modern global precipitation. *Geophysical Monograph* **78**, 1-36.

## S

- Sanchez Goni, M. F., 2006. Interactions végétation-climat au cours des derniers 425000 ans en Europe occidentale. Le message du pollen des archives marines. *Quaternaire* **17**, 3-25.
- Sanchez Goni, M. F., Loutre, M. F., Crucifix, M., Peyron, O., Santos, L., Duprat, J., Malaize, B., Turon, J.-L., and Peypouquet, J.-P., 2005. Increasing vegetation and climate gradient in Western Europe over the Last Glacial Inception (122–110 ka): data-model comparison. *Earth and Planetary Science Letters* **231**, 111-130.
- Sanchez-Chillon, B., Alberdi, M. T., Leone, G., Bonadonna, F. P., Stenni, B., and Longinelli, A., 1994. Oxygen isotopic composition of fossil equid tooth and bone phosphate : an archive of difficult interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **107**, 317-328.
- Schoeller, D. A., Leitch, C. A., and Brown, C., 1986. Doubly labeled water method : in vivo oxygen and hydrogen isotope fractionation. *American Journal of Physiology* **251**, 1137-1143.
- Selvaggio, M. and Wilder, J., 2001. Identifying the involvement of multiple carnivore taxa with archaeological bone assemblage. *Journal of archeological science* **28**, 465-470.
- Shackleton, N. J., 1987. Oxygen isotopes, ice volume and sea level *Quaternary Science Reviews* **6**, 183-190.
- Sharp, Z. D. and Cerling, T. E., 1998. Fossil isotope records of seasonal climate and ecology : Straight from the horse's mouth. *Geology* **26**, 219-222.
- Shipman, P., Bosler, W., and Davis, K. L., 1981. Butchering of giant geladas at an acheulian site. *Current anthropology* **22**, 257-268.
- Shipman, P., Foster, G., and Schoeninger, M. J., 1984. Burnt bones and teeth : an experimental study of color, morphology, crystal structure and shrinkage. *Journal of archaeological Science* **11**, 307-325.
- Shipman, P. and Rose, J., 1983. Early hominid hunting, butchering, and carcass-processing behaviors : approaches to the fossil record. *Journal of anthropological Archaeology* **2**.
- Slott-Moller, R., 1990. La faune. In: Jaubert, J., Lorblanchet, M., Laville, H., Slott-Moller, R., Turq, A., and Brugal, J.-P. Eds.), *Les chasseurs d'Aurochs de la Borde, un site du Paléolithique moyen (Livernon, Lot)*. Documents d'Archéologie Française, Paris.
- Speth, J. D., 1983. *Bison kills and bone counts : decision making by ancient hunters*. university of Chicago press, Chicago.

- Speth, J. D., 1987. Early hominid subsistence strategies in seasonal habitats. *Journal of archaeological science* **14**, 13-29.
- Speth, J. D. and Spielmann, K. A., 1983. Energy source, protein metabolism, and hunter-gatherer subsistence strategies. *Journal of anthropological archaeology* **2**, 1-31.
- Spies, A.-E., 1979. *Reindeer and caribou hunters : an archaeological study*. Academic Press, New-York / London.
- Stallibrass, S., 1984. The distinction between the effects of small carnivores and humans on post-glacial faunal assemblages. In: Grigson, C. and Clutton-Brock, J. Eds.), *Animals and archaeology. 4 : Husbandry in Europe*. BAR international series 227, Oxford.
- Stephan, E., 1997. Patterns of chemical change in fossil bones and various states of bone preservation associated with soil conditions. *Anthropozoologica* **25-26**, 173-180.
- Stiner, M. C., 1990. The use of mortality patterns in archaeological studies of hominid predatory adaptations. *Journal of anthropological archaeology* **9**, 305-351.
- Stiner, M. C., 1991. Food procurement and transport by human and non-human predators. *Journal of archaeological science* **18**, 455-482.
- Stiner, M. C., 1994. *Honor among thieves. A zooarchaeological study of neandertal ecology*. Princeton university press, Princeton.
- Stiner, M. C., 1998. Mortality analysis of Pleistocene bears and its paleoanthropological relevance. *Journal of human Evolution* **34**, 303-326.
- Stiner, M. C., 2002. Reconstitution de la paléoécologie des ours des cavernes à partir de leurs squelettes. In: Tillet, T. and Binford, L. R. Eds.), *L'ours et l'homme : actes du colloque d'Auberives-en-Royans 1997*. Service de Préhistoire, Liège.
- Stiner, M. C., Kuhn, S. L., Weiner, S., and Bar-Yosef, O., 1995. Differential burning, recrystallization, and fragmentation of archaeological bone. *Journal of archaeological Science* **22**, 223-237.
- Straus, L. G., 1982. Carnivore and cave sites in Cantabrian Spain. *Journal of anthropological research* **38**, 75-96.
- Sutcliffe, A. J., 1970. Spotted hyaena : crusher, gnawer, digester and collector of bones. *Nature* **227**, 1110-1113.
- Sutcliffe, A. J., 1973. Similarity of bone and antlers gnawed by deer to human artefacts. *Nature* **24**, 428-430.

T
---

- Tappen, N. C., 1976. Advanced weathering cracks as an improvement on split-line preparations for analysis of structural orientation in compact bone. *American Journal of physical Anthropology* **44**, 375-380.
- Tartar, E., 2002. Etude fonctionnelles d'os à impressions de Starosele et Kabazi (Crimée, Ukraine), Sorbonne-Paris I.
- Tartar, E., 2003. L'analyse techno-fonctionnelle de l'industrie en matières osseuses dite " peu élaborée " : l'exemple des pièces intermédiaires en os de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes). *Préhistoire Anthropologie méditerranéennes* **12**, 139-146.
- Théry-Parisot, I., 1998. Economie du combustible et paléoécologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique moyen et supérieur de la France (anthracologie, expérimentation, taphonomie). Thèse de Doctorat Archéologie, Université Paris I - Panthéon-Sorbonne.
- Théry-Parisot, I. and Costamagno, S., 2005. Propriétés combustibles des ossements : données expérimentales et réflexions archéologiques sur leur emploi dans les sites paléolithiques. *Gallia-Préhistoire*, 235-254.
- Théry-Parisot, I., Costamagno, S., Brugal, J.-P., Fosse, P., and Guilbert, R., 2005. The use of bone as fuel during the paleolithic, experimental study of bone combustible properties. In: Mulville, J. and Outram, A. K. Eds.), *The zooarchaeology of fats, oils, milk and dairying*. Oxbow books, Oxford.
- Thiébaud, C., 2005. Le moustérien à denticulés : variabilité ou diversité économique ? doctorat, Université de Provence.
- Thiébaud, C., Costamagno, S., Coumont, M.-P., Mourre, V., Provenzano, N., and Théry-Parisot, I., sous presse. Approche expérimentale des conséquences du piétinement des grands herbivores sur

- les vestiges archéologiques. In: Coumont, M.-P., Thiébaud, C., and Averbouh, A. Eds.), *Mise en commun des approches en taphonomie*. Paléo, ??
- Tudge, A. P., 1960. A method of analysis of oxygen isotopes in orthophosphate-its use in the measurement of paleotemperatures. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **18**, 81-93.
- Tyler, N. J. C., 1987. Sexual dimorphism in the pelvic bones of Svalbard reindeer, *Rangifer tarandus platyrhynchus*. *Journal of Zoology*, 147-152.
- Tzedakis, P. C., Andrieu, V., de Beaulieu, J.-L., Crowhurst, S., Follieri, M., Hooghiemstra, H., Magri, D., Reille, M., Sadori, L., Shackleton, N. J., and Wijmstra, T. A., 1997. Comparison of terrestrial and marine records of changing climate of the last 500,000 years. *Earth and Planetary Science Letters* **150**, 171-176.

## V

- Valotteau, F., Brou, L., Le Brun-Ricalens, F., and Ziesaire, P., 2003. Les gisements d'Oetrange :Hauts-lieux de la Préhistoire luxembourgeoise. In: Schumacher, J. (Ed.), *100 Joer Déngscht um Nächsten - Fräiwëlleg Pompjeeë Mutfert-Méideng 1906-2003*, Luxembourg.
- van Andel, T. H. and Tzedakis, P. C., 1996. Palaeolithic landscapes of Europe and environs, 150,000–25,000 years ago. *Quaternary Science Reviews* **15**, 481-500.
- Varin, E., 1980. *Chevreuil, cerf, sanglier*. Les éditions de l'Orée, Bordeaux.
- Vidal, L., Labeyrie, L., Cortijo, E., Arnold, M., Duplessy, J.-C., Michel, E., Becqué, S., and Van Weering, T. C. E., 1997. Evidence for changes in the North Atlantic deep water linked to meltwater surges during the Heinrich events. *Earth and Planetary Science Letters* **146**, 13-27.
- Villa, P., Castel, J.-C., Beauval, C., Bourdillat, V., and Goldberg, P., 2004. Human and carnivore sites in the European Middle and Upper paleolithic : similarities and differences in bone modification and fragmentation. *Revue de Paléobiologie* **23**, 705-730.
- Villa, P. and Mahieu, E., 1991. Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution* **21**, 27-48.
- Vincent, A., 1993. L'outillage osseux au paléolithique moyen : une nouvelle approche. doctorat, Paris X.
- Von Grafenstein, U., Erlenkeuser, H., Muller, J., Trimborn, P., and Alefs, J., 1996. A 200 year mid-European air temperature record preserved in lake sediments: An extension of the D18Op-air temperature relation into the past. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **60**, 4025-4036.
- Voorhies, M. R., 1969. *Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene vertebrate fauna Kox County, Nebraska*. Contribution to geology, University of Wyoming Contributions to Geology Special Paper N°1, Laramie.
- Vuillemeys, M., 1989. Les Industries acheuléennes et moustériennes. In: Campy, M., Chaline, J., and Vuillemeys, M. Eds.), *La baume de Gigny (Jura)*. CNRS, Paris.

## W

- Watson, J. P. N., 1979. The estimation of the relative frequencies of mammalian species : Khirokitia 1972. *Journal of Archaeological Science* **6**, 127-137.
- Weinmann, J. P., Wessinger, G. D., and Reed, G., 1942. Correlation of chemical and histological investigations on developing enamel. *Journal of Dental Research* **21**, 171-182.
- Weinstock, J., 2000. *Late Pleistocene reindeer populations in Middle and Western Europe :an osteometrical study of Rangifer tarandus*. Mo Vince, Tübingen.
- Weinstock, J., 2002. Reindeer Hunting in the Upper Palaeolithic : Sex Ratios as a Reflection of Different Procurement Strategies. *Journal of Archaeological Science* **29**, 365-377.
- Weninger, B., Jöris, O., and Danzeglocke, U., 2002. Cologne Radiocarbon Calibration and Paleoclimate Research Package Universität zu Köln, Köln.

- White, J. W. C., Cook, E. R., Lawrence, J. R., and Broecker, W. S., 1985. The D/H ratio sap in trees : implications for water sources and tree/rings D/H ratios. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **48**, 237-246.
- White, T. D., 1992. *Prehistoric cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*. University Press, Princeton.
- White, T. E., 1953. A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples. *American Antiquity* **18**, 396-398.
- Wiedemann, F. B., Bocherens, H., Mariotti, A., and Driesch, V. d., 1999. Methodological and Archaeological Implications of Intra-tooth Isotopic Variations ( $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{18}O$ ) in Herbivores from Ain Ghazal (Jordan, Neolithic). *Journal of Archaeological Science* **26**, 697-704.
- Woillard, G. M., 1978. Grande Pile Peat Bog: A Continuous Pollen Record for the Last 140,000 Years. *Quaternary Research* **9**, 1-21.
- Wong, W. W., Cochran, W. J., Klish, W. J., Smith, E. O. B., Lee, L. S., and Klein, P. D., 1988. In vivo isotope-fractionation factors and the measurement of deuterium and oxygen 18 dilution spaces from plasma, urine, saliva, respiratory water vapor, and carbon dioxide. *American Journal of Clinical Nutrition* **47**, 1-6.

## Y

- Yakir, D., 1992. Variations in the natural abundance of oxygen-18 and deuterium in plant carbohydrates. *Plant, Cell & Environment* **15**, 1005-1020.
- Yurtsever, Y., 1975. *Worldwide survey of stable isotopes in precipitation*. IAEA.

## Z

- Zazzo, A., Mariotti, A., Lécuyer, C., and Heintz, 2002. Intra-tooth isotopic variations in late Miocene bovid enamel from Afganistan : paleobiological, taphonomical and climatical implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **186**, 145-161.
- Ziesaire, P., 1986. Vorgeschichtliche Forschung in Luxemburg. *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise* **8**, 3-6.
- Ziesaire, P., 1988. Oetringen-Kakert. Chronologie und Interpretation der Altgrabungen. *Bulletin de la Société préhistorique luxembourgeoise* **10**, 109-137.

# Table des figures

## Cadre de l'étude

<b>Fig. I-1</b> : Les différents paramètres influençant la répartition de la végétation.	3
<b>Fig. I-2</b> : Paramètres orbitaux définis par Milutin Milankovitch.	4
<b>Fig. I-3</b> : La circulation thermohaline.	6
<b>Fig. I-4</b> : Schématisation d'un évènement d'Heinrich.	7

## Méthode : géochimie des isotopes stables de l'oxygène

<b>Fig. II-1</b> : Cycle de l'eau et variation du $\delta^{18}\text{O}$ .	14
<b>Fig. II-2</b> : Fractionnement isotopique de l'oxygène au cours de l'évaporation et de la condensation.	15
<b>Fig. II-3</b> : Bilan des flux d'oxygène entrant et sortant.	17
<b>Fig. II-4</b> : Coupe schématique verticale d'une dent.	19
<b>Fig. II-5</b> : <b>A</b> : Dent de type brachyodonte (Cervidé) ; <b>B</b> : Dent de type hypsodonte (Equidé).	19
<b>Fig. II-6</b> : Durée de minéralisation des différents rangs dentaires chez le Cheval, le Bœuf et le Bison.	20
<b>Fig. II-7</b> : Exemple de dent de Cheval sur laquelle ont été prélevés plusieurs échantillons.	21
<b>Fig. II-8</b> : Spectromètre de masse de l'Université Claude Bernard Lyon I utilisé lors de cette étude.	22

## Méthodes basées sur les associations fauniques

<b>Fig. III-1</b> : Répartition des différentes espèces selon leur biotope.	25
<b>Fig. III-2</b> : Interprétation des cénogrammes.	28

## Champs d'observations

<b>Fig. IV-1</b> : Découpage et codage des éléments squelettiques.	30
<b>Fig. IV-2</b> : Différents types de cassure.	33

## Méthode : Analyse taphonomique et archéozoologique des assemblages

<b>Fig. V-1</b> : Limites conventionnelles pour l'estimation des mesures des gouttières des métapodes et du bord inférieur de la mandibule.	40
<b>Fig. V-2</b> : Relation entre taille de l'échantillon et nombre d'espèces.	43
<b>Fig. V-3</b> : Remontage d'un bas de patte de cheval et B et C Remontage dentaire et appariement.	44
<b>Fig. V-4</b> : Courbe d'utilité alimentaire.	61

## Présentation du site de la Baume de Gigny

<b>Fig. VI-1</b> (La Baume de Gigny) : Localisation géographique.	67
<b>Fig. VI-2</b> (La Baume de Gigny) : A gauche une carte postale représentant la Baume de Gigny avant les fouilles de M. Vuillemey et M. Campy. Au centre et à Droite aspect actuel de la grotte.	68
<b>Fig. VI-3</b> (La Baume de Gigny) : Développement du réseau karstique.	69
<b>Fig. VI-4</b> (La Baume de Gigny) : Carroyage de la zone fouillée et profondeurs atteintes.	70

## Etudes géochimiques de la grande faune de la Baume de Gigny

<b>Fig. VII-1</b> (La Baume de Gigny ; couche XX1a). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la M/2 d'Equidé.	94
<b>Fig. VII-2</b> (La Baume de Gigny ; couche XX1a). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.	94
<b>Fig. VII-3</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX1c) : Variation de la composition isotopique du	96

phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.	
<b>Fig. VII-4</b> (La Baume de Gigny ; couche XIXc) : Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la M1/ d'Equidé.	97
<b>Fig. VII-5</b> (La Baume de Gigny ; couche XV). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.	99
<b>Fig. VII-6</b> (La Baume de Gigny ; couche XV). Variation de la composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire de la P4/ d'Equidé.	100
<b>Fig. VII-7</b> (La Baume de Gigny): Evolution des températures estimées à partir des du $\delta^{18}O_p$ moyen des dents de Cheval et de Cerf.	102
<b>Fig. VII-8</b> (La Baume de Gigny) : Carte des capitales européennes. Les couches de la Baume de Gigny (chiffre romain en gras) ont été replacées par comparaison avec les données climatiques actuelles (amplitude saisonnière et moyenne annuelle des températures).	103
<b>Fig. VII-9</b> (La Baume de Gigny) : Comparaison des températures estimées à partir du $\delta^{18}O_p$ des dents de Rongeurs de la Baume de Gigny avec les résultats de cette étude. Les chiffres situés sous les symboles indiquent la taille de l'échantillon.	105

## Caractérisation du climat et de l'environnement de la Baume de Gigny

<b>Fig. VIII-1</b> (La Baume de Gigny) : Evolution des paramètres climatiques et environnementaux.	115
----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Etude taphonomique et archéozoologique de la Baume de Gigny

<b>Fig. IX-1</b> (La Baume de Gigny) : Variation des % NRD des différents ordres.	119
<b>Fig. IX-2</b> (La Baume de Gigny) : Répartition des vestiges osseux selon la taille des espèces.	119
<b>Fig. IX-3</b> (La Baume de Gigny) : Taille des fragments de l'ensemble moyen.	120
<b>Fig. IX-4</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Histologie des fragments.	121
<b>Fig. IX-5</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Répartition de la taille des fragments.	125
<b>Fig. IX-6</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	125
<b>Fig. IX-7</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	126
<b>Fig. IX-8</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Histologie des fragments.	128
<b>Fig. IX-9</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) Représentation squelettique du Cerf.	130
<b>Fig. IX-10</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Relation entre la densité et le pourcentage de survie chez le Cerf.	131
<b>Fig. IX-11</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	134
<b>Fig. IX-12</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	135
<b>Fig. IX-13</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	137
<b>Fig. IX-14</b> : Comparaisons des pourcentages de restes de Cerf présentant des traces anthropiques avec carnivores.	139
<b>Fig. IX-15</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément.	140
<b>Fig. IX-16</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Eclat osseux.	141
<b>Fig. IX-17</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre le NRDo montrant des traces de percussion et le volume de la cavité médullaire de chaque l'élément.	142
<b>Fig. IX-18</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cerf.	143
<b>Fig. IX-19</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : <i>en haut</i> : Comparaison entre le poids de viande et le % MAU ; <i>en bas</i> : comparaison entre volume de la cavité médullaire et le % MAU.	144
<b>Fig. IX-20</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément.	145
<b>Fig. IX-21</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Dimensions des retouchoirs.	148
<b>Fig. IX-22</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Dimensions des plages d'utilisation.	149
<b>Fig. IX-23</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Histologie des fragments.	150
<b>Fig. IX-24</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Représentation squelettique du Cheval.	153
<b>Fig. IX-25</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Relation entre la densité et le pourcentage de	153

survie chez le Cheval.

<b>Fig. IX-26</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Profil de mortalité du Cheval.	154
<b>Fig. IX-27</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Représentation squelettique du Cerf.	156
<b>Fig. IX-28</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Relation entre la densité et le pourcentage de survie chez le Cheval.	156
<b>Fig. IX-29</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Fémur et Radius entiers d'Ours.	158
<b>Fig. IX-30</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Répartition des tailles des fragments.	160
<b>Fig. IX-31</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	160
<b>Fig. IX-32</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	162
<b>Fig. IX-33</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	164
<b>Fig. IX-34</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaisons des pourcentages de restes de Cerf présentant des traces anthropiques avec celles montrant des traces carnivores.	166
<b>Fig. IX-35</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément.	167
<b>Fig. IX-36</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Métacarpe de Cerf avec présence de stries de désarticulation.	168
<b>Fig. IX-37</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cerf.	169
<b>Fig. IX-38</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : <i>en haut</i> : Comparaison entre le poids de viande et le % MAU ; <i>en bas</i> : comparaison entre volume de la cavité médullaire et le % MAU.	170
<b>Fig. IX-39</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaisons des pourcentages de restes de Cheval présentant des traces anthropiques avec celles montrant des traces carnivores.	171
<b>Fig. IX-40</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre le NRDo et le NRDa de chaque l'élément.	172
<b>Fig. IX-41</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cheval.	174
<b>Fig. IX-42</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : <i>en haut</i> : comparaison entre le poids de viande et le % MAU ; <i>en bas</i> : comparaison entre le poids de moelle et le % MAU.	174
<b>Fig. IX-43</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Histologie des fragments.	178
<b>Fig. IX-44</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Humérus de fœtus d'Equidés.	179
<b>Fig. IX-45</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Répartition des tailles des fragments.	184
<b>Fig. IX-46</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	184
<b>Fig. IX-47</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	185
<b>Fig. IX-48</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	188
<b>Fig. IX-49</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Mandibule de Cheval présentant un point d'impact sur sa branche horizontale et une cassure nette de la dent.	190
<b>Fig. IX-50</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Histologie des fragments.	193
<b>Fig. IX-51</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Répartition des tailles des fragments.	196
<b>Fig. IX-52</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	196
<b>Fig. IX-53</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	197
<b>Fig. IX-54</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Histologie des fragments.	204
<b>Fig. IX-55</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Répartition des tailles des fragments.	207
<b>Fig. IX-56</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	207
<b>Fig. IX-57</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	208
<b>Fig. IX-58</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Fracturation anthropique.	212
<b>Fig. IX-59</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII et XIV) : Histologie des fragments.	216
<b>Fig. IX-60</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	219
<b>Fig. IX-61</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII et XIV) : Histologie des fragments.	221
<b>Fig. IX-62</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Répartition des tailles des fragments.	225
<b>Fig. IX-63</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : % de NR en fonction des différentes	226

altérations abiotiques.

<b>Fig. IX-64</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	227
<b>Fig. IX-65</b> (La Baume de Gigny) : Comparaison entre le nombre de restes déterminés et la richesse spécifique (A) et la diversité (B).	232
<b>Fig. IX-66</b> (La Baume de Gigny) : Classement des couches en fonction de la richesse spécifique.	232
<b>Fig. IX-67</b> (La Baume de Gigny) : Classement des couches en fonction de la diversité.	233
<b>Fig. IX-68</b> (La Baume de Gigny) : Corrélation entre la richesse spécifique et la diversité.	233
<b>Fig. IX-69</b> (La Baume de Gigny) : Variation de la taille des fragments en fonction du % de reste appartenant à des espèces de grande taille et de petite taille.	235
<b>Fig. IX-70</b> (La Baume de Gigny) : Corrélation des rangs de Spearman des différents phénomènes taphonomiques.	236
<b>Fig. IX-71</b> (La Baume de Gigny) : Charriage à sec donnant un aspect poli à la pièce.	237
<b>Fig. IX-72</b> (La Baume de Gigny) : Traces de manducation de Loup sur un radius et un fémur d'Ours issus de la couche XVII-XVIII.	238

## Conclusions et Synthèse sur la Baume de Gigny

<b>Fig. X-1</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Projections des profils de mortalité du Cerf et du Cheval dans un diagramme ternaire.	242
<b>Fig. X-2</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Projections des profils de mortalité du Cerf et du Cheval dans un diagramme ternaire.	244
<b>Fig. X-3</b> (La Baume de Gigny) : Comparaison du $\delta^{18}\text{O}$ du PO4 des dents d'arvicoliné avec l'enregistrement du $\delta^{18}\text{O}$ de la carotte glaciaire GISP 2 pendant les derniers 90 Ka.	249
<b>Fig. X-4</b> (La Baume de Gigny) : Localisation géographique des sites utilisés pour les comparaisons des spectres de faune.	249

## Présentation du site de Vergisson II

<b>Fig. XI-1</b> (Vergisson II) : Localisation géographique.	255
<b>Fig. XI-2</b> (Vergisson II) : Topographie de l'environnement de la grotte de Vergisson II.	256
<b>Fig. XI-3</b> (Vergisson II) : Plan de la grotte.	257
<b>Fig. XI-4</b> (Vergisson II) : Coupe stratigraphique de la cavité.	258

## Etude taphonomique et archéozoologique de la couche 2 de la grotte de Vergisson II

<b>Fig. XIII-1</b> (Vergisson II) : Répartition spatiale des Herbivores et des Carnivores.	269
<b>Fig. XIII-2</b> (Vergisson II) : Histologie des fragments.	270
<b>Fig. XIII-3</b> (Vergisson II) : Bois de massacre de Renne.	271
<b>Fig. XIII-4</b> (Vergisson II) : Fragment de frontal de Renne avec pédicule.	272
<b>Fig. XIII-5</b> (Vergisson II) : Représentation squelettique du Renne.	273
<b>Fig. XIII-6</b> (Vergisson II) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Renne.	274
<b>Fig. XIII-7</b> (Vergisson II) : Profil de mortalité du Renne.	275
<b>Fig. XIII-8</b> (Vergisson II) : Sex-ratio à partir de la dispersion du diamètre transverse par rapport au diamètre antéro-postérieur de l'extrémité proximale du radius.	275
<b>Fig. XIII-9</b> (Vergisson II) : Sex-ratio à partir de la dispersion du diamètre transverse par rapport au diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale de métacarpe.	276
<b>Fig. XIII-10</b> (Vergisson II) : Représentation squelettique du Cheval.	277
<b>Fig. XIII-11</b> (Vergisson II) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Cheval.	278
<b>Fig. XIII-12</b> (Vergisson II) : Profil de mortalité du Cheval (à partir des incisives)	279
<b>Fig. XIII-13</b> (Vergisson II) : Profil de mortalité du Cheval (à partir des hauteurs des dents jugales)	279
<b>Fig. XIII-14</b> (Vergisson II) : Représentation squelettique du Bison.	281
<b>Fig. XIII-15</b> (Vergisson II) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Bison.	281
<b>Fig. XIII-16</b> (Vergisson II) : Profil de mortalité du Bison.	282
<b>Fig. XIII-17</b> (Vergisson II) : Sex-ratio à partir de la dispersion du diamètre transverse distal par rapport au diamètre transverse proximal du talus.	283
<b>Fig. XIII-18</b> (Vergisson II) : Représentation squelettique du Renard.	285
<b>Fig. XIII-19</b> (Vergisson II) : Représentation squelettique du Loup.	286
<b>Fig. XIII-20</b> (Vergisson II) : M2/ d'Ours des cavernes très fortement usée.	287



<b>Fig. XIII-21</b> (Vergisson II) : Répartition des tailles des fragments.	289
<b>Fig. XIII-22</b> (Vergisson II) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	290
<b>Fig. XIII-23</b> (Vergisson II) : Corrélation des rangs de Spearman des altérations taphonomiques.	291
<b>Fig. XIII-24</b> (Vergisson II) : Stade de <i>weathering</i> .	292
<b>Fig. XIII-25</b> (Vergisson II) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	292
<b>Fig. XIII-26</b> (Vergisson II) : Traces de dents laissées par les Carnivores sur les extrémités spongieuses du fémur de Renne.	294
<b>Fig. XIII-27</b> (Vergisson II) : Incisive de Cheval digérée.	294
<b>Fig. XIII-28</b> (Vergisson II) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	296
<b>Fig. XIII-29</b> (Vergisson II) : Comparaison des pourcentages de traces Carnivores et Anthropiques sur les éléments squelettiques.	299
<b>Fig. XIII-30</b> (Vergisson II) : Récurrence des traces de désarticulation au niveau du talus.	299
<b>Fig. XIII-31</b> (Vergisson II) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Renne.	300
<b>Fig. XIII-32</b> (Vergisson II) : Comparaison entre volume de la cavité médullaire et le % MAU.	301
<b>Fig. XIII-33</b> (Vergisson II) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Cheval.	302
<b>Fig. XIII-34</b> (Vergisson II) : Comparaison entre SFUI et le % MAU du Bison.	303
<b>Fig. XIII-35</b> (Vergisson II) : Impact des Carnivores sur un humérus d'Ours.	304

## Conclusion et Synthèse sur la grotte de Vergisson II

<b>Fig. XIV-1</b> (Vergisson II) : Proportion de chaque groupe climatique.	307
<b>Fig. XIV-2</b> (Vergisson II) : Projections des profils de mortalité du Cerf et du Cheval dans un diagramme ternaire.	309
<b>Fig. XIV-3</b> (Vergisson II) : Localisation géographique des sites utilisés pour les comparaisons.	311
<b>Fig. XIV-4</b> (Vergisson II) : Localisation géographique des sites utilisés pour les comparaisons.	314
<b>Fig. XIV-5</b> (Vergisson II) : Comparaison des espèces présentes en Bourgogne et en Franche-Comté pendant les stades isotopiques 6 à 3.	315
<b>Fig. XIV-6</b> (Vergisson II) : Situation géographique de la Baume de Gigny et reconstitution paléogéographique du dernier maximum glaciaire (LGM) dans le Nord des Alpes et le Jura (d'après Buoncristiani et Campy, 2004, modifié par N. Navarro, 2004).	315

## Présentation du site d'Oetrance

<b>Fig. XV-1</b> (Oetrance) : Localisation géographique des diaclases d'Oetrance.	319
<b>Fig. XV-2</b> (Oetrance) : Carte topographique et vue en coupe du plateau Haed.	320
<b>Fig. XV-3</b> (Oetrance) : Exemple d'interprétation avant l'apport de la taphonomie.	322
<b>Fig. XV-4</b> (Oetrance) : Fragment de Métapode incisé et crache de Cerf perforée.	324

## Etude taphonomique et archéozoologique d'Oetrance

<b>Fig. XVI-1</b> (Oetrance) : Représentation squelettique du Renne.	328
<b>Fig. XVI-2</b> (Oetrance) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Renne	329
<b>Fig. XVI-3</b> (Oetrance) : Profil de mortalité du Renne.	330
<b>Fig. XVI-4</b> (Oetrance) : Dispersion du diamètre médio-latéral en fonction du diamètre antéro-postérieur des extrémités proximale et distale du métacarpe de Renne.	331
<b>Fig. XVI-5</b> (Oetrance) : Appariement et Remontage.	331
<b>Fig. XVI-6</b> (Oetrance) : Représentation squelettique du Cheval.	332
<b>Fig. XVI-7</b> (Oetrance) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Cheval.	333
<b>Fig. XVI-8</b> (Oetrance) : Profil de mortalité du Cheval.	334
<b>Fig. XVI-9</b> (Oetrance) : Représentation squelettique du Bison.	335
<b>Fig. XVI-10</b> (Oetrance) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Bison.	336
<b>Fig. XVI-11</b> (Oetrance) : Profil de mortalité du Bison.	336
<b>Fig. XVI-12</b> (Oetrance) : Distinction Mâle / Femelle sur la base du diamètre transversal (mm) de la phalange 1 et de la phalange 2.	337
<b>Fig. XVI-13</b> (Oetrance) : Représentation squelettique du Cerf.	338
<b>Fig. XVI-14</b> (Oetrance) : Relation densité osseuse et pourcentage de survie du Cerf.	339
<b>Fig. XVI-15</b> (Oetrance) : Profil de mortalité du Cerf.	339
<b>Fig. XVI-16</b> (Oetrance) : Longueur des fragments.	344
<b>Fig. XVI-17</b> (Oetrance) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	345
<b>Fig. XVI-18</b> (Oetrance) : stade de <i>weathering</i> .	347

<b>Fig. XVI-19</b> (Oetrance) : Phalange 2 de Cheval très altérée.	347
<b>Fig. XVI-20</b> (Oetrance) : Traces laissées par les dents de rongeurs.	348
<b>Fig. XVI-21</b> (Oetrance) : Exemples de traces laissées par les Carnivores.	351
<b>Fig. XVI-22</b> (Oetrance) : Bois de Renne modifié.	352
<b>Fig. XVI-23</b> (Oetrance) : Incisive de Cerf percée	353

## **Conclusion et synthèse sur le site d'Oetrance**

<b>Fig. XVII-1</b> (Oetrance) : Projections des profils de mortalité du Cerf, du Cheval, du Bison et du Renne dans un diagramme ternaire.	355
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## **Conclusion**

<b>Fig. XVIII-1</b> : Comparaison des différents paramètres des sites étudiés	361
-------------------------------------------------------------------------------	-----

# Table des tableaux

## Cadre de l'étude

Tab.I-1 : Datation des événements d'Heinrich	7
----------------------------------------------	---

## Méthode : géochimie des isotopes stables de l'oxygène

Tab.II-1 : Equation des droites de fractionnement de différents mammifères.	18
-----------------------------------------------------------------------------	----

## Méthodes basées sur les associations fauniques

Tab. III-1 : Paramètres climatiques obtenus pour chaque espèce.	26
-----------------------------------------------------------------	----

## Méthode : Analyse taphonomique et archéozoologique des assemblages

Tab. V-1 : Dates d'éruption des dents des principales espèces.	47
----------------------------------------------------------------	----

Tab. V-2 : Dates d'épiphasation des éléments squelettiques des principales espèces.	48
-------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. V-3 : Equation permettant de calculer l'âge (y) à partir de la taille de l'élément squelettique (x).	48
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. V-4 : Critères distinctifs entre fragmentation due aux carnivores et fracturation anthropique.	51
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## Présentation du site de la Baume de Gigny

Tab. VI-1 (La Baume de Gigny) : Superficie fouillée en fonction de la profondeur des couches.	69
-----------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-2 (La Baume de Gigny) : Estimation du volume fouillé pour chaque couche et décompte du nombre de restes (NR) lithiques et osseux mis au jour.	76
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-3 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Liste faunique des grands mammifères.	77
-------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-4 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Liste faunique des rongeurs.	78
----------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-5 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Liste faunique des oiseaux.	78
---------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-6 (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Industrie lithique	79
------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-7 (La Baume de Gigny ; couches IX à XIV) : Liste faunique des grands mammifères.	79
------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-8 (La Baume de Gigny ; couches IX à XIV) : Liste faunique des rongeurs.	80
---------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-9 (La Baume de Gigny ; couches IX à XIV) : Liste faunique des oiseaux.	80
--------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-10 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Liste faunique des grands mammifères.	81
------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-11 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Liste faunique des rongeurs.	81
---------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-12 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Liste faunique des oiseaux.	82
--------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-13 (La Baume de Gigny ; couche XV) : Industrie lithique.	82
------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-14 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Liste faunique des grands mammifères.	83
-------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-15 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Liste faunique des rongeurs.	83
----------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-16 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Liste faunique des oiseaux.	84
---------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-17 (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Industrie lithique.	84
-------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-18 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Liste faunique des grands mammifères.	85
--------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-19 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Liste faunique des rongeurs.	85
-----------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-20 (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Liste faunique des oiseaux.	85
----------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-21 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Liste faunique des grands mammifères.	86
-------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-22 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Liste faunique des rongeurs.	86
----------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-23 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Liste faunique des oiseaux.	87
---------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-24 (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Industrie lithique.	87
-------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-25 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Liste faunique des grands mammifères.	88
------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-26 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Liste faunique des rongeurs.	88
---------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-27 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Liste faunique des oiseaux.	89
--------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-28 (La Baume de Gigny ; couche XX) : Industrie lithique.	89
------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-29 (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Liste faunique des grands mammifères.	90
--------------------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-30 (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Liste faunique des rongeurs.	90
-----------------------------------------------------------------------------	----

Tab. VI-31 (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Industrie lithique.	90
--------------------------------------------------------------------	----

## Etudes géochimiques de la grande faune de la Baume de Gigny

<b>Tab. VII-1</b> : Valeurs actuelles des températures de Luxeuil (Franche-Comté) et de Dijon (Bourgogne)	92
<b>Tab. VII-2</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.	93
<b>Tab. VII-3</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.	95
<b>Tab. VII-4</b> (La Baume de Gigny ; couche XIXc) : Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire ; Composition isotopique de l'eau météorique.	95
<b>Tab. VII-5</b> (La Baume de Gigny ; couche XIXb). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.	97
<b>Tab. VII-6</b> (La Baume de Gigny ; couche XIXa). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.	97
<b>Tab. VII-7</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et Composition isotopique de l'eau météorique.	98
<b>Tab. VII-8</b> (La Baume de Gigny ; couche XV). Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et composition isotopique de l'eau météorique.	99
<b>Tab. VII-9</b> (La Baume de Gigny ; couche IX). Distance des échantillons depuis l'apex ; Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire ; Composition isotopique de l'eau météorique.	100
<b>Tab. VII-10</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII). Composition isotopique du phosphate de l'émail dentaire et composition isotopique de l'eau météorique.	101
<b>Tab. VII-11</b> (La Baume de Gigny) : Avantages et Inconvénients des différentes espèces pour les reconstitutions paléoclimatiques.	106
<b>Tab. VII-12</b> (La Baume Gigny) : Températures actuelles et à 140.000 ans du Lot et du Jura.	107

## Etude taphonomique et archéozoologique de la Baume de Gigny

<b>Tab. IX-1</b> (La Baume de Gigny) : Densité osseuse et lithique.	117
<b>Tab. IX-2</b> (La Baume de Gigny) : Répartition des vestiges osseux.	118
<b>Tab. IX-3</b> (La Baume de Gigny) : Spectres fauniques des différentes couches.	118
<b>Tab. IX-4</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Composition de l'assemblage.	120
<b>Tab. IX-5</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Représentation squelettique par espèces.	122
<b>Tab. IX-6</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Estimation de l'âge des Chevaux.	123
<b>Tab. IX-7</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	124
<b>Tab. IX-8</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	124
<b>Tab. IX-9</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	124
<b>Tab. IX-10</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	126
<b>Tab. IX-11</b> (La Baume de Gigny ; couche XXIa) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	127
<b>Tab. IX-12</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Composition de l'assemblage.	128
<b>Tab. IX-13</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Représentation squelettique par espèces.	129
<b>Tab. IX-14</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	133
<b>Tab. IX-15</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	133
<b>Tab. IX-16</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	134
<b>Tab. IX-17</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	135
<b>Tab. IX-18</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	136

<b>Tab. IX-19</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	138
<b>Tab. IX-20</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	138
<b>Tab. IX-21</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de restes de Cerf comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.	139
<b>Tab. IX-22</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre de Restes de Cerf présentant des traces liées au décharnement.	141
<b>Tab. IX-23</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre et pourcentage de restes de Cheval comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.	145
<b>Tab. IX-24</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Nombre de Restes de Cheval présentant des traces liées au décharnement.	146
<b>Tab. IX-25</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Histologie et couleur dominante des os brûlés.	147
<b>Tab. IX-26</b> (La Baume de Gigny ; couche XX) : Description des retouchoirs.	148
<b>Tab. IX-27</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Composition de l'assemblage.	150
<b>Tab. IX-28</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Représentations squelettiques.	151
<b>Tab. IX-29</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.	154
<b>Tab. IX-30</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	158
<b>Tab. IX-31</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	159
<b>Tab. IX-32</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	159
<b>Tab. IX-33</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	161
<b>Tab. IX-34</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	162
<b>Tab. IX-35</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	165
<b>Tab. IX-36</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	165
<b>Tab. IX-37</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de restes de Cerf comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.	166
<b>Tab. IX-38</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre de Restes de Cerf présentant des traces liées au décharnement.	168
<b>Tab. IX-39</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre et pourcentage de restes de Cheval comportant des traces anthropiques ainsi que les types de traces observées.	171
<b>Tab. IX-40</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Nombre de Restes de Cheval présentant des traces liées au décharnement.	173
<b>Tab. IX-41</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Histologie et couleur dominante des restes brûlés.	177
<b>Tab. IX-42</b> (La Baume de Gigny ; couche XIX) : Description des retouchoirs.	177
<b>Tab. IX-43</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Composition de l'assemblage.	178
<b>Tab. IX-44</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Représentations squelettiques.	180
<b>Tab. IX-45</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.	181
<b>Tab. IX-46</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	183
<b>Tab. IX-47</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	183
<b>Tab. IX-48</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	183
<b>Tab. IX-49</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	185
<b>Tab. IX-50</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	186
<b>Tab. IX-51</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	188

<b>Tab. IX-52</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Nombre et pourcentage de pièces avec des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	189
<b>Tab. IX-53</b> (La Baume de Gigny ; couche XVII-XVIII) : Description des retouchoirs.	192
<b>Tab. IX-54</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Composition de l'assemblage.	192
<b>Tab. IX-55</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Représentations squelettiques.	195
<b>Tab. IX-56</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Représentations squelettiques.	195
<b>Tab. IX-57</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	195
<b>Tab. IX-58</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	195
<b>Tab. IX-59</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	195
<b>Tab. IX-60</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	197
<b>Tab. IX-61</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	198
<b>Tab. IX-62</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	199
<b>Tab. IX-63</b> : (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	199
<b>Tab. IX-64</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Nombre et pourcentage de pièces avec des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	200
<b>Tab. IX-65</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Histologie et couleur dominante des os brûlés.	202
<b>Tab. IX-66</b> (La Baume de Gigny ; couche XVI) : Description des retouchoirs.	203
<b>Tab. IX-67</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Composition de l'assemblage.	203
<b>Tab. IX-68</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	206
<b>Tab. IX-69</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	206
<b>Tab. IX-70</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	206
<b>Tab. IX-71</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	208
<b>Tab. IX-72</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	209
<b>Tab. IX-73</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	210
<b>Tab. IX-74</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	210
<b>Tab. IX-75</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	211
<b>Tab. IX-76</b> (La Baume de Gigny ; couche XV) : Description des retouchoirs.	214
<b>Tab. IX-77</b> (La Baume de Gigny ; couche XIV) : Composition de l'assemblage.	215
<b>Tab. IX-78</b> (La Baume de Gigny ; couche XIII) : Composition de l'assemblage.	215
<b>Tab. IX-79</b> (La Baume de Gigny ; couche XII) : Composition de l'assemblage.	216
<b>Tab. IX-80</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	218
<b>Tab. IX-81</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : % de NR en fonction des différentes altérations abiotiques.	218
<b>Tab. IX-82</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	219
<b>Tab. IX-83</b> (La Baume de Gigny ; couche XII, XIII, XIV) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	220
<b>Tab. IX-84</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Composition de l'assemblage.	221
<b>Tab. IX-85</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Représentations squelettiques.	222
<b>Tab. IX-86</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Fragmentation des os longs et fragmentation globale.	224
<b>Tab. IX-87</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Circonférence des diaphyses et des extrémités d'os longs.	224

<b>Tab. IX-88</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	225
<b>Tab. IX-89</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	226
<b>Tab. IX-90</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	227
<b>Tab. IX-91</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores.	228
<b>Tab. IX-92</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	229
<b>Tab. IX-93</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	229
<b>Tab. IX-94</b> (La Baume de Gigny ; couche VIII) : Description des retouchoirs.	230
<b>Tab. IX-95</b> (La Baume de Gigny) : Nombre de taxon, richesse et diversité spécifique.	231
<b>Tab. IX-96</b> (La Baume de Gigny) : Nombre de restes présentant des traces de charriage à sec.	237

## Conclusions et Synthèse sur la Baume de Gigny

<b>Tab. X-1</b> (La Baume de Gigny) : Spectres fauniques des sites dont l'âge correspond à la fin du stade 5.	250
<b>Tab. X-2</b> (La Baume de Gigny) : Corrélation des rangs de Spearman entre la couche XX de la Baume de Gigny et les autres sites dont l'âge correspond au MIS 5a.	251

## Présentation du site de Vergisson II

<b>Tab. XI-1</b> (Vergisson II) : Liste faunique et décompte des espèces de mammifères déterminées.	260
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Etude biométrique des taxons

<b>Tab. XII-1</b> (Vergisson II) : Résultats statistiques des comparaisons inter-site des données biométriques des éléments squelettiques de Renne.	262
<b>Tab. XII-2</b> (Vergisson II) : Résultats statistiques des comparaisons inter-site des données biométriques des éléments squelettiques de Cheval.	264
<b>Tab. XII-3</b> (Vergisson II) : Résultats statistiques des comparaisons inter-site des données biométriques des éléments squelettiques de Bovinés.	265

## Etude taphonomique et archéozoologique de la couche 2 de la grotte de Vergisson II

<b>Tab. XIII-1</b> (Vergisson II) : Composition de l'assemblage.	268
<b>Tab. XIII-2</b> (Vergisson II) : Représentation squelettiques des Herbivores.	270
<b>Tab. XIII-3</b> (Vergisson II) : Comparaison du nombre d'os courts entre les anciennes fouilles et les fouilles de J. Combier.	273
<b>Tab. XIII-4</b> (Vergisson II) : Comparaison du nombre de phalanges mises au jour entre les anciennes fouilles et les fouilles de J. Combier.	273
<b>Tab. XIII-5</b> (Vergisson II) : NME par rang dentaire.	278
<b>Tab. XIII-6</b> (Vergisson II) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.	279
<b>Tab. XIII-7</b> (Vergisson II) : Equation de transfert pour l'estimation de l'âge à partir des dents déciduales.	280
<b>Tab. XIII-8</b> (Vergisson II) : NME par rang dentaire. En grisée : l'élément fournissant le plus fort NME.	282
<b>Tab. XIII-9</b> (Vergisson II) : Représentation squelettiques des Carnivores.	284
<b>Tab. XIII-10</b> (Vergisson II) : Etude de la fragmentation.	288
<b>Tab. XIII-11</b> (Vergisson II) : Circonférence des os longs.	288
<b>Tab. XIII-12</b> (Vergisson II) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	289
<b>Tab. XIII-13</b> (Vergisson II) : Répartition des restes en fonction des stades de <i>weathering</i> .	291
<b>Tab. XIII-14</b> (Vergisson II) : Nombre de restes avec des traces des végétaux.	293
<b>Tab. XIII-15</b> (Vergisson II) : Nombre et pourcentage de pièces avec des traces de Carnivores (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées	294
<b>Tab. XIII-16</b> (Vergisson II) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments	297

squelettiques.

<b>Tab. XIII-17</b> (Vergisson II) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces anthropiques (en fonction des espèces) ainsi que des types de traces observées.	298
<b>Tab. XIII-18</b> (Vergisson II) : Répartition des traces anthropiques sur les éléments squelettiques de Renne.	298
<b>Tab. XIII-19</b> (Vergisson II) : Répartition des traces anthropiques sur les éléments squelettiques de Cheval.	302
<b>Tab. XIII-20</b> (Vergisson II) : Répartition des traces anthropiques sur les éléments squelettiques de Bison.	303
<b>Tab. XIII-21</b> (Vergisson II) : Description des retouchoirs.	305

## Conclusion et Synthèse sur la grotte de Vergisson II

<b>Tab. XIV-1</b> (Vergisson II) : Saisonnalité déduite des divers éléments du Renne et du Cheval.	308
<b>Tab. XIV-2</b> (Vergisson II) : Corrélations des rangs de Spearman entre les profils squelettiques des espèces.	309
<b>Tab. XIV-3</b> (Vergisson II) : Comparaison des spectres fauniques des sites ayant livré une industrie lithique rattachée au faciès M. charentien de type Quina (NRD).	312
<b>Tab. XIV-4</b> (Vergisson II) : Corrélations des rangs de Spearman entre la couche 2 de Vergisson II et les sites ayant livré une industrie Moustérienne charentienne de type Quina.	312
<b>Tab. XIV-5</b> (Vergisson II) : Comparaison des associations fauniques avec des sites moustériens du Sud de la Bourgogne.	313

## Etude taphonomique et archéozoologique d'Oetrance

<b>Tab. XVI-1</b> (Oetrance) : Nombre de restes total, Nombre de restes déterminés anatomiquement et taxonomiquement, Nombre de restes déterminés anatomiquement seulement et pourcentage de détermination.	325
<b>Tab. XVI-2</b> (Oetrance) : Pourcentage de chaque sous-division.	325
<b>Tab. XVI-3</b> (Oetrance) : Nombre de restes déterminés et Nombre minimum d'individus pour chaque espèce.	326
<b>Tab. XVI-4</b> (Oetrance) : Représentations squelettiques des Herbivores.	327
<b>Tab. XVI-5</b> (Oetrance) : Estimation de l'âge des Chevaux à partir des hauteurs de couronne.	334
<b>Tab. XVI-6</b> (Oetrance) : Représentations squelettiques des Carnivores.	340
<b>Tab. XVI-7</b> (Oetrance) : Représentations squelettiques des Lagomorphes et Rongeurs.	342
<b>Tab. XVI-8</b> (Oetrance) : Etude de la fragmentation globale et des os longs.	343
<b>Tab. XVI-9</b> (Oetrance) : Circonférences des diaphyses et des extrémités.	343
<b>Tab. XVI-10</b> (Oetrance) : Type de cassure et état de fraîcheur de l'os lors de sa fragmentation.	344
<b>Tab. XVI-11</b> (Oetrance) : Corrélations des rangs de Spearman des altérations taphonomiques.	345
<b>Tab. XVI-12</b> (Oetrance) : Etat de conservation.	346
<b>Tab. XVI-13</b> (Oetrance) : Lisibilité des surfaces corticales des restes osseux.	347
<b>Tab. XVI-14</b> (Oetrance) : Altérations biologiques non carnivores et non humaines.	348
<b>Tab. XVI-15</b> (Oetrance) : Nombre et pourcentage de pièces comportant des traces de carnivore ainsi que des types de traces observées.	349
<b>Tab. XVI-16</b> (Oetrance) : Représentation squelettique des éléments présentant des traces liées à l'activité des carnivores en fonction des classes de tailles.	350
<b>Tab. XVI-17</b> (Oetrance) : Eléments portant des traces de Carnivores en fonction des espèces.	350
<b>Tab. XVI-18</b> (Oetrance) : Localisation des traces de crocs des Carnivores sur les éléments squelettiques.	350
<b>Tab. XVI-19</b> (Oetrance) : Eléments portant des traces anthropiques en fonction des espèces.	352



# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>Cadre de l'étude</b>	3
I. Les variations climatiques	3
II. Réponses de l'écosystème aux changements climatiques.	7
III. Reconstitution des paléoenvironnements	8
III.1. Les sédiments	8
III.2. La flore	8
III.3. La faune	9
IV. Climat et Environnement de 140.000 ans (fin MIS 6) à 24.000 ans (fin MIS3) dans l'Est de la France.	9
	11
<b>METHODES</b>	11
<b>1. Géochimie des isotopes stables de l'oxygène</b>	13
I. Définition	13
II. Les isotopes de l'oxygène et les reconstitutions paléoenvironnementales	14
II.1. Isotope de l'oxygène et climat	14
II.2. De l'environnement au fluide des mammifères	16
II.2.1. Flux entrant	16
II.2.1.1 Oxygène provenant de l'eau de boisson	16
II.2.1.2. Oxygène provenant de la nourriture	16
II.2.1.3. Oxygène provenant de l'atmosphère	17
II.2.2 Flux sortant	17
II.2.2.1 Oxygène provenant de l'eau liquide	17
II.2.2.2 Oxygène provenant de la vapeur d'eau	17
II.2.2.3 Oxygène provenant du dioxyde de carbone	17
II.2.3 Le fractionnement isotopique lors du passage environnement / mammifère	18
II.3. Du fluide des mammifères à l'émail dentaire	18
II.3.1 La dent comme enregistreur climatique	18
II.3.2 Minéralisation de la dent	19
II.3.3 Rang dentaire et enregistrement isotopique	20
II.4. De l'émail à la valeur isotopique de l'échantillon	21
II.4.1 Méthode de prélèvements	21
II.4.2 Chimie des phosphates	21
II.4.3 Extraction	22
II.4.4 Spectrométrie de masse	22
<b>2. Méthodes basées sur les associations fauniques</b>	23
I. Richesse spécifique et diversité	23
II. Les Niches écologiques	24
III. Les Histogrammes écologiques	26
IV. Les Cénogrammes	27
<b>3. Champs d'observations</b>	29
I. Enregistrement des restes fauniques.	29
I.1. Les données de terrain.	29
I.2. Les données paléontologiques	29
I.2.1. Détermination taxonomique	29
I.2.2. Détermination anatomique	29
I.3. Données taphonomiques	30
I.3.1. Etat de conservation	31
I.3.1.1. Etat des surfaces	31
I.3.1.2. Fragmentation	32
I.3.1.3. Les cassures	32
I.3.2. Altérations chimiques	33

I.3.2.1. Dissolution	34
I.3.2.2. Oxydation	34
I.3.2.3. Concrétion	34
I.3.3. Altérations physiques	34
I.3.3.1. Les fissures	34
I.3.3.2. L'abrasion	35
I.3.3.3. Desquamation	35
I.3.3.4. Strie de charriage à sec et de piétinement	35
I.3.4. Altérations biologiques	36
I.3.4.1. Vermiculation	36
I.3.4.2. L'action des rongeurs	36
I.3.4.3. L'action des carnivores	36
I.3.4.4. L'action de l'Homme	37
<b>4. Analyse taphonomique et archéozoologique des assemblages</b>	<b>39</b>
I. Les unités de décomptes	39
I.1. Unités descriptives	39
I.2. Unités analytiques	39
II. Représentativité de l'échantillon	41
II.1. Les biais	41
II.1.1. Les Biais liés à la fouille	41
II.1.2. Les biais liés au stockage du matériel	43
II.1.3. Les biais liés à la détermination	43
II.2. Connexions et remontages	44
III. Représentation squelettique	45
III.1. Conservation différentielle	45
III.2. Répartition spatiale	46
IV. Structure des cohortes	46
IV.1. Age	46
IV.1.1. Eruption dentaire	46
IV.1.2. Usure dentaire	47
IV.1.3. Epiphysation des os	47
IV.1.4. Age des foetus	48
IV.2. Sexe	48
IV.2.1. Caractère sexuel discriminant	48
IV.2.2. Dimorphisme	49
V. Taphonomie	49
V.1. La fragmentation	50
V.1.1. Etude qualitative de la fragmentation	50
V.1.2. Etude qualitative de la fragmentation	52
V.2. Etude des altérations	52
V.2.1. Altération abiotique	52
V.2.1.1. Action de l'eau	52
V.2.1.2. Action du climat	53
V.2.1.3. Action des sédiments	54
VI. Activité des Carnivores	55
VII. Activité anthropique	56
VII.1. Traitement des carcasses	56
VII.1.1. Eviscération	56
VII.1.2. Prélèvement de la peau	56
VII.1.3. Désarticulation	57
VII.1.4. Récupération de la viande	57
VII.1.5. Récupération de la moelle	58
VII.1.6. Récupération de la graisse	58
VII.1.7. Récupération des tendons	58
VII.1.8. L'utilisation comme combustible	58
VII.1.9. Les os à impressions	58
VII.2. Transport des carcasses	59
VII.3. Mode d'acquisition et stratégie de chasse	61
VII.3.1. Mode d'acquisition	61

VII.3.2. Stratégie de chasse	62
VII.4. Type de site	63
<b>LA BAUME DE GIGNY</b>	<b>65</b>
<b>1. Présentation du site de la Baume de Gigny</b>	<b>67</b>
I. Localisation géographique, contexte géologique	67
II. Historique des fouilles et des recherches	69
III. Stratigraphie	71
III.1. Les niveaux historiques et protohistoriques	71
III.1.1. Couche I	71
III.1.2. Couche II	71
III.1.3. Couche III	71
III.2. L'ensemble supérieur	72
III.2.1. Couche IV	72
III.2.2. Couche V	72
III.2.3. Couche VI	72
III.3. L'ensemble moyen à industrie moustérienne	72
III.3.1. Couche VII	72
III.3.2. Couche VIII	72
III.3.3. Couche IX	72
III.3.4. Couche X	73
III.3.5. Couche XI	73
III.3.6. Couche XII	73
III.3.7. Couche XIII	73
III.3.8. Couche XIV	73
III.3.9. Couche XV	73
III.3.10. Couche XVI	73
III.3.11. Couche XVII	74
III.3.12. Couche XVIII	74
III.3.13. Couche XIX	74
III.3.14. Couche XX	74
III.4. L'ensemble inférieur	74
III.4.1. Couche XXI	74
III.4.2. Couche XXII	75
III.4.3. Couche XXIII	75
III.4.4. Couche XXIV	75
III.4.5. Couche XXV	75
III.4.6. Couche XXVI	75
III.4.7. Couche XXVII	75
III.4.8. Couche XXVIII	75
IV. Description des couches étudiées	76
IV.1. Couche VIII	77
IV.1.1. Sédimentologie	77
IV.1.2. Faune	77
IV.1.3. Palynologie	78
IV.2. Couche IX à XIV	79
IV.2.1. Sédimentologie	79
IV.2.2. Faune	79
IV.2.3. Palynologie	80
IV.3. Couche XV	81
IV.3.1. Sédimentologie	81
IV.3.2. Faune	81
IV.3.3. Industrie lithique	82
IV.4. Couche XVI	83
IV.4.1. Sédimentologie	83
IV.4.2. Faune	83
IV.4.3. Palynologie	84
IV.4.4. Industrie lithique	84
IV.5. Couche XVII-XVIII	85

IV.5.1. Sédimentologie	85
IV.5.2. Faune	85
IV.5.3. Industrie lithique	86
IV.6. Couche XIX	86
IV.6.1. Sédimentologie	86
IV.6.2. Faune	86
IV.6.3. Industrie lithique	87
IV.7. Couche XX	88
IV.7.1. Sédimentologie	88
IV.7.2. Faune	88
IV.7.3. Industrie lithique	89
IV.8. Couche XXla	89
IV.8.1. Faune	90
IV.8.2. Industrie lithique	90
<b>2. Etudes géochimiques de la grande faune de la Baume de Gigny</b>	91
I. Couche XXla	92
II. Couche XX	95
III. Couche XIXc	95
IV. Couche XIXb	97
V. Couche XIXa	97
VI. Couche XVI	98
VII. Couche XV	98
VIII. Couche IX	100
IX. Couche VIII	101
X. Etude diachronique	101
XI. Comparaison avec les données isotopiques des Rongeurs de la Baume de Gigny	104
XII. Comparaison inter-site	106
<b>3. Caractérisation du climat et de l'environnement de la Baume de Gigny</b>	109
I. Couche XXla	109
II. Couche XX	109
III. Couche XIX	110
IV. Couche XVII-XVIII	110
V. Couche XVI	111
VI. Couche XV	111
VII. Couche XIV	112
VIII. Couche XIII	112
IX. Couche XII	113
X. Couche XI	113
XI. Couche X	113
XII. Couche IX	113
XIII. Couche VIII	114
<b>4. Etude taphonomique et archéozoologique de la Baume de Gigny</b>	117
I. Présentation du matériel	117
II. Représentativité de l'échantillon	119
III. Couche XXla	120
III.1. Caractérisation des espèces	121
III.1.1. Le Cerf	122
III.1.1.1. Représentation squelettique	122
III.1.1.2. Age et Sexe des individus	122
III.1.2. Le Cheval	123
III.1.2.1. Représentation squelettique	123
III.1.2.2. Age et sexe des individus	123
III.1.3. Le Lion des cavernes	123
III.2. Etude taphonomique	124
III.2.1. La fragmentation	124

III.2.2. Les altérations abiotiques	125
III.2.2.1. Action de l'eau	126
III.2.2.2. Action du climat	126
III.2.2.3. Action du sédiment	126
III.2.3. Les altérations biologiques non humaines	127
III.3. Activité anthropique	127
IV. Couche XX	127
IV.1. Caractérisation des espèces	129
IV.1.1. Le Cerf	129
IV.1.1.1. Représentation squelettique	129
IV.1.1.2. Age et sexe des individus	131
IV.1.2. Le Cheval	131
IV.1.2.1. Représentation squelettique	131
IV.1.2.2. Age et Sexe des individus	132
IV.1.3. Le Bison	132
IV.1.4. Le Renard	133
IV.1.5. L'Ours	133
IV.2. Etude taphonomique	133
IV.2.1. La fragmentation	133
IV.2.2. Les altérations abiotiques	134
IV.2.2.1. Action de l'eau	134
IV.2.2.2. Action du climat	135
IV.2.2.3. Action du sédiment	135
IV.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	136
IV.3. Activité des Carnivores	136
IV.3.1. Impact des Carnivores	136
IV.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	136
IV.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche	136
IV.4. Activité anthropique	138
IV.4.1. Le Cerf	138
IV.4.1.1. Stries de découpe	140
IV.4.1.2. Fracturation	141
IV.4.2. Le Cheval	144
IV.4.2.1. Stries de découpe	145
IV.4.2.2. Fracturation	146
IV.4.2.3. Transport des carcasses	146
IV.4.3. Le Bison	147
IV.4.4. Les Os brûlés	147
IV.4.5. Les Os à impression	147
V. Couche XIX	149
V.1. Caractérisation des espèces	150
V.1.1. Le Cheval	152
V.1.1.1. Représentation squelettique	152
V.1.1.2. Age et sexe des individus	153
V.1.2. Le Cerf	155
V.1.2.1. Représentation squelettique	155
V.1.2.2. Age et sexe des individus	156
V.1.3. Le Bison	156
V.1.4. Le Renne	157
V.1.5. Le Mégacéros	157
V.1.6. L'Ours	157
V.1.7. Le Renard	157
V.1.8. Le Loup	158
V.2. Etude taphonomique	158
V.2.1. La fragmentation	158
V.2.2. Les altérations abiotiques	160
V.2.2.1. Action de l'eau	161
V.2.2.2. Action du climat	161
V.2.2.3. Action du sédiment	161
V.2.3. Les altérations biologiques non Carnivores et non Humaines	162

V.3. Activité des Carnivores	162
V.3.1. Impact des Carnivores	162
V.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	163
V.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche	163
V.4. Activité anthropiques	165
V.4.1. Le Cerf	166
V.4.1.1. Stries de découpe	167
V.4.1.2. Fracturation	168
V.4.1.3. Transport des carcasses	169
V.4.2. Le Cheval	170
V.4.2.1. Stries de découpe	172
V.4.2.2. Fracturation	173
V.4.2.3. Transport des carcasses	173
V.4.3. Le Bison	175
V.4.4. Le Mégacéros	175
V.4.5. Le Renne	176
V.4.6. Les os brûlés	176
V.4.7. Les os à impressions	177
VI. Couche XVII-XVIII	178
VI.1. Caractérisation des espèces	179
VI.1.1. Le Cheval	179
VI.1.1.1. Représentation squelettique	179
VI.1.1.2. Age et sexe des individus	179
VI.1.2. Le Cerf	181
VI.1.3. Le Renne	181
VI.1.4. Le Bouquetin	182
VI.1.5. L'Ours	182
VI.1.6. Les autres espèces	182
VI.2. Etude taphonomique	182
VI.2.1. La fragmentation	182
VI.2.2. Les altérations abiotiques	184
VI.2.2.1. Action de l'eau	184
VI.2.2.2. Action du climat	185
VI.2.2.3. Action du sédiment	185
VI.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	186
VI.3. Activité des Carnivores	186
VI.3.1. Impact des Carnivores	186
VI.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	186
VI.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche	187
VI.4. Activité anthropique	189
VI.4.1. Le Cheval	189
VI.4.2. Le Cerf	191
VI.4.3. Le Mégacéros	191
VI.4.4. Le Bison	191
VI.4.5. Le Renne	191
VI.4.6. Les os à impressions	191
VII. Couche XVI	192
VII.1. Caractérisation des espèces	193
VII.1.1. Le Renne	193
VII.1.2. Le Cerf	193
VII.1.3. Le Bison	194
VII.1.4. Le Cheval	194
VII.1.5. Les autres espèces	194
VII.2. Etude taphonomique	195
VII.2.1. La fragmentation	195
VII.2.2. Les altérations abiotiques	196
VII.2.2.1. Action de l'eau	197
VII.2.2.2. Action du climat	197
VII.2.2.3. Action du sédiment	197
VII.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	198

VII.3. Activité des Carnivores	198
VII.3.1. Impact des Carnivores	198
VII.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	198
VII.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche	198
VII.4. Activité anthropique	200
VII.4.1. Le Cerf	200
VII.4.2. Le Cheval	201
VII.4.3. Le Bison	201
VII.4.4. Le Renne	202
VII.4.5. Le Chevreuil	202
VII.4.6. Les os brûlés	202
VII.4.7. Les os à impressions	203
VIII. Couche XV	203
VIII.1. Caractérisation des espèces	204
VIII.1.1. Le Cerf	204
VIII.1.2. Le Cheval	204
VIII.1.3. Le Renne	205
VIII.1.4. Le Bison	205
VIII.1.5. Les autres espèces.	205
VIII.2. Etude taphonomique	205
VIII.2.1. La fragmentation	205
VIII.2.2. Les altérations abiotiques	207
VIII.2.2.1. Action de l'eau	208
VIII.2.2.2. Action du climat	208
VIII.2.2.3. Action du sédiment	208
VIII.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	209
VIII.3. Activité des Carnivores	209
VIII.3.1. Impact des Carnivores	209
VIII.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	209
VIII.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche	209
VIII.4. Activité anthropique	211
VIII.4.1. Le Cerf	211
VIII.4.2. Le Bison	213
VIII.4.3. Le Cheval	213
VIII.4.4. Le Chevreuil	213
VIII.4.5. Le Renne	214
VIII.4.6. Les os à impressions	214
IX. Couche XII, XIII et XIV	214
IX.1. Caractérisation des espèces	217
IX.1.1. Couche XIV	217
IX.1.2. Couche XIII	217
IX.1.3. Couche XIV	217
IX.2. Etude taphonomique	218
IX.2.1. La fragmentation	218
IX.2.2. Les altérations abiotiques	218
IX.2.2.1. Action de l'eau	218
IX.2.2.2. Action du climat	219
IX.2.2.3. Action du sédiment	219
IX.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	219
IX.3. Activité des Carnivores	220
IX.4. Activité anthropique	220
X. Couche VIII	220
X.1. Caractérisation des espèces	221
X.1.1. Chevreuil	222
X.1.1.1. Représentation squelettique	222
X.1.1.2. Age et sexe des individus	222
X.1.2. Le Cerf	222
X.1.2.1. Représentation squelettique	222
X.1.2.2. Age et sexe des individus	223
X.1.3. Le Cheval	223

X.1.4. Le Renne	223
X.1.5. Les autres espèces	223
X.2. Etude taphonomique	224
X.2.1. La fragmentation	224
X.2.2. Les altérations abiotiques	225
X.2.2.1. Action de l'eau	226
X.2.2.2. Action du climat	226
X.2.2.3. Action du sédiment	226
X.2.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	227
X.3. Activité des Carnivores	227
X.3.1. Impact des Carnivores	227
X.3.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	228
X.3.3. Rôle des Carnivores dans la couche	228
X.4. Activité anthropique	229
X.4.1. Le Cerf	229
X.4.2. Le Cheval	229
X.4.3. Le Renne	230
X.4.4. Le Castor	230
X.4.5. Les os brûlés	230
X.4.6. Les os à impressions	230
XI. Synthèse de l'étude taphonomique et archéozoologique	231
XI.1. Richesse et Diversité	231
XI.2. Etude Taphonomique	234
XI.2.1 La fragmentation	234
XI.2.2 Les altérations abiotiques	235
XI.3. Activité des Carnivores	236
XI.1.1. Impact des Carnivores	238
XI.2.1. Origine des Carnivores dans l'assemblage	239
XI.4. Activité anthropique	239
<b>5. Conclusions et Synthèse sur la Baume de Gigny</b>	<b>241</b>
I. Conclusion	241
I.1. couche XXIa	241
I.2. couche XX	242
I.3. couche XIX	243
I.4. couche XVII-XVIII	245
I.5. couche XVI	245
I.6. couche XV	246
I.7. couche XII, XIII et XIV	247
I.8. couche VIII	247
<b>Calage biochronologique de la Baume de Gigny</b>	<b>248</b>
<b>Synthèse</b>	<b>251</b>
	253
<b>VERGISSON II</b>	
<b>1. Présentation du site de Vergisson II</b>	<b>255</b>
I. Localisation géographique, contexte géologique	255
II. Historique des fouilles et des recherches	256
II.1. Etude de l'industrie lithique de la couche 2	259
II.2. Etude de l'assemblage osseux de la couche 2	259
<b>2. Etude biométrique des taxons</b>	<b>261</b>
I. <i>Rangifer tarandus</i>	261
II. <i>Equus caballus</i>	263
III. Les Bovinés	265
<b>3. Etude taphonomique et archéozoologique de la couche 2 de la grotte de Vergisson II</b>	<b>267</b>
I. Présentation du matériel	267
II. Caractérisation des espèces	270
II.1. Les Herbivores	270



II.1.1. Le Renne	271
II.1.1.1. Représentation squelettique	271
II.1.1.2. Age et Sexe des individus	274
II.1.2. Le Cheval	276
II.1.2.1. Représentation squelettique	276
II.1.2.2. Age et sexe des individus	278
II.1.3. Le Bison	280
II.1.3.1. Représentation squelettique	280
II.1.3.2. Age et sexe des individus	282
II.1.4. Les Herbivores secondaires	283
II.2. Carnivore	284
II.2.1. Le Renard	285
II.2.2. Le Loup	286
II.2.3. Les Carnivores secondaires	286
II.3. Lagomorphe et Rongeur	287
III. Étude taphonomique	288
III.1. La fragmentation	288
III.2. Les altérations abiotiques	290
III.2.1. Action de l'eau	291
III.2.2. Action du climat	291
III.2.3. Action du sédiment	292
III.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	293
IV. Activité des Carnivores	293
IV.1. Impact des Carnivores	293
IV.2. Origine de la présence des Carnivores dans la couche	295
IV.3. Rôle des Carnivores dans l'accumulation	295
V. Activité anthropique	297
V.1. Le Renne	298
V.2. Le Cheval	301
V.3. Le Bison	302
V.4. Autres espèces	304
V.5. Les os à impressions	305
<b>4. Conclusion et Synthèse sur la grotte de Vergisson II</b>	307
<b>Stratégie d'acquisition</b>	308
<b>Transport des carcasses</b>	309
<b>Exploitation des carcasses</b>	310
<b>Faciès culturel, Environnement et Chronologie</b>	311
<b>Comparaisons du site de Vergisson II avec les sites moustériens du sud de la Bourgogne.</b>	313
<b>Comparaison entre les sites du Sud de la Bourgogne et les sites du Sud du Jura.</b>	314
	317
<b>OETRANGE</b>	
<b>1. Présentation du site d'Oetrange</b>	319
I. Localisation géographique, contexte géologique	319
II. Historique des fouilles et des recherches	320
II.1. Historique des fouilles	320
II.2. Stockage du matériel	321
II.3. Historique des recherches	321
<b>2. Étude taphonomique et archéozoologique d'Oetrange</b>	325
I. Présentation du matériel	325
II. Caractérisation des espèces	326
II.1. Herbivore	326
II.1.1. Le Renne	327
II.1.1.1. Représentation squelettique	327
II.1.1.2. Age et sexe des individus	329
II.1.2. Le Cheval	331
II.1.2.1. Représentation squelettique	331
II.1.2.2. Age et sexe des individus	333
II.1.3. Le Bison	334

II.1.3.1 Représentation squelettique	334
II.1.3.2. Age et sexe des individus	336
II.1.4. Le Cerf	337
II.1.4.1 Représentation squelettique	337
II.1.4.2. Age et sexe des individus	339
II.1.5. Les autres herbivores	340
II.2. Carnivore	340
II.3. Lagomorphe et Rongeur	341
III. Etude taphonomique	342
III.1. La fragmentation	342
III.2. Les altérations abiotiques	344
III.2.1. L'action de l'eau	345
III.2.2. L'action du climat	346
III.2.3. L'action du sédiment	347
III.3. Les altérations biologiques non carnivores et non humaines	348
IV. L'activité des Carnivores	348
V. Activité anthropique	351
<b>3. Conclusion et Synthèse sur le site d'Oetrange</b>	<b>355</b>
<b>Conclusion</b>	<b>355</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>357</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>363</b>
<b>Table des figures</b>	<b>385</b>
<b>Table des tableaux</b>	<b>391</b>



## **Résumé :**

Les économies de subsistances des Hommes préhistoriques sont en étroite relation avec les paléoenvironnements. Ainsi les facteurs climatiques sont prépondérants dans les activités et les modes d'occupation des territoires par les groupes humains paléolithiques.

Ce travail mené est donc largement pluri-disciplinaire associant des méthodes qualitatives et quantitatives de reconstitutions paléoclimatiques et paléoenvironnementales combinées aux études taphonomique et archéozoologique des assemblages osseux. Le site de la Baume de Gigny (Jura) dont l'archéoséquence sert de référence pour l'Est de la France pour le Paléolithique moyen, se prête tout à fait à de telles approches. L'étude du climat est réalisée principalement à partir des isotopes de l'oxygène issus du phosphate de l'émail dentaire de Cheval, de Cerf et de Renne. Les environnements sont appréhendés par associations fauniques analysées selon les méthodes des cénogrammes ou encore des histogrammes écologiques.

Cette étude a également permis de caler biochronologiquement le complexe moyen de la Baume de Gigny qui s'étendrait de l'OIS 5a (couche XX) à l'OIS 3 (couche VIII). Le pléniglaciaire de l'OIS 4 ne serait pas enregistré et pourrait signaler l'abandon de ces régions péri-montagneuses par les Hommes préhistoriques.

L'étude intégrée du climat et des modes de subsistances démontre une variabilité dans la gestion des ressources, dans la fonction du site et dans l'occupation du territoire franc-comtois au Moustérien. La séquence montre un refroidissement progressif entre les couches archéologiques XX à XVI en relation avec une diversification des espèces exploitées. Le Cerf et le Cheval constituent toutefois les espèces principales. Plus les conditions sont rigoureuses, plus la durée de l'occupation se réduit.

Un deuxième site, Vergisson II (Saône et Loire) souligne également la grande variabilité des comportements humains au Paléolithique Moyen, la période d'occupation de la cavité correspondant à celle non documentée à La Baume de Gigny. A l'instar de nombreux sites français de cette période (pléniglaciaire OIS4) l'industrie lithique de la couche 2 de Vergisson II se rattache à un Moustérien charentien de type Quina avec une exploitation de gibier principalement orientée vers le Renne.

Enfin l'étude du site d'Oetrange (Luxembourg) a permis de dégager les principaux critères distinctifs entre accumulations d'origine naturelle et celles d'origine anthropiques.

**Mots-clés :** paléoenvironnement, climat, Paléolithique Moyen, OIS 6-3, isotope de l'oxygène, archéozoologie, subsistance, Néandertal, Baume de Gigny, Vergisson II, Oetrange, Est France, Luxembourg.

## **Abstract :**

Subsistence strategies are close related to palaeoenvironment. Climate influences the settlement pattern of the human groups and their subsistence.

This work is a multidisciplinary approach. Different methods are used to make reconstitutions of past climate and past environment. At this data, we have integrated a zooarchaeology study in order to understand how climate influence the subsistence. La Baume de Gigny is a well stratified sequence from 140 ka B.P. to 32 ka B.P. Climate parameters have been estimated with the oxygen isotope from the phosphate tooth enamel of large mammals (Horse, Red deer and Reindeer). The environment has been approached by the use of faunal spectrum, cenogramme, ecological histogram.

This study allows to date the middle complex of the Baume de Gigny from OIS 5a (layer XX) to OIS 3 (layer VIII). The pleniglacial of OIS 4 was not registered at this site. The integrated analyse shows the variability of the control of resources, of the site's function and of the pattern of settlements of the franche-comté region during the Moustérien. The sequence of the middle complex shows a slightly cooling trend from layer XX to XVI. The faunal exploitation indicates an increase of the diversity. Nevertheless Red deer and Horses are the main species exploited. When climate become colder, the time of cavity occupation decreases.

The site of Vergisson II (Saône et Loire) underline the variability of humans behaviours during the Middle Palaeolithic. The cave occupation of this cave corresponds to the absence of occupation of La Baume de Gigny. Like in the others French sites, the Vergisson II cave delivered stone artefact which corresponds to a "Mousterian charentien de type Quina". Reindeer constitute the main source of meat.

To conclude, Oetrange is a natural pitfall which permits to compare data from archaeological and natural site.

**Key-words :** palaeoenvironment, climate, Middle Palaeolithic, OIS 6-3, oxygen isotope, zooarchaeology, subsistence, Neandertal, Baume de Gigny, Vergisson II, Oetrange, East France, Luxembourg.