

Université de Montréal

**Étude diachronique de la relation entre le climat et la  
mobilité de Néandertal dans le sud-ouest de la France au  
Paléolithique moyen telle qu'exprimée par ses choix  
technologiques et cynégétiques**

par  
Jean Tremblay

Département d'Anthropologie  
Université de Montréal

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M. Sc.)  
en Anthropologie

Juillet 2016

© Jean Tremblay, 2016

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Étude diachronique de la relation entre le climat et la mobilité de Néandertal dans le sud-ouest  
de la France au Paléolithique moyen telle qu'exprimée  
par ses choix technologiques et cynégétiques

Présenté par :  
Jean Tremblay

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Ariane Burke, directrice de recherche  
Michelle Drapreau, membre du jury  
Julien Riel-Salvatore, président rapporteur

## Résumé

Le sud-ouest de la France fut occupé de façon continue par Néandertal des stades isotopiques 6 à 3 inclusivement. Cinquante-quatre niveaux d'occupation répartis sur 20 sites archéologiques de cette région ont été étudiés dans le but d'établir une relation entre les fluctuations climatiques du Pléistocène récent et la mobilité des groupes néandertaliens telle qu'elle s'exprime par leurs choix technologiques et cynégétiques. Les données climatiques furent établies à partir d'informations provenant de carottes glaciaires, terrestres et marines. Les données technologiques furent dérivées de la description faite par Delagnes et Rendu (2011) des caractéristiques intrinsèques propres à la mobilité associées aux 4 principaux techno-complexes retrouvés dans cet espace géographique (Levallois, Quina, Moustérien de Tradition Acheuléenne (MTA) et Discoïde Denticulé). Les données cynégétiques furent basées sur le pourcentage relatif des taxons ainsi que sur l'éthologie des cinq principaux taxons chassés par Néandertal au cours de cette période : le renne, le bison, le cerf élaphe, le cheval et le chevreuil. Ces trois types de données furent convertis en coefficients afin de quantifier la nature de leurs interrelations à l'aide de représentations graphiques en deux et trois dimensions, d'analyses de régressions simples et multiples ainsi que par l'étude d'agglomérats (clusters). Nos résultats confortent l'hypothèse de Delagnes et Rendu (2011) et démontrent que les débitages Quina et Discoïde Denticulé, présentant le plus fort potentiel de mobilité, sont associés aux espèces les plus mobiles; que le débitage Levallois, identifié comme présentant le plus faible potentiel de mobilité, est associé aux faunes moins mobiles; et que le biface du MTA apparaît comme une production lithique aux qualités de mobilité hybrides qui est associée à une faune variée. Les résultats tendent également à démontrer des activités qui impliquent une plus grande mobilité pour des conditions climatiques plus précaires et des activités qui impliquent une mobilité plus restreinte pour des conditions climatiques tempérées sauf dans le cas de chasses spécialisées. Le meilleur prédicteur pour le choix technologique associé à la mobilité se présente comme le partage du savoir issu de la multiplication des connaissances en tailles lithiques acquises au fil du temps et donc, la culture. Le climat y aurait joué un rôle somme toute secondaire.

**Mots-clés :** Néandertal, Climat, Mobilité, Technologie, Cynégétique

## **Abstract**

South-Western France was occupied by Neanderthal on a continuous basis from Marine Isotope Stages 6 to 3 inclusively. Fifty four levels of occupation from 20 archaeological sites located in this region were studied in order to identify the relationship between Pleistocene climate variations and the mobility of Neanderthal groups as measured by their technological behavior and choice in hunting strategy. Climate data were obtained from glacial, terrestrial and marine cores. Technological data were derived from the description provided by Delagnes and Rendu (2011) of the intrinsic mobility characteristics associated with the 4 techno-complexes found in the target region (Levallois, Quina, Mousterian of Acheulean Tradition (MAT) and Discoïd Denticulate). The faunal data were based on the relative representation of the identified species and the ethology of the five main species hunted by Neanderthal namely: reindeer, bison, red deer, horse and roe deer. These three types of data were converted into coefficients in order to quantify the nature of their inter-relationships through two- and three-dimensional displays, simple and multiple regression analyses and cluster analyses. Our results reinforce the hypothesis advanced by Delagnes and Rendu (2011) and show that Quina and Discoïd Denticulate flaking production systems, with their high mobility potential, were associated with mobile prey; that Levallois flaking, with its low mobility potential, was associated with low mobility prey; and that the MAT biface was a hybrid flaking system in terms of mobility associated with a variety of prey species. Results also tend to demonstrate that a greater mobility was mostly associated with more rigorous climatic conditions while a more limited mobility was mostly associated with more temperate conditions with the exception of specialized hunting. The best predictor of technological choices turned out to be knowledge sharing and the cumulative technical flaking skills developed through time: i.e. culture. Climate appears to have played a secondary role.

**Keywords:** Neanderthal, Climate, Mobility, Technology, Cynegetic

# Table des matières

|   |      |
|---|------|
| Résumé .....  | i    |
| Abstract.....   | ii   |
| Table des matières.....   | iii  |
| Liste des tableaux.....   | v    |
| Liste des figures .....   | viii |
| Liste des sigles .....  | x    |
| Liste des abréviations .....  | xi   |
| Remerciements.....  | xiv  |
| Introduction.....   | 1    |
| Chapitre 1 Néandertal et le Paléolithique moyen .....                     | 4    |
| 1.1 <i>Homo neanderthalensis</i> .....                                    | 4    |
| 1.2 Le Paléolithique moyen .....  | 5    |
| 1.2.1 Les techno-complexes.....   | 9    |
| 1.2.2 Les fluctuations climatiques au Paléolithique moyen.....            | 15   |
| Chapitre 2 La mobilité et ses significations.....                         | 20   |
| 2.1 Les origines de la mobilité chez Néandertal .....                     | 20   |
| 2.2 Les formes de mobilité.....   | 24   |
| 2.2.1 D'autres modèles de mobilité .....                                  | 30   |
| 2.2.2 Mobilité et cynégétique.....  | 32   |
| Chapitre 3 Méthodologie .....   | 37   |
| 3.1 Description de la base de données de Delagnes et Rendu .....          | 37   |
| 3.1.1 Informations archéologiques des niveaux d'occupations retenus ..... | 41   |
| 3.2 Analyses statistiques .....   | 49   |
| 3.2.1 Détermination des coefficients pour les trois axes (x,y,z) .....    | 49   |
| 3.2.2 Analyses statistiques et sélection finale des variables .....       | 67   |
| Chapitre 4 Résultats .....  | 72   |
| 4.1 Exploration des données archéologiques .....                          | 72   |
| 4.2 Sélections des variables pour les analyses multivariées .....         | 80   |

|               |  |       |
|---------------|--|-------|
| 4.2.1         | Analyses à deux variables .....  | 85    |
| 4.3           | Analyses multivariées .....  | 91    |
| 4.3.1         | Représentation graphique tridimensionnelle .....   | 91    |
| 4.3.2         | Régressions multiples .....  | 93    |
| 4.3.3         | Analyses par agglomérats (clusters) .....  | 95    |
| Chapitre 5    | Discussion.....  | 100   |
| 5.1           | Interprétation .....   | 100   |
| 5.1.1         | Sur le lien entre le choix technologique et les variables prédictrices; notamment le climat et le choix cynégétique..... | 101   |
| 5.1.2         | Sur la robustesse du lien dans l'espace et le temps.....   | 105   |
| 5.1.4         | Sur le bilan.....  | 107   |
| 5.2           | Précisions des données – Quatre avenues à envisager.....   | 111   |
| 5.3           | Projets de recherche à privilégier .....   | 113   |
| Conclusion    | .....  | 117   |
| Bibliographie | .....  | i     |
| Annexe 1      | Base de données de Delagnes et Rendu (2011).....   | xxv   |
| Annexe 2      | Coefficients climatiques, technologiques et cynégétiques .....   | xxix  |
| Annexe 3      | Résultats des tests ANOVA et post-hoc de Tukey .....   | xxxiv |
| Annexe 4      | Corrélations de Spearman entre les coefficients climatiques, technologiques et cynégétiques .....                        | xli   |
| Annexe 5      | La question des datations .....  | xlii  |
| Annexe 6      | Tests exploratoires à la sélection des coefficients. ....  | xliv  |
| Annexe 7      | Résultats du modèle Akaike Information Criteria pour <i>Lith1</i> et <i>Lith4</i> .....                                  | i     |
| Annexe 8      | Analyse de sensibilité du dendrogramme de Ward de la figure 19 .....   | ix    |
| Annexe 9      | Analyse de sensibilité du dendrogramme de Ward de la figure 20 .....   | x     |
| Annexe 10     | Interprétation sommaire des résultats AIC sur <i>Lith1</i> et <i>Lith4</i> .....   | xi    |

## Liste des tableaux

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Tableau I.    | Niveaux d'occupation provenant de la base de données de Delagnes et Rendu (2011) qui ont été retenus dans le cadre de notre étude .....   | 40 |
| Tableau II.   | Attribution de codes d'identification aux divers niveaux d'occupation .....   | 48 |
| Tableau III.  | Sélection de périodes du Pléistocène récent et coefficients du climat correspondants (À partir du GRIP) .....   | 51 |
| Tableau IV.   | Coefficients climatiques établis à partir des données de Guiot et al., (1989) ...   | 52 |
| Tableau V.    | Sommaire des températures ambiantes estimées pour les stades isotopiques 6 à 3.....   | 55 |
| Tableau VI.   | Détermination des coefficients <i>Lith1</i> associés aux techno-complexes en appliquant directement le schéma de la figure 12.....  | 58 |
| Tableau VII.  | Détermination des coefficients <i>Lith2</i> associés aux techno-complexes en se basant sur la figure 12 et en accordant un poids relatif plus important à la mise en forme .....  | 59 |
| Tableau VIII. | Détermination des coefficients <i>Lith2</i> associés aux techno-complexes en se basant sur la figure 12 et en accordant un poids relatif plus important pour la versatilité des supports.....                                   | 59 |
| Tableau IX.   | Détermination des coefficients <i>Lith3</i> associés aux techno-complexes en se basant sur la figure 12 et en accordant un poids relatif plus important pour la durée de vie des outils.....                                    | 60 |
| Tableau X.    | Détermination des coefficients <i>Lith4</i> pour les quatre techno-complexes principaux ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois .....   | 61 |
| Tableau XI.   | Détermination des coefficients <i>Lith5</i> pour les quatre techno-complexes ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois en appliquant un poids relatif supérieur au processus de mise en forme. .... | 62 |
| Tableau XII.  | Détermination des coefficients <i>Lith6</i> pour les quatre techno-complexes ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois en appliquant un poids relatif supérieur à la versatilité des supports.....  | 62 |

|                |   |    |
|----------------|---|----|
| Tableau XIII.  | Détermination des coefficients <i>Lith7</i> pour les quatre techno-complexes ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois en appliquant un poids relatif supérieur à la durée de vie des outils.....   | 63 |
| Tableau XIV.   | Détermination du coefficient cynégétique <i>Faune2</i> basé sur l'occupation du territoire.....   | 66 |
| Tableau XV.    | Statistiques descriptives : représentation relative des quatre techno-complexes de la base de données utilisée.....   | 73 |
| Tableau XVI.   | Niveaux d'occupations associés aux faunes les plus mobiles et %NISP correspondant.....  | 75 |
| Tableau XVII.  | Niveaux d'occupation associés aux faunes les moins mobiles et %NISP correspondant.....  | 76 |
| Tableau XVIII. | Niveaux d'occupation de la base de données de Delagnes et Rendu et interprétation actuelle de leur rôle en termes de mobilité (première partie) (A) : usage non déterminé; (B) : camp de base; (C) : site de boucherie; (D) : site d'abattage (tiré de Delagnes et Rendu (2011))..... | 78 |
| Tableau XIX.   | Niveaux d'occupation de la base de données de Delagnes et Rendu et interprétation actuelle de leur rôle en termes de mobilité (seconde partie) (A): usage non déterminé (B): camp de base; (C): site de boucherie; (D): site d'abattage (tiré de Delagnes et Rendu (2011)).....       | 79 |
| Tableau XX.    | Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique basée sur le coefficient <i>Faune3</i> .....   | 87 |
| Tableau XXI.   | Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique basée sur le coefficient <i>Faune1</i> .....   | 87 |
| Tableau XXII.  | Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique pour le stade isotopique 3 basée sur le coefficient <i>Faune3</i> .....  | 87 |
| Tableau XXIII. | Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique pour le stade isotopique 3 basée sur le coefficient <i>Faune1</i> .....  | 88 |
| Tableau XXIV.  | Coefficients du modèle AICc pour la variable dépendante <i>Lith1</i> .....  | 93 |
| Tableau XXV.   | Coefficients du modèle AICc pour la variable dépendante <i>Lith4</i> .....  | 94 |
| Tableau XXVI.  | Extrait de la base de données ayant servie aux analyses d'agglomérats par la méthode de Ward.....   | 97 |



|                 |   |        |
|-----------------|---|--------|
| Tableau XXVII.  | Coefficients climatiques <i>Clim1</i> à <i>Clim6</i> .....    | xxx    |
| Tableau XXVIII. | Coefficients climatiques <i>Clim7</i> à <i>Clim10</i> .....   | xxxI   |
| Tableau XXIX.   | Coefficients technologiques <i>Lith1</i> à <i>Lith7</i> ..... | xxxii  |
| Tableau XXX.    | Coefficients cynégétiques <i>Faune1</i> à <i>Faune3</i> ..... | xxxiii |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1. Contexte théorique de ce mémoire .....   | 2  |
| Figure 2. Les principaux acteurs dans l'interprétation des multiples dimensions de la variabilité moustérienne .....   | 8  |
| Figure 3. Les quatre principaux techno-complexes du sud-ouest de la France au Paléolithique moyen. En sens horaire en partant du haut à gauche : Nucléus Levallois; Biface du MTA; Quina; et Discoïde Denticulé .....  | 11 |
| Figure 4. Chronologie des techno-complexes considérés dans ce mémoire tel qu'elle se présente pour le sud-ouest de la France (tiré de Rendu et al., 2016 avec autorisation de W. Rendu).....   | 14 |
| Figure 5. Processus d'enrichissement et d'appauvrissement d' <sup>18</sup> O selon le climat (Source : Lacouture (2016)) .....   | 16 |
| Figure 6. Les facteurs de mobilité en lien avec les ressources recherchées.....  | 23 |
| Figure 7. Représentation du système d'établissement en lien avec la subsistance d'une économie de chasseurs-cueilleurs fourrageurs (Binford (1980)).....   | 25 |
| Figure 8. Représentation du système d'établissement logistique en lien avec la subsistance d'une économie de chasseurs-cueilleurs collecteurs. (Binford (1980)).....   | 26 |
| Figure 9. Relation théorique entre un facteur environnemental hypothétique et la réponse correspondante en termes de population d'une espèce. (Adapté de Discamps et al., (2011) et tiré de Ramade (1994)).....  | 33 |
| Figure 10. Distribution géographiques des sites archéologiques retrouvés dans la base de données (tirée de Delagnes et Rendu (2011)).....  | 39 |
| Figure 11. Variations du climat au cours du Pléistocène récent après normalisation (0 à 1) des données du GRIP .....   | 50 |
| Figure 12. Caractéristiques intrinsèques des quatre principaux techno-complexes retrouvés dans le sud-ouest de la France au Paléolithique moyen. À gauche : tiré de Delagnes et Rendu (2011). À droite : adaptation du diagramme original pour refléter les implications pour la mobilité..... | 57 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figure 13. | Distribution des niveaux d'occupation sélectionnés selon les caractéristiques proposées par Delagnes et Rendu (2011) .....  | 74  |
| Figure 14. | Corrélations Spearman entre les variables finales sélectionnées.....  | 86  |
| Figure 15. | Positionnement des niveaux d'occupation démontrant un profil de chasse spécialisée en fonction de <i>Faune3</i> et selon les techno-complexes .....   | 89  |
| Figure 16. | Positionnement des niveaux d'occupation démontrant un profil de chasse spécialisée en fonction de <i>Faune1</i> et selon les techno-complexes .....   | 90  |
| Figure 17. | Représentation tridimensionnelle de la relation entre <i>Faune1</i> , <i>Lith4</i> et <i>Clim10</i> en faisant appel aux coefficients .....   | 92  |
| Figure 18. | Représentation tridimensionnelle de la solution optimale de la relation entre les coefficients <i>Clim8</i> , <i>Faune1</i> et <i>Lith1</i> .....   | 92  |
| Figure 19. | Dendrogramme de la méthode d'agglomérats de Ward appliqué intégralement aux données du Tableau XXVI.....  | 98  |
| Figure 20. | Dendrogramme de la méthode d'agglomérats de Ward appliqué aux stades isotopiques 3 et 4 du Tableau XXVI.....  | 99  |
| Figure 21. | Chronologie des techno-complexes et faunes associées (tiré de Rendu et al., 2016 avec autorisation de W. Rendu) .....   | 108 |
| Figure 22. | Type de mobilité associée à Néandertal en accord avec les propriétés intrinsèques des techno-complexes dans le sud-ouest de la France. (tiré de Rendu et al., 2016 avec autorisation de W. Rendu) ..... | 109 |

## Liste des sigles

BLP : Production de lames et lamelles

BP : Production de lames

BS : Production Bifaciale

D : Débitage Discoïde

ESR : Electron Spin Resonance

F: Ferrassie

GRIP: GRoenland Ice-core Project

INTIMATE: INTegration of Ice-core, MARine and TERrestrial records

L : Levallois

LRC: Levallois Récurrent Centripète

LRU ou RU : Levallois Récurrent Unidirectionnel et/ou Bidirectionnel

MTA : Moustérien de Tradition Acheuléenne

NISP : Nombre de spécimens identifiables

NOOA: National Oceanic and Atmospheric Administration

P : Levallois Préférentiel

Q : Débitage Quina

T : Typique

TIMS: Thermo-ionisation Mass Spectroscopy

TL : Thermoluminescence

## Liste des abréviations

Etc. : Et cætera

i.e. : C'est à dire

ND : Non Disponible

NS : Non Significatif

*Par le choix généreux d'Hommes qui représentent ici des sciences déjà avancées, mais toujours conquérantes, ces murs vont assister une fois de plus, non pas à l'impeccable exposition d'un savoir raffiné, mais à des tâtonnements, à des repentirs, à des approximations successives, à l'horrible naissance de ce qui sera plus tard, beaucoup plus tard, dans les manuels, d'inoffensives, de petites vérités.*

*Georges Dumézil*

*Allocution sur les mythes et dieux des Indo-Européens*

*Collège de France, 1<sup>er</sup> décembre 1949*

*À Johanne, ma compagne de vie depuis toujours, et mes enfants Philippe et Gabriel; pour leur amour, leur acceptation de ce que je suis, et pour leur support dans l'aventure d'un retour aux études supérieures.*

*À tous ceux et celles qui rêvent les yeux grands ouverts.*



## Remerciements

*Je tiens à remercier ma directrice de mémoire, Dr Ariane Burke, pour m'avoir accueilli au sein de son équipe de recherche malgré mes différences et pour m'avoir guidé et conseillé au cours de la dernière année. Son sixième sens pour détecter et décrire des subtilités dans les résultats de mes travaux m'a été d'un grand support.*

*Un énorme merci au Dr William Rendu du CNRS / Université de Toulouse - Le Mirail et au Dr Anne Delagnes du CNRS / Université de Bordeaux I pour avoir partagé avec moi la base de données qui a rendu possible la production de ce mémoire ainsi que pour les communications écrites et verbales qui ont ponctué mes analyses.*

*J'exprime également ma gratitude aux membres du Jury de révision, Dr Ariane Burke, Dr Michelle Drapeau et Dr Julien Riel-Salvatore, pour la lecture et l'évaluation de ce mémoire.*

*Finalement je souhaite remercier Dr Adrian Burke, Dr Ariane Burke, Luc Doyon, Dr Michelle Drapeau, Dr Julien Riel-Salvatore et Dr Hendrik Van Gijsegem pour leurs enseignements des diverses facettes des temps lointains. J'ai beaucoup appris avec eux et j'ai surtout eu beaucoup de plaisir à apprendre grâce à eux.*



## Introduction

La nature des adaptations de Néandertal en réponse aux oscillations climatiques du Pléistocène récent et l'impact de ces changements sur l'environnement sont des questions paléanthropologiques d'un grand intérêt qui demeurent encore aujourd'hui sans réponses définitives. De fait, l'existence d'un lien potentiel entre l'environnement et le comportement de Néandertal a fréquemment été soulevée par les archéologues. En France les études abordent la question principalement des points de vue alimentaire (Hardy et al., 2010, 2011; Moncel et al., 2011, 2014; Henry et al., 2014; Fiorenza et al., 2011, 2015), technologique (Baena et al., 2014; Monnier et Missal, 2014; Faivre et al., 2014) et climatique (Ecker et al., 2013; Royer et al., 2013). Ces divers sujets sont traités comme des univers distincts ou en interrelations dans le but d'élucider les comportements de Néandertal qui auraient été modulés dans le temps selon les contraintes posées par l'accès aux ressources. Cet accès était directement lié à sa mobilité. Ayant vécu dans des contextes climatiques et environnementaux forts différents il est plus que probable que ses modes d'occupations territoriales aient varié selon ces facteurs et qu'il ait ainsi pratiqué divers types de nomadismes en lien avec ses besoins fondamentaux associés à sa subsistance. La mobilité apparaît donc centrale aux débats de recherche actuels.

Ce mémoire s'insère donc dans la logique de ces échanges sur les interrelations entre les variations climatiques, la variabilité moustérienne observée et les choix de prédation de Néandertal. La mobilité est un comportement qui permet de scruter davantage cet univers de convergence (figure 1).

La présente étude sera basée sur une approche hypothético-déductive. Néandertal a occupé de façon continue le sud-ouest de la France des stades isotopiques 6 à 3. Au travers du temps il a fait face à d'importants bouleversements environnementaux liés aux fluctuations du climat qui ont eu un effet direct sur le paysage et la faune qui l'occupait. Nous posons comme hypothèse de recherche que la mobilité de Néandertal, telle qu'elle est définie par ses choix technologiques et cynégétiques (Delagnes et Rendu, 2011), était une réponse à ces variations climatiques.

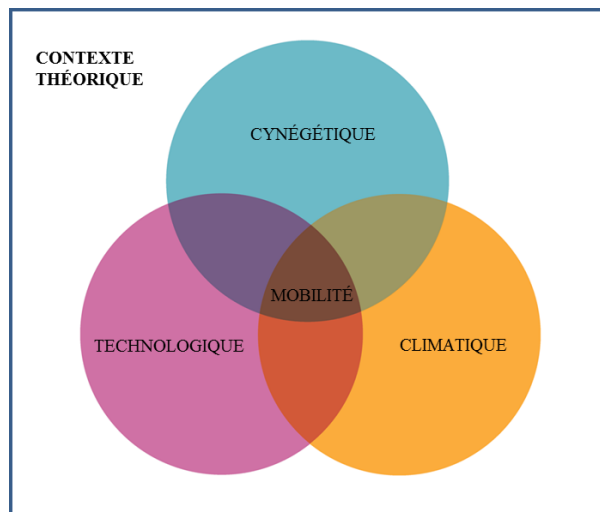


Figure 1. Contexte théorique de ce mémoire

Pour tester notre hypothèse nous ferons appel à des bases de données publiées et validées sur les changements climatiques enregistrés au cours du Pléistocène récent ainsi que sur les techno-complexes et les comportements de prédation associés à Néandertal au Paléolithique moyen dans le sud-ouest de la France. Nous développerons un outil mathématique dans le but d'interpréter les interrelations qui existent entre ces informations qui sont au départ de nature quantitative et/ou qualitative. Cette méthodologie sera appliquée aux données provenant de multiples niveaux d'occupation moustériens afin de déceler le signal mathématique d'une relation entre le climat et la mobilité de Néandertal.

Le cadre théorique de cette recherche sera exposé en deux temps (Chapitres 1 et 2). D'abord nous présenterons Néandertal et le contexte du Paléolithique moyen en termes technologiques et climatiques. Ensuite nous aborderons la notion de mobilité et ses significations. Suivra la présentation de notre méthodologie (Chapitre 3) qui décrira la nature des données archéologiques considérées dans le cadre de ce mémoire ainsi que le processus de transposition de données qualitatives à quantitatives dans le but de faciliter la détection du signal d'une relation empirique entre le climat et la mobilité. Par la suite nous retrouverons au Chapitre 4 les résultats obtenus sur la nature des niveaux d'occupation considérés par notre

étude et sur la nature des liens bidimensionnels (climatique / technologique; Climatique / cynégétique; technologique / cynégétique) et multidimensionnels (climatique / technologique / cynégétiques / chronologique) entre nos données. Finalement le Chapitre 5 sera consacré à l'interprétation de nos résultats et se déroulera un peu à l'image d'un palimpseste; où les premiers constats serviront de fondement aux suivants, et où les premières approximations et spécificités mèneront aux plus grandes précisions et aux principes généraux. À terme, des conclusions seront tirées sur la nature de la relation entre le climat et la mobilité.

# Chapitre 1 Néandertal et le Paléolithique moyen

Retrouver la teneur originale du Paléolithique et y restituer la vie quotidienne des chasseurs-cueilleurs d'alors est un exercice périlleux car un retour aussi loin dans le passé se bute à la réalité de la rareté des restes matériels qui sont attribués au genre humain. Seuls quelques sites d'occupation, du matériel lithique et des ossements se sont rendus jusqu'à nous. Le défi revient donc à reconstruire la vie de ces groupes préhistoriques par des indices indirects, souvent discrets, associés à leur environnement, leur usage de matières premières, leur alimentation et leur mobilité.

## 1.1 *Homo neanderthalensis*

La présence du genre *Homo* est établie en Europe de l'ouest depuis au moins le stade isotopique 21 (environ 800 ka) avec la découverte de *Homo antecessor* au site de Gran Dolina près de Atapuerca (Espagne) et même auparavant au site de Vallparadís près de Barcelone (Martinez et al., 2014). Pour sa part *Homo heidelbergensis* est attesté à Atapuerca dès 500 ka (Lozano et al., 2009) et on retrace sa présence dans le sud de la France jusqu'aux stades 9 / 8 (vers 300 ka) (Michel et al., 2011).

*Homo neanderthalensis* tirerait ses origines d'*Homo heidelbergensis*, et aurait évolué en Europe de l'Ouest avant de se propager jusqu'en Asie sur une période d'environ 400,000 ans qui a débuté au cours du Pléistocène moyen (Conroy and Pontzer, 2012). On retrace la présence de cette espèce dans le sud de la France au début du stade isotopique 8 (Michel et al., 2011; Moncel et al., 2011, 2012) et de nombreux sites archéologiques font état de sa présence partout en France dès le stade 6 (Monnier, 2006; Vieilleville et al., 2008; Moncel et Daujeard, 2012; Papagianni et Morse, 2013, p.134; Ruebens, 2013; Moncel et al., 2013, 2014) mais c'est en Dordogne dans le sud-ouest de la France qu'une présence continue de l'espèce est répertoriée tout au long du Paléolithique moyen (Mellars, 1995; Guibert et al., 2008; Delagnes et Rendu, 2011; Discamp et al., 2011).

Au cours du Pléistocène moyen les traits physiques caractéristiques de cette espèce sont graduellement apparus (Hublin, 1998, 2009). Les caractéristiques pré-néandertaliennes se retrouvent entre-autres chez le matériel fossile provenant de la Caune d'Arago (Tautavel) (Yokohama et Nguyen, 1981), de Mauer, d'Atapuerca et de Bilzingsleben (Cartmill et Smith, 2009). Les premiers spécimens exhibant des traits dérivés purement néandertaliens dateraient des stades isotopiques 6 et/ou 7 et furent retrouvés principalement dans le sud-ouest de la France à l'Abri Suard, l'Abri Bourgeois-Delaunay mais aussi au Lazaret (sud-est de la France) (Condemi, 2001; Hublin, 1980). Dans cette même région les spécimens néandertaliens dit «classiques» émergent au cours du stade isotopique 4. Datés d'environ 130,000 ans et moins avant le présent (130 ka) ces vestiges furent mis à jour au début du siècle dernier à La Chapelle-aux-Saints (1908), La Quina (1908), La Ferrassie (1909) et Le Moustier (1908). Il est clair que Néandertal occupait toute l'Europe et particulièrement le sud-ouest de la France dès le stade isotopique 5 (Mellars, 1996; Conroy and Pontzer, 2012, p. 488) et qu'il s'est dispersé jusqu'au Moyen Orient et en Asie centrale (Serangeli and Bolus, 2008). Plus de quatre-vingts sites européens ont livré des ossements appartenant à la lignée de Néandertal dont 20 en France (Patou-Mathis, 2008)

Comme c'est le cas pour les hominidés plus anciens nos connaissances sur le comportement de Néandertal reposent largement sur l'analyse des outils en pierre qu'il a laissés derrière lui. Lorsque comparé à ses prédécesseurs, Néandertal était clairement un expert dans la taille lithique et a produit un éventail beaucoup plus large d'outils de pierre (Dibble and McPherron, 2006; Hayden, 1993; Kuhn, 1995; Roebroeks and Gamble, 1999). C'est la présence de cette espèce et son habilité à produire des outils de pierre qui caractérise le Paléolithique moyen en Europe.

## **1.2 Le Paléolithique moyen**

Les restes d'*Homo antecessor* sont associés à des outillages très simples du type oldowayen (mode 1) alors que ceux d'*Homo heidelbergensis* sont associés à l'industrie de type acheuléenne (mode 2) avec ses outils bifaciaux à longs tranchants (Lhomme et Maury,

1998; Otte, 2009; Valentin, 2010). L'apparition de la technique Levallois est un des critères pour introduire la notion du Paléolithique moyen. Cette technique consiste à tailler un bloc de pierre (nucléus) par diverses méthodes afin d'obtenir des éclats servant de support à une diversité d'outils; elle repose sur une conception volumétrique du nucléus qui présente un niveau de sophistication jusqu'alors inégalé (Boëda, 1994). Ces méthodes de tailles, équivalent au mode 3, sont principalement l'œuvre de Néandertal en Europe et sont associées à la culture dite moustérienne (du site Le Moustier où ce type de débitage fut d'abord identifié). Un exemple classique de technologie moustérienne est la production de type Levallois prédéterminée ou récurrente qui présente un nucléus hiérarchisé (Boëda, 1993, 1995) mais le Moustérien regroupe également les productions discoïdale (Thiébaud, 2005, 2013), Quina (Bourguignon, 1997) et MTA (Moustérien de Tradition Acheuléenne; Soressi, 2002, 2004; Soressi et Dibble, 2003; Soressi et al., 2008).

La culture moustérienne s'insère dans une continuité. On y retrouve à la fois des productions apparentées à l'Acheuléen et de la production laminaire normalement associée au Paléolithique supérieur (Bar-Yosef and Kuhn, 1999; Boëda, 1988). Moncel et al., (2011) retracent les origines du Levallois aux stades isotopiques 9 et 8 à Pech de l'Aze II, Cave de Vaufrey et Combe-Grenal.

D'un point de vue typologique les assemblages moustériens sont caractérisés par une fréquence élevée d'outils, notamment de grattoirs mais comprend également des outils denticulés, des encoches, des lames et des pointes. Ces outils peuvent être non-retouchés (ex. pointe levallois) ou retouchés (ex. encoches, burin, perçoir) avec des variations dans la nature et la localisation de ces retouches (intérieure, alternée, bifaciale, parallèle, convergente, distale/proximale, etc.). Le pourcentage de ces divers types d'outils peut varier d'un assemblage à l'autre ce qui a servi de critère pour l'établissement de diverses typologies: Typique; Denticulé; Charentien (Ferrassie et Quina (à ne pas confondre ici avec le débitage Quina)) (Bordes, 1961). L'analyse des traces d'usure des outils moustériens indique que la majeure partie d'entre eux servait à travailler le bois et les peaux ainsi qu'à découper la viande. Les pierres provenaient généralement de sources locales ce qui indique que les néandertaliens ne s'éloignaient pas fréquemment de leur campement pour acquérir leurs matières premières (Geneste, 1998; Simek and Smith, 1997). Par contre, dans certaines

régions les Moustériens faisaient appel à des sources distantes de près de 100 km. Kuhn and Stiner (1992) ont conclu que les Moustériens avaient développé des stratégies complexes d'approvisionnement pour supporter leurs technologies.

L'interprétation de la variabilité des assemblages du Paléolithique moyen a catalysé les débats de recherche depuis plus de 60 ans. Nombreux furent ceux qui se sont confrontés à ce problème (figure 2). Bordes (1953) a été le pilier de ce qui est devenu une question de recherche de plus en plus complexe. Il a documenté les divers faciès typologiques pour le moustérien en France. Parmi les classes d'objets en pierre répertoriées, des différences dans les proportions de grattoirs, d'outils denticulés ou à encoches et/ou de bifaces apparaissaient alors suffisants pour individualiser ces faciès. L'étude qu'il a réalisée sur la longue séquence stratigraphique du site de Combe-Grenal dans le sud-ouest de la France l'a mené à postuler que ces faciès étaient en fait le reflet de traditions culturelles distinctes (Bordes et Sonnevill-Bordes, 1970; Bordes 1972, 1973). Cette interprétation a été critiquée par Binford (1973) qui concevait plutôt cette variabilité comme la résultante de l'accomplissement de diverses fonctions (activités) centrales à la subsistance de Neandertal. En complément à ces analyses et interprétations, Mellars (1969, 1995 (Chap. 6)) s'est penché sur les phases chronologiques de ces traditions culturelles afin de dresser un portrait global de cette évolution dans le temps au cours du Paléolithique moyen.

Même si dans ses travaux Mellars abordait également la question de la disponibilité de la matière première, de la fonction des sites et de l'influence environnementale c'est à Dibble et Rolland que nous devons la remise en question du paradigme moustérien d'alors (Dibble, 1984, 1995; Rolland, 1988; Rolland et Dibble, 1990; Dibble et Rolland, 1992). Ils y ont intégré des questions telles que les contingences en lien avec les matières premières (qualité, grosseur des nodules, etc.) qui exercerait une influence sur les diverses techniques de production lithique et l'intensité d'utilisation de certains outils. Ils ont ensuite couplé ces informations aux types d'établissement ainsi qu'aux questions climatiques. Cette contribution est encore reconnue dans des études récentes (Faivre et al., 2014; Morin et al., 2014). Une approche technologique, à la base du concept de chaîne opératoire de la production lithique, fut ensuite développée par Boëda sur le concept Levallois (Boëda, 1990, 1994) avant d'être plus largement étudié et appliqué à divers modes de production par Bourguignon (1997) sur le

Moustérien de type Quina; (Soressi, 2002, 2004; Soressi et Dibble, 2003; Soressi et al., 2008) sur le Moustérien à Tradition Acheuléenne (MTA); et Thiébault (2005, 2013) sur le Moustérien à denticulés. Finalement, Delagnes et Rendu (2011) ont interprété la variabilité moustérienne comme une stratégie en lien avec la mobilité des groupes. La figure 2 présente de façon holistique la variabilité moustérienne qui se retrouve à la convergence des multiples interprétations décrites ci-dessus.

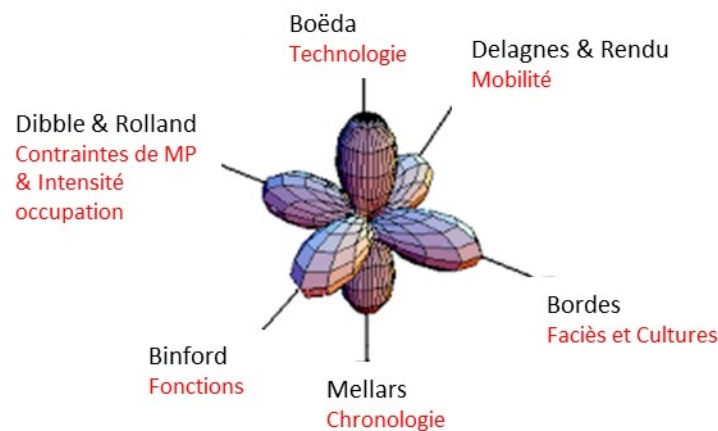


Figure 2. Les principaux acteurs dans l'interprétation des multiples dimensions de la variabilité moustérienne

Parallèlement à l'évolution de *Homo neanderthalensis* en Europe, *Homo sapiens*, ou «l'Homme Anatomiquement Moderne» (HAM) est apparu sur le continent africain vers 180 ka. Alors que HAM est associé au Moustérien au Levant, en Afrique il est associé au passage de l'Acheuléen vers le «Middle Stone Age» (environ 200 ka) (McBrearty et al., 2000), période où le registre archéologique livre les vestiges des premiers «comportements modernes». Se produit alors une série d'innovations où s'articule l'innovation écologique (colonisation de nouveaux environnements); l'innovation technologique (manifestation physique de la pensée rationnelle); innovation économique et sociale (où l'on échange et l'on apprend d'expériences individuelles et collectives); et finalement l'innovation symbolique (où l'on associe un sens à



quelque chose et que l'on le communique) (Doyon, 2014; Otte, 2009). Ces comportements modernes en Afrique furent identifiés en outre par une plus grande variété d'artéfacts, le débitage laminaire, l'utilisation de matières osseuses, la production de parures et d'art, la structuration de l'espace de vie, la multiplication des réseaux d'échanges et l'intensification de l'occupation du territoire. Bien que certains de ces facteurs existent au Moustérien européen et furent exhibés par Néandertal, pour des raisons encore obscures les populations néandertaliennes ont graduellement fléchies. Le plus récent squelette néandertalien du sud-ouest de la France fut mis à jour au site de la Roche-à-Pierrot et date d'environ 35 ka (Patou-Mathis, 2008) et c'est au sud de la péninsule ibérique, au site de Gorham's Cave à Gibraltar que l'on retrouve les derniers néandertaliens vers 33 à 24 ka. (Finlayson et al., 2008).

### **1.2.1 Les techno-complexes**

L'étude des industries lithiques du Paléolithique moyen révèle tout un éventail de savoirs et de moyens techniques mais bien qu'il existe plusieurs sous-ensembles de concepts et de méthodes de production, quatre principaux techno-complexes (figure 3) sont retrouvés et documentés dans le sud-ouest de la France entre les stades isotopiques 6 et 3. (Jaubert et Farizy, 1995; Jaubert et al., 2005, 2008; Mellars, 1995; Park, 2007; Delagnes et Meignen, 2006; Delagnes et al., 2007; Delagnes et Rendu, 2011; Faivre et al., 2014; Monnier et Missal, 2014).

Deux registres de données sont privilégiés pour aborder la question de la diversité des productions techniques: 1) les principes de débitage ou de façonnage et/ou 2) les produits finis (outils) qui en résultent (méthode techno-typologique). Ces registres sont à la base de la variabilité moustérienne et des diverses interprétations qui en sont faites. Les principales caractéristiques de ces techno-complexes ont été décrites par Bourguignon (1997), Soressi (2002), Thiébaud (2005) et Delagnes, Jaubert et Meignen (2008, 2012). Un sommaire des ces techno-complexes est présenté ci-dessous.

- 1- Le système Levallois et la production laminaire sur éclats : De multiples méthodes sont regroupées sous ce système. Pour le Levallois : éclats préférentiels et

préparation centripète, unipolaire, bipolaire parallèle ou convergente, les méthodes à éclats récurrents uni/bipolaires parallèles, convergents ou croisés et les méthodes à enlèvements récurrents centripètes. Pour la production Laminaire : les méthodes de débitage sont à enlèvements récurrents uni/bipolaires parallèles mais avec mode d'exploitation volumétriques des nucléus semi-tournant; tournant; frontal et facial. La production est structurée pour atteindre un but unique, les produits finis sont faits pour être utilisés exclusivement comme outils (soit directement utilisables sans retouches ou transformés en outils retouchés) – cette réalité structure l'entièreté du processus de réduction du nucléus. Ceci suggère pour Delagnes et Rendu (2011) une faible transportabilité et donc une faible mobilité.

- 2- Le système Discoïdal – Denticulé : Les éclats discoïdaux sont transformés de façon préférentielle en outils denticulés et les petites encoches enlevées ont fréquemment été transformées en outils. Le débitage discoïdal se caractérise avant tout par des surfaces débitées qui ne sont pas nécessairement hiérarchisées mais qui peuvent successivement ou alternativement servir de plans de frappe ou de surface d'extraction des éclats. Les méthodes employées sont généralement centripètes ou multidirectionnelles, et les produits discoïdes sont le plus souvent courts et épais. Les schémas opératoires discoïdes présentent peu de contraintes techniques. Dans ce système l'entretien associé à l'outil n'est pas la considération première. La versatilité des supports est la principale caractéristique du discoïdal-denticulé. Il s'agit d'une technologie adaptée à la mobilité selon Delagnes et Rendu (2011).
- 3- Le système Quina : Les principes techniques du débitage Quina reposent sur l'exploitation d'une ou plusieurs surfaces de débitage au moyen d'enlèvements récurrents unipolaires et à partir de plans de frappe soit naturels, soit formés par des négatifs d'enlèvements de la surface sécante préalablement débitée. Il n'y a pas de préparation de nucléus et les surfaces successivement ou alternativement débitées ne sont pas hiérarchisées. Les éclats Quina offrent un potentiel multi usage car ils peuvent être exploités comme outils retouchés ou non retouchés. Le processus de production des éclats est rapide et produit des outils remarquablement standardisés

qui offrent un fort potentiel de recyclage ou d'aiguisage ce qui les rend adaptés pour une longue durée de vie. Selon Delagnes et Rendu (2011) la grande versatilité des supports combinée à la longue durée de vie des outils et le faible investissement dans la préparation du nucléus suggère un très fort potentiel de mobilité pour l'ensemble de la production.

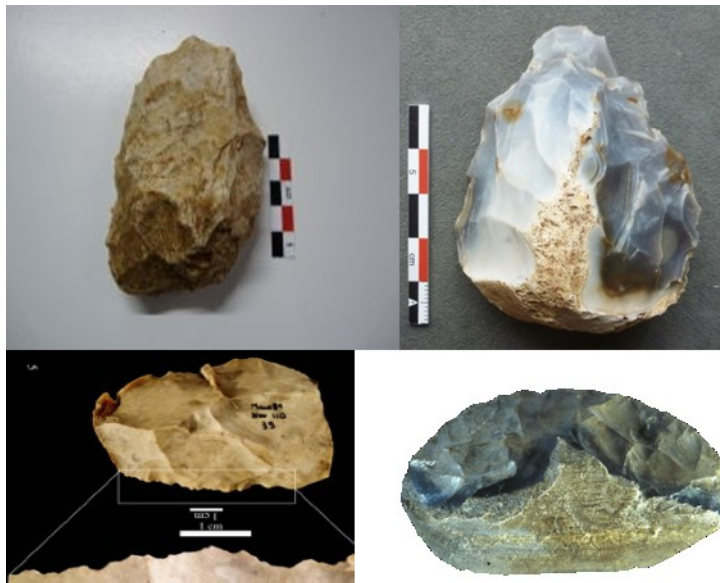


Figure 3. Les quatre principaux techno-complexes du sud-ouest de la France au Paléolithique moyen. En sens horaire en partant du haut à gauche : Nucléus Levallois; Biface du MTA; Quina; et Discoïde Denticulé

- 4- Le Moustérien de tradition acheuléenne (MTA) : La réduction bifaciale du nucléus est une solution alternative adoptée par les groupes MTA afin de produire des outils polyvalents. C'est la production du biface (comme outil et comme production de support d'outils) qui permet à Delagnes et Rendu (2011) d'attribuer au MTA une mobilité potentielle relativement plus grande que le Levallois. Les pièces

bifaciales du MTA résultent d'une méthode de production homogène et repose sur la mise en place sommaire, à partir d'un grand éclat (ce qui distingue la production bifaciale moustérienne de la production acheuléenne proprement dite) d'une partie proximale épaisse et arrondie, biconvexe ou plano-convexe en section transversale, et d'une partie distale pointue de section transversale plano-convexe, formée de deux bords convergents de délinéation rectiligne ou très légèrement convexe. L'homogénéité des méthodes de façonnage des pièces bifaciales du MTA est liée à l'homogénéité des outils retouchés aménagés aux dépens de ces supports. La longue durée de vie de la réduction bifaciale est mise en évidence par les aiguisages/recyclages successifs retrouvés sur ces lithiques. Les bifaces servaient à la fois d'outils et de nucléus, ils étaient donc très versatiles. Ces pièces reposaient par contre sur un long processus de mise en forme. Leur potentiel de mobilité est plus grand que la production Levallois mais inférieur aux systèmes Discoïdal Denticulé et Quina.

La question de la mobilité associée à ces divers techno-complexes sera abordée plus en profondeur à la section 3.2.1.

La taille lithique moustérienne peut également être appréhendée comme une stratégie technologique adoptée par un individu ou un groupe afin de réduire le risque global auquel il(s) est (sont) exposés; le risque étant défini par la probabilité qu'un évènement se produise et la (les) conséquences de ce dernier. En se basant sur des études sur les chasseurs-cueilleurs modernes, Bamforth et Bleed (1997) ont déterminé que la validation ethnographique pouvait faciliter l'interprétation des registres archéologiques préhistoriques en considérant les facteurs qui peuvent influencer la fabrication d'outils, facteurs associés aux risques perçus. Ils ont développé un cadre d'analyse pour étudier les liens entre les profils technologiques et le contexte dans lequel ils sont conçus pour opérer. En définissant la technologie comme une façon de manipuler l'environnement physique qui implique des comportements et des connaissances complexes, son usage éventuel aurait été l'élément essentiel qui aurait influencé sa conception.

Prise dans le contexte restreint de la taille lithique, les technologies adoptées doivent prendre avantage des opportunités et minimiser les contraintes retrouvées dans un

environnement donné afin de minimiser les risques. Le risque perçu par les préhistoriques comprend non seulement la probabilité de ne pas être en mesure d'exécuter une tâche particulière mais également les conséquences qui en découlent, ce qui sous-entend le coût de cet échec. Nous retrouvons donc la probabilité de l'échec et le coût de cet échec (Torrence, 1989; Nelson, 1996). Selon l'approche de Bamforth et Bleed (1997), les stratégies technologiques doivent être liées au risque par leur habilité de réduire la probabilité de l'échec et ainsi maximiser le retour sur l'investissement en temps et énergie.

Dans le contexte du Paléolithique moyen et sous des conditions climatiques difficiles le modèle de Bamforth et Bleed (1997) offre une perspective différente sur la nature des techno-complexes retrouvés. En se basant sur l'étude d'Oswalt (1976) leurs données suggèrent qu'aux hautes latitudes le risque augmente non pas seulement parce qu'il y aurait une plus grande dépendance par rapport aux proies mobiles mais également parce qu'il y aurait moins d'alternatives disponibles d'où un coût élevé associé à l'échec. D'après ces auteurs, dans ce contexte les humains auraient tendance à produire plus de types d'outils et non pas des outils plus complexes.

Pour le sud-ouest de la France, la question de la chronologie des faciès moustériens, ou techno-complexes, a fait l'objet de nombreuses analyses et interprétations principalement pour le stade 3 (Discamps et al., 2011; Gravina et Discamps, 2015; Guibert et al., 2008), mais également pour l'ensemble du paléolithique moyen (Faivre et al., 2014; Monnier et Missal, 2014; Vieilleigne et al., 2008). La grande tendance qui s'en dégage indique une préférence claire pour le débitage Levallois et Discoïdal aux stades isotopiques 6 et 5 (Monnier et Missal, 2014). La production Quina se retrouve principalement au stade 4 alors que le stade 3 est témoin de la multiplication des techniques de débitages où MTA, Discoïde Denticulé, Levallois et Quina sont retrouvés en alternance ou de façon contemporaine. À l'échelle d'un site, comme dans le cas de Combe-Grenal, la séquence d'apparition et de disparition des techno-complexes est relativement bien établie (Faivre et al., 2014). Cependant à l'échelle régionale, compte tenu des incertitudes dans les datations, il n'a pas été possible d'établir une séquence commune (Discamps et al., 2011). Il est cependant connu que le Discoïde Denticulé clos les séquences du stade 3 dans le sud-ouest de la France (William Rendu, communication personnelle, 12 février 2016) et que le Quina est associé au environnement froid et plutôt sec

(Guibert et al., 2008; Rolland et Dibble, 1990). Au final, la figure 4 présente l'état actuel des connaissances tant qu'à la séquence chronologique de ces divers techno-complexes (Rendu, Delagnes et Jaubert, 2016).

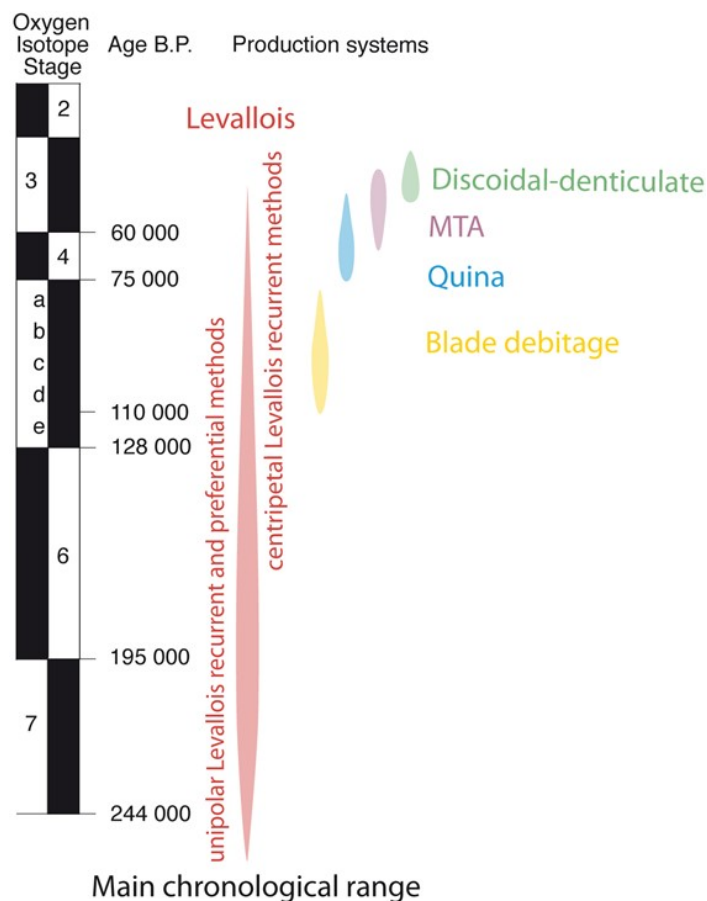


Figure 4. Chronologie des techno-complexes considérés dans ce mémoire tel qu'elle se présente pour le sud-ouest de la France (tiré de Rendu et al., 2016 avec autorisation de W. Rendu)

Ce canevas d'apparition des techno-complexes puis leur utilisation contemporaine et/ou séquentielle dans le sud-ouest de la France s'est établi au fil des stades isotopiques, ces marqueurs temporels des fluctuations climatiques du Pléistocène récent. Les bouleversements environnementaux qui s'en sont suivis ont eu un effet sur les activités de subsistance de Néandertal et cette réalité fait également partie de ce qui définit le Paléolithique moyen.

## 1.2.2 Les fluctuations climatiques au Paléolithique moyen

Malgré les efforts investis pour modéliser le climat du Pléistocène en Europe à l'aide de carottes glacières du Groenland (GRIP) (Dansgaard et al., 1993), de spéléothèmes (Wainer, 2010), de carottes sédimentaires provenant des fonds marins (Sánchez Goñi et al., 2008) et de dépôts terrestres (Les Echets et La Grande Pile) (Guiot, 1989; 1990), la dimension climatique présente encore des défis importants au niveau des échelles spatiale et temporelle à fine résolution. La science des climats passés a toutefois connu de grandes avancées au cours des dernières décennies (Rasmussen et al., 2014a ; 2014b; Sanchez Goñi, 2007; Sanchez Goñi et al., 2008).

L'enregistrement de signaux tantôt isotopiques ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), tantôt biologiques (foraminifères, pollens), dans les matrices solides que sont les carottes a permis de retracer de façon globale les fluctuations climatiques au travers du temps.

### 1.2.2.1 Les informations isotopiques

L'analyse des bulles d'air emprisonnées dans la glace permet de retracer l'évolution du climat global incluant ainsi plusieurs cycles climatiques. La neige, perméable à l'air lors de son dépôt, se tasse progressivement sous son poids, enfermant ainsi de l'air sous forme de bulles dans la glace. La température de la neige au moment du dépôt est enregistrée dans la glace par la composition des gaz emprisonnés (le ratio d'isotopes d'oxygène,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ). Cet enregistrement permet d'identifier les stades climatiques glaciaires et interglaciaires.

$^{18}\text{O}$  étant plus lourd que  $^{16}\text{O}$  on note un appauvrissement de  $^{18}\text{O}$  au pôle lorsque les conditions climatiques sont froides et un enrichissement lorsque les conditions sont chaudes (figure 5).

C'est sur ces bases qu'il est maintenant établi que le Pléistocène récent en Europe a été marqué par des cycles glaciaires, à leur tour ponctués par des événements de plus courtes durées, les stades et interstades, aujourd'hui associés aux événements de Heinrich (Heinrich, 1988) et de Dansgaard-Oeschger ((D-O), périodes d'enrichissement ( $\sim +5\%$ ) courtes et abruptes (quelques milliers d'années) du  $\delta^{18}\text{O}$  de la glace au Groenland) (Dansgaard et al., 1993; Grootes et al., 1993). Il faut cependant noter que les signaux isotopiques associés aux

épisodes chauds et froids se succèdent chronologiquement mais que leur impact à l'échelle régionale et locale peut être mitigé par diverses variables. Donc, malgré le degré de résolution élevée et les chronologies bien établies à partir des données isotopiques, des efforts de consolidation des diverses sources d'information sont toujours en cours. Le projet *INTIMATE* (*INTEGRation of Ice-core, Marine and TERrestrial records*) vise présentement à raffiner les estimations climatiques (Rasmussen et al., 2014a, 2014b) car des marges d'erreur pouvant aller jusqu'à plusieurs milliers d'années y sont encore souvent associés (Svensson et al., 2008; Rasmussen et al., 2014a). Il est par le fait même toujours difficile, pour les périodes anciennes, d'établir l'impact précis d'un épisode de réchauffement ou de refroidissement et donc de détecter et de quantifier un éventuel décalage entre les réchauffements au Groenland et en Europe par exemple. Cependant *INTIMATE* a jusqu'à maintenant permis à corrélérer les registres marins, glaciaires et terrestres et ces travaux supportent les conclusions de Chappellaz et al., (1993, 1997) selon lesquelles les changements enregistrés aux pôles représentent réellement des changements climatiques d'échelles régionale et hémisphérique.

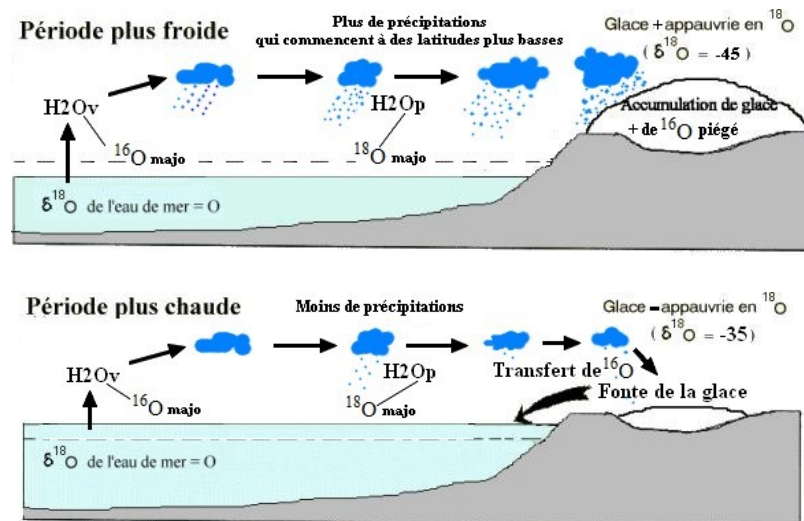


Figure 5. Processus d'enrichissement et d'appauvrissement d' $^{18}\text{O}$  selon le climat (Source : Lacouture (2016))



Le passage de la détection d'un signal associé à la température ambiante à la détermination de la réponse environnementale dans le sud/sud-ouest de la France a été principalement réalisé en faisant appel aux carottes marines et terrestres qui ont livré la séquence des variations dans les proportions relatives de divers types de pollen et de microorganismes tous et chacun représentatifs d'environnements particuliers. Ces résultats furent finalement couplés à l'étude des grands et petits mammifères retrouvés en contexte archéologique et qui sont tous les témoins biologiques des écosystèmes alors présents (Sánchez Goñi et al., 2008).

### **1.2.2.2 Les informations biologiques**

Van Andel et Tzedakis (1996) et Sánchez Goñi et al., (2008) ont tenté de reconstruire l'environnement européen entre les stades 6 et 3 à l'aide de carottes glacières provenant du Groenland mais également de carottes marines provenant du large de Bordeaux et de carottes terrestres provenant de La Grande Pile (Guiot,1989) en France dans le but de décrire les paysages qui ont marqué la présence de Néandertal en Europe de l'ouest. De longues séquences en pollen montrent que le climat européen au stade 6 a d'abord été marqué par des fluctuations dans l'abondance forestière qui ont rapidement été suivies de conditions plus extrêmes caractérisées par un paysage steppique. Un désert polaire existait au sud des glaciers alors qu'une couverture herbacée discontinue (steppe) caractérisait le reste de l'Europe sauf l'extrême sud où on pouvait retrouver des forêts de feuillus et/ou de conifères. Le passage du stade 6 au stade 5e a vu la forêt boréale dominer dans le sud-ouest de la France. Le stade 5 a en général été témoin d'une succession d'avancées et de retraits des forêts pour ultimement mener à une lente détérioration du climat qui coïncide avec l'arrivée du stade 4 marqué par une forte expansion de la calotte glacière scandinave et l'arrivée de la steppe/toundra dans le sud-ouest de la France (Van Andel et Tzedakis, 1996). Pour sa part le stade 3 a été marqué par d'importantes fluctuations abruptes du climat (événements d'Heinrich) (Meerbeck et al., 2011). Une forêt mixte de conifères/feuillus et/ou des avancées de steppe ont caractérisé ce stade dans le sud-ouest de la France (Sánchez Goñi et al., 2008).

Ces interprétations associées aux séquences polliniques ont été corroborées par des études connexes. Royer et al., (2013) ont étudié les restes de petits mammifères dans la stratigraphie du site de Les Pradelles aux stades 4 et 3. Des espèces typiques des environnements froids furent retrouvés dans les couches 2/1, 2A, 2B et 4A (stade 4) alors que les couches 4B-1, 4B-2 (stade 3) sont caractérisées par une grande proportion de lemming (*D. torquatus*) typiques des environnements très froids et très arides. Les couches 5-1 et 5-2, plus récentes présentent l'apparition de hamster migratoire ce qui suggère une amélioration des conditions climatiques. Magniez et Boulbes (2014) rapportent à la grotte de Tournal, dans le sud-ouest de la France, des chevaux (*E. caballus*) et des rennes (*Rangifer tarandus*) dans les couches stratigraphiques de la jonction des stades 4/3 ce qui témoignent d'un climat plus froid et sec et un environnement plus steppique. Dans une étude sur des sites du sud de la France et du nord de l'Espagne, Rivals et al., (2009) se sont penchés sur l'usure des dents sur les restes fauniques comme indicateur du paléo-environnement et de la disponibilité des végétaux. Ils ont démontré une plus grande diversité de la diète des herbivores au cours des stades 5 et 3 qu'au cours des stades 6 et 4.

Au final, la science est maintenant en mesure de confirmer que les périodes inter-stadiales du dernier Glaciaire correspondent à une expansion de la forêt en France tandis que les périodes stadiques (froides) correspondent à l'expansion de la végétation semi-désertique et semi-steppique dans le sud-ouest de la France. Toutefois les chercheurs débattent toujours l'ampleur des variations de température ambiante associées aux oscillations (Jouzel et al., 2007; Sánchez Goñi, 2007). Tout ceci montrent bien les incertitudes inhérentes quant à notre interprétation de l'impact régional/local des stades isotopiques ainsi que leur correspondance en terme de température ambiante dans le sud-ouest de la France.

La connaissance du profil climatique au fil des stades isotopiques qui ont marqué le Paléolithique moyen est essentielle pour comprendre la répartition des ressources disponibles et ainsi décoder la nature des déplacements des groupes néandertaliens. Au sud-ouest de la France les environnements forestiers, steppiques et mixtes se sont succédé impliquant d'importants changements dans les biotopes correspondants. Néandertal s'est-il adapté à cette réalité qui s'est traduit non seulement par l'apparition au fil du temps des traits physiques spécifiques mais également par des ajustements dans les comportements associés à la

subsistance, notamment dans la production lithique et la cynégétique? Comme Delagnes et Rendu (2011), nous proposons l'hypothèse que la mobilité, élément clef de sa subsistance et donc du comportement de l'espèce, a également été modulée par les changements climatiques qui ont influencé la répartition des animaux de proie.

## Chapitre 2 La mobilité et ses significations

«Depuis les travaux d'André Leroi-Gourhan et de Pierre Lemonnier le fait archéologique interprétable n'est plus l'objet en soi (éventuellement contextualisé au sein d'une séquence stratigraphique), mais plutôt l'ensemble des relations entre l'objet, le geste et les connaissances de l'individu; entre matériel, action et culture». (Almeida et al., 2007)

### 2.1 Les origines de la mobilité chez Néandertal

Néandertal était issu d'une longue lignée humaine qui retrace ultimement ses origines chez les primates. Il est clair que la vie en groupe apporte de nombreux avantages mais également son lot de contraintes. Van Hoof (2001) soulève, basé sur des études en primatologie, que bien que la vie en groupe apportait protection et entraide ceci venait au détriment de la mobilité et augmentait la complexité des relations ainsi que la concurrence entre individus. Il décrit que par la distribution géographique des ressources c'est l'environnement qui, au final, dictait la distribution des membres du groupe et favorisait le développement de stratégies de subsistance efficaces.

Les sociétés du Paléolithique étaient fort probablement marquées par le nomadisme plutôt que la sédentarité et donc le modèle des chasseurs-cueilleurs nomades égalitaires est le plus approprié pour les décrire (Testart, 2012). Néandertal a vécu sur un long horizon temporel et dans des contextes topographiques, climatiques et environnementaux forts différents. Il est plus que probable que ses modes d'occupations territoriales aient varié selon ces facteurs et qu'il ait ainsi pratiqué divers types de mobilité. Sur la base des habitats néandertaliens recensés en Europe, quelles que soient la période et la région, Patou-Mathis (2008) soutient que Néandertal s'est toujours établi près des ressources indispensables à sa vie quotidienne. L'accès à l'eau, au bois de chauffage, au gibier et aux sources lithiques lui imposait des contraintes et l'acquisition de ces ressources était intégrée à son schéma comportemental.

Néandertal ayant le même ancêtre que Sapiens (*H. heidelbergensis*) il est possible d'envisager des similarités comportementales entre les deux espèces. À ce chapitre un aspect particulier de la vie sociale de Néandertal a été étudié par Lalueza-Fox et al., (2011). Ces derniers ont fait l'analyse des gènes de 12 individus retrouvés ensevelis par un éboulis au site

d'El Sídrón en Espagne. Leur lignage a été retracé grâce à leur ADN mitochondrial et leurs résultats démontrent que les groupes néandertaliens étaient petits, qu'ils présentaient une faible diversité génétique et qu'il est probable qu'ils aient pratiqué un comportement patrilocal (Lalueza-Fox et al., 2011). Si tel était bien le cas, le modèle patrilocal tel qu'il est perçu ethnographiquement prévoit que des groupes auraient pratiqué l'exogamie et auraient pu se déplacer sur un territoire exclusif (Steward, 1955). L'impression générale qui s'en dégage est un ensemble de groupes semi-isolés mais exogames encapsulés dans un territoire commun (Legros, 1988; Steward, 1955). De petites bandes locales et exogames sujettes à des cycles internes de dynamisme social de fission / fusion qui auraient laissé des vestiges archéologiques associés à leurs lieux d'établissement. La mobilité est ici perçue comme un comportement social axé sur l'individu qui offre de la flexibilité aux groupes et agit comme une stratégie adaptative de réduction des risques. Elle vise donc à optimiser les chances de survie (Burke, 2004).

Hayden (2012) s'est attardé à cerner l'importance des groupes sociaux néandertaliens afin d'expliquer certains éléments du registre archéologique dans le centre-sud de la France. Son analyse se base principalement sur des sites occupés aux stades isotopiques 4 et 3. Hayden conclue que Néandertal devait être conscient de son identité culturelle même si le registre archéologique ne présente que des marqueurs identitaires rudimentaires, qu'il vivait au sein de bandes de 12-28 personnes (basé sur l'organisation et la dimension des sites archéologiques répertoriés (ce qui est comparable aux estimations de Burke (2006)), et que les groupes formaient des alliances avec 10-20 autres bandes. Ces quelques données démographiques sont, juge-t-il, comparables aux populations modernes et ethnographiques de chasseurs-cueilleurs et il estime que pour permettre la survie de l'espèce les frontières entre les bandes devaient être fluides (Hayden, 2012). Les alliances et la coopération étaient sans doute nécessaires dans l'environnement difficile alors rencontré dans cette région. Ce constat apporte un degré de complexité supplémentaire à l'application du modèle patrilocal traditionnel, les conditions de vie particulières dictant au final la nature des liens entre les groupes.

L'étude de la mobilité chez Néandertal ouvre la porte à la reconstitution de la composition et de la structure sociale des groupes et est d'une importance décisive sur les études des stratégies d'approvisionnement en lien avec les saisons et la durée des occupations

le but ultime étant de restituer la vie quotidienne. L'ethnologie (Binford, 1978, 1980), l'éthologie animale qui renseignent sur les cycles biologiques et comportementaux des animaux chassés (Discamps et al., 2011, 2014; Daujeard, 2008), la compréhension des modes de chasse souvent déduits des profils zoo-archéologiques (Rendu, 2007) et la circulation des matières premières (Mellars, 1996), permettent de percevoir comment les sociétés paléolithiques ont pratiqué l'occupation de l'espace et l'exploitation du milieu. L'étude de la mobilité de Néandertal se situe donc à l'interface de plusieurs disciplines (Demars et al., 2007). Néanmoins la caractérisation claire et définitive d'un système d'acquisition et d'exploitation des ressources pour le Paléolithique moyen est rarement formulée puisqu'elle dépend de reconstitutions faites à partir d'indices diffus. Les données provenant des restes fauniques et lithiques sont alors indispensables pour répondre à certaines interrogations. Les éléments clefs de ces reconstructions peuvent être regroupés sous cinq thèmes : 1) les ressources acquises (animales, végétales ou minérales), 2) leurs provenances, 3) les matériaux et produits obtenus, 4) les stratégies et les savoir-faire liés aux activités d'acquisition et de transformation et, 5) leur localisation dans le temps à l'échelle d'un cycle (Fontana et al., 2007). Une meilleure compréhension de la mobilité des groupes contribue directement à cette caractérisation.

La figure 6 situe donc la recherche de ressources minérales, animales et/ou végétales au cœur d'une logique qui dicte la nature, la durée et la fréquence des déplacements qui seront effectués par un groupe et donc sa mobilité puisque la superficie du territoire occupé est en corrélation avec le comportement de subsistance du groupe. Les ressources qui s'y trouvent n'étant pas infinies, il est essentiel que la capacité de support de l'environnement soit maintenue. C'est ainsi qu'un équilibre s'établit entre la taille du territoire, la densité des ressources et la taille du groupe qui l'occupe. Cet équilibre sera d'autant plus précaire que les conditions environnementales seront difficiles. Au final l'exploitation des ressources est optimale lorsque la capacité de support de l'environnement est en équilibre avec la dépense énergétique.

Les ressources naturelles se situent physiquement dans l'environnement (provenances) peuvent être accessibles tout au long de l'année ou à une période précise de l'année et comblent des besoins d'une façon particulière (objectifs et modalités d'acquisition). Pour les

ressources animales/végétales nous retrouvons le choix des espèces et donc les préférences. Pour les minéraux nous retrouvons le choix des matériaux et les priorités d'acquisition. Pour une période donnée l'importance relative de ces ressources, leur diversité ainsi que leur éloignements vont dicter le plan d'approvisionnement du groupe. Les matières molles (alimentaires / médicinales / peaux / graisse / etc.) et dures (combustibles / armes / outils / etc.) sont recherchées pour combler des besoins. Ces derniers fluctuent dans le temps et les modalités de leurs acquisitions transposent en actions le plan d'approvisionnement visant ces matières.

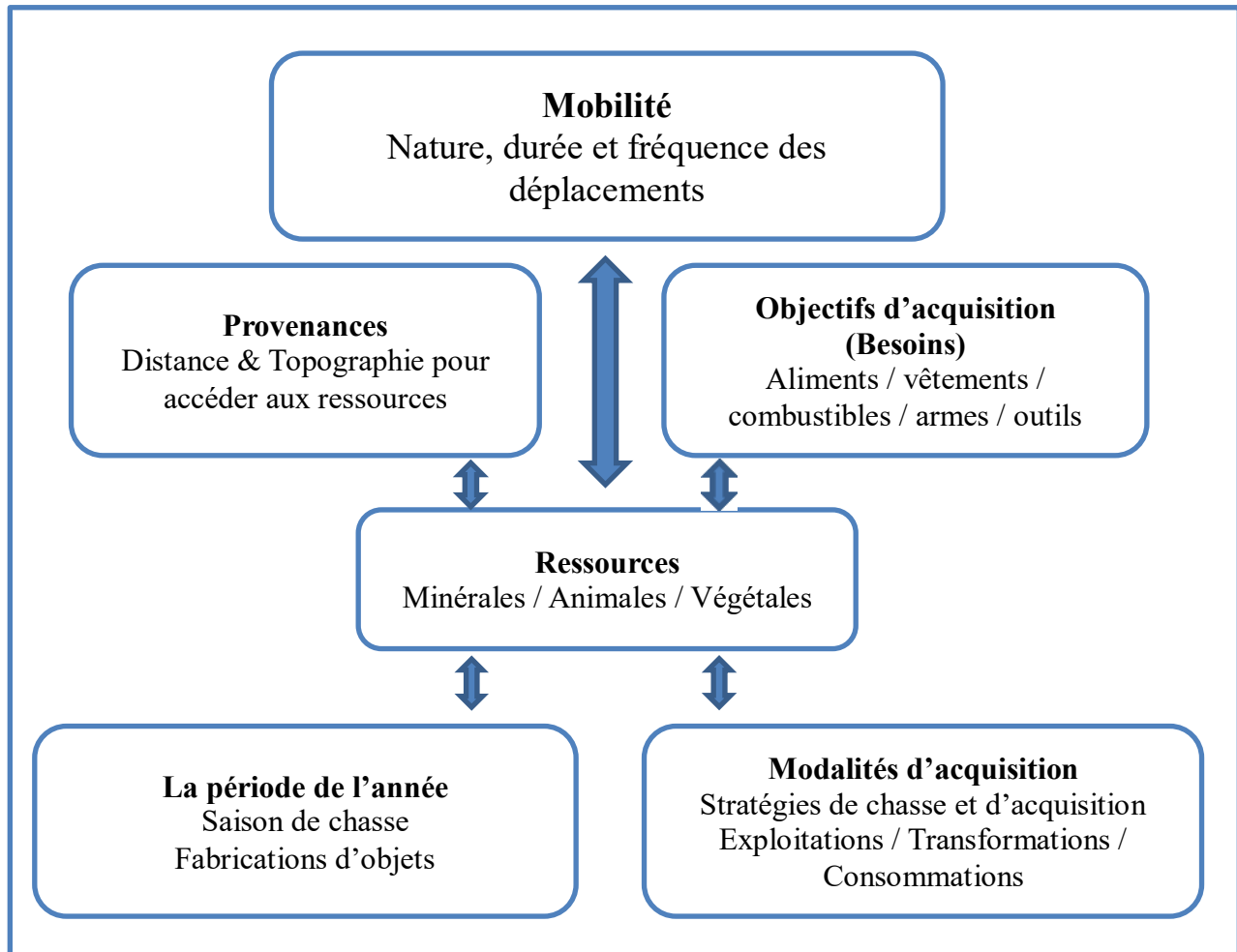


Figure 6. Les facteurs de mobilité en lien avec les ressources recherchées

## 2.2 Les formes de mobilité

*«Néanderthal produisait des outils certes mais il les réaffutait également et stockait des matières premières au besoin, son objectif étant sans doute de réduire le coût énergétique de son transport. Ceci démontre qu'il maîtrisait le concept économique d'exploitation de ses ressources et qu'il avait une grande mobilité sur son territoire. Mobilité qui apparaît complexe et variée» (Patou-Mathis, 2008)*

Il n'existe et n'existera jamais d'ethnographie néandertalienne mais nous avons vu que les modèles ethnoarchéologiques lorsqu'appliqués aux sociétés du Paléolithique sont, malgré leurs limites interprétatives inhérentes, très utiles pour mieux cerner les messages fragmentaires et diffus qui sont obtenus du registre archéologique. Nous devons principalement à Binford mais également à Kelly les principes fondateurs qui permettent de retracer les types de mobilités du passé lointain. Selon Kelly (2013) l'écologie comportementale permet de contrer l'argument que les chasseurs-cueilleurs modernes soient différents des préhistoriques. Cette science perçoit les environnements comme des pourvoyeurs de ressources dont l'acquisition impliquent des coûts et des bénéfices. Selon Kelly (2013) la différence entre présent et passé tiendrait davantage aux modalités qu'aux objectifs d'acquisitions. La notion de gestion du risque, elle, serait la même.

En se basant sur ses propres études sur les Nunamiut (Binford, 1978) et en faisant appel aux études de Murdock (1967) sur 168 groupes de chasseurs-cueilleurs vivant dans divers environnements, il a établi que deux grands types de stratégies d'exploitation du territoire étaient employés par les chasseurs-cueilleurs (Binford, 1980). La première visait l'exploitation des ressources locales disponibles jusqu'à leur épuisement avant de se déplacer vers un autre territoire. Les activités de subsistance y étaient alors spécialisées et intégrées à l'échelle du déplacement entre deux endroits, l'un d'eux étant le camp de base d'où les individus rayonnaient sur de courtes distances. Il s'agit du modèle circulatoire associé aux activités de fourrageurs (figure 7). La seconde visait l'exploitation de ressources particulières et impliquait une mobilité plus élaborée requérant plus de déplacements de la part d'un sous-groupe d'individus (les collecteurs). Il s'agit du modèle de radiation où les déplacements se font entre des sites d'activités spécialisées et le camp de base (système logistique) (figure 8).



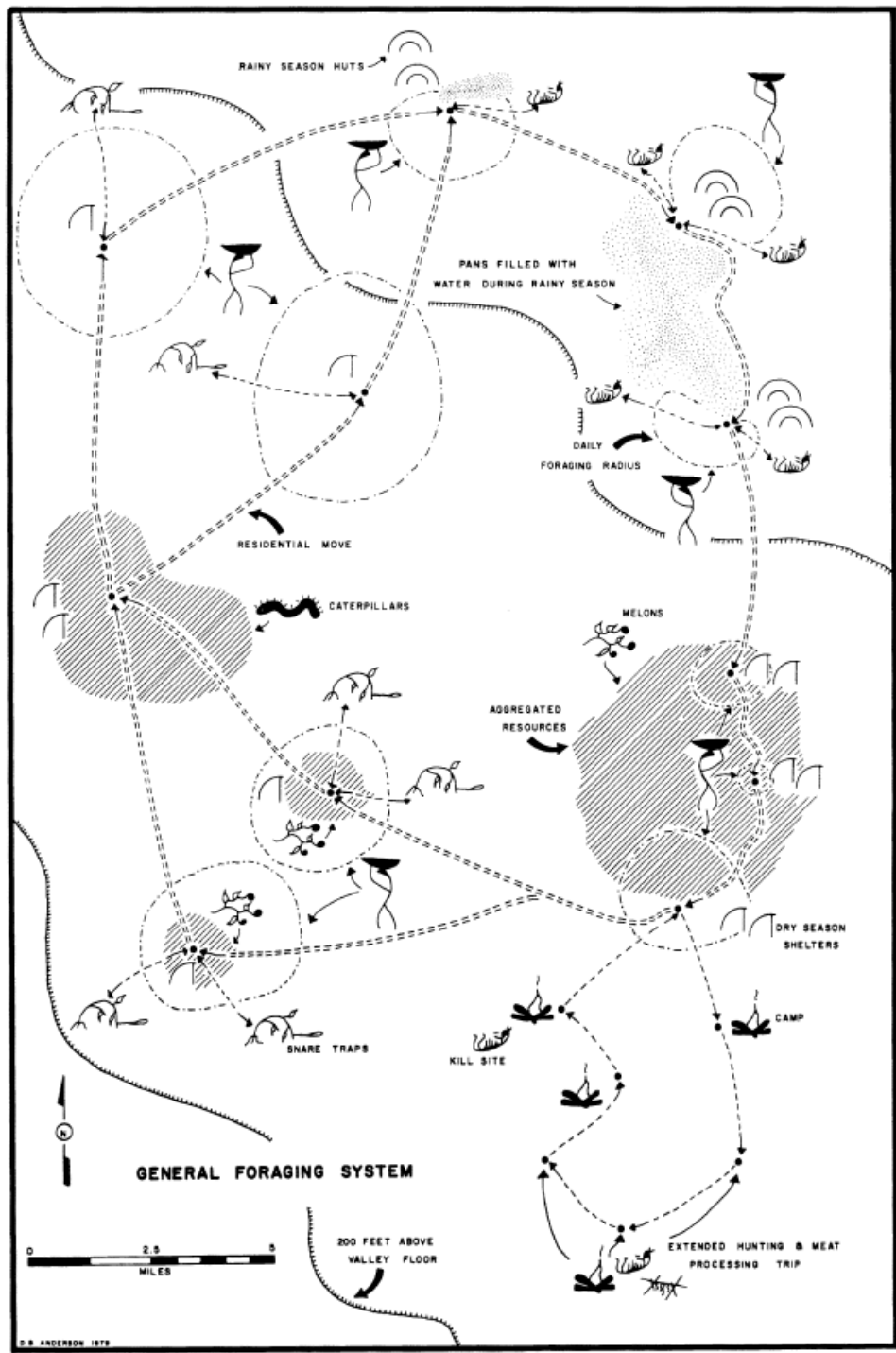


Figure 7. Représentation du système d'établissement en lien avec la subsistance d'une économie de chasseurs-cueilleurs fourrageurs (Binford (1980))

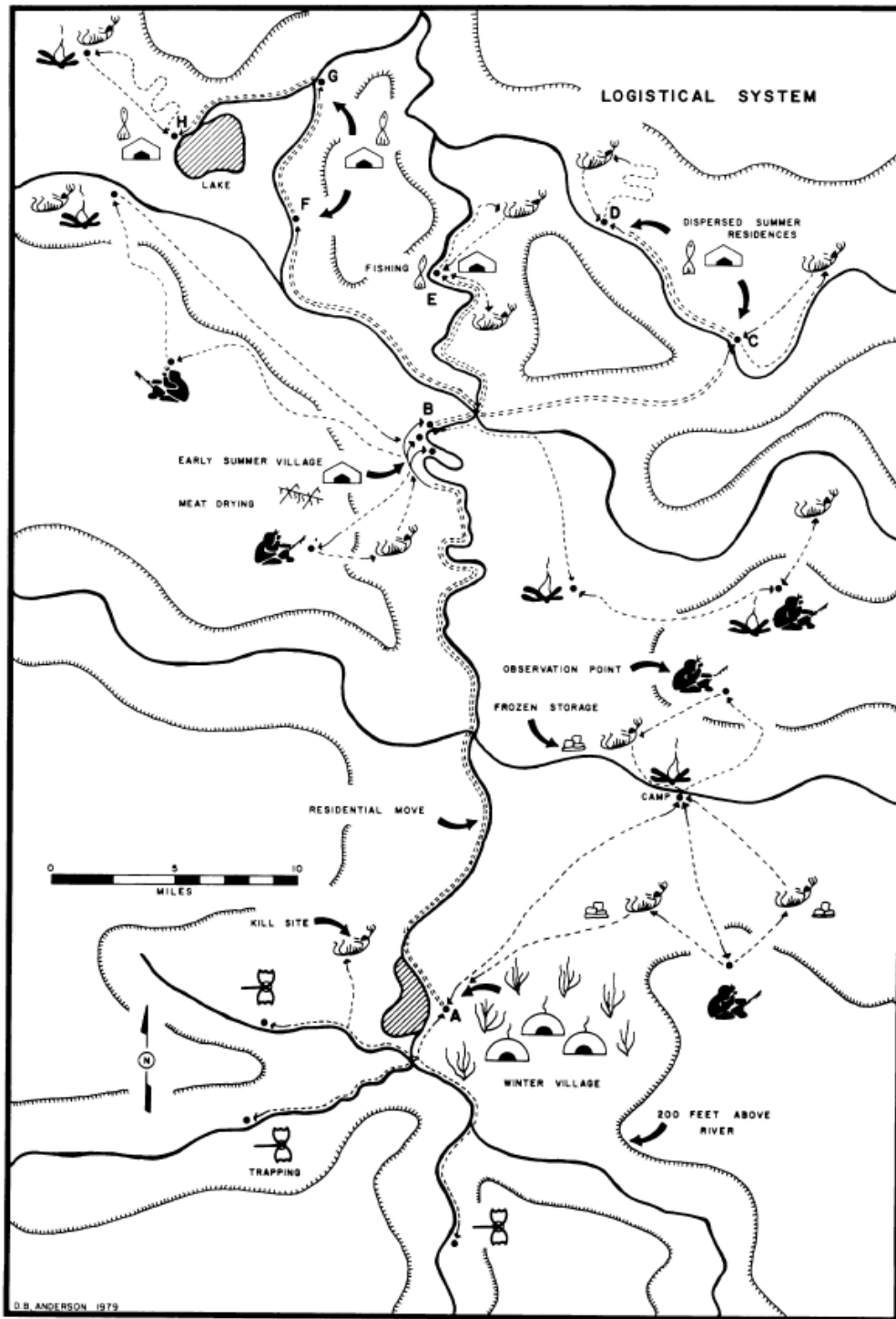


Figure 8. Représentation du système d'établissement logistique en lien avec la subsistance d'une économie de chasseurs-cueilleurs collecteurs. (Binford (1980))

L'économie des fourrageurs vise donc essentiellement le déplacement des personnes vers les ressources avec des changements fréquents de camps résidentiels alors que l'économie de collecteurs procède à l'inverse et apporte les ressources vers les individus ce qui mène à des camps résidentiels plus stables mais repose sur une logistique d'approvisionnement plus élaborée.

L'étude des chasseurs-cueilleurs de cette période est un exercice périlleux car retourner aussi loin dans le passé se bute à la réalité de la rareté des restes matériels qui sont attribués au genre humain. Le défi revient donc à reconstruire la vie de ces groupes par des indices souvent indirects et discrets, associés à leur environnement, leur usage de matières premières, leur mobilité et leur alimentation.

Ce que l'on sait des chasseurs-cueilleurs nomades récents laisse croire que, dans des milieux où la distribution des ressources est homogène, plusieurs familles (bandes) exploitent les environs immédiats de leur camp de résidence, s'installant parfois à courte distance pour de brèves activités (abattage, découpe de proies, etc.). Puis, ils déplacent leur campement principal régulièrement dès que les denrées se raréfient. L'autre tendance repose sur une plus grande programmation et s'exprime plutôt dans des environnements à forts contrastes saisonniers comme ceux des hautes latitudes. Dans ce cas la mobilité résidentielle est faible mais la mobilité logistique est élevée, i.e. celle des fractionnements de bandes et d'expéditions pour des tâches spécialisées (Binford, 2002). Les chasseurs-cueilleurs maximisent ainsi l'état de leur niche écologique où l'organisation des ressources est la résultante des interactions entre les éléments biologiques et physiques qui la compose. La variabilité des adaptations humaines retrouvées pour une même niche écologique serait en fait le reflet de diverses stratégies d'optimisation adoptées pour maximiser la collecte des ressources qui s'y trouvent (Binford, 2001). À ce chapitre Binford (2001) a modélisé les interactions humains-environnements retrouvés chez les 168 groupes de chasseurs-cueilleurs de Murdock (1967) pour y définir la notion d'environnement effectif, c'est-à-dire la composante de l'environnement global autour de laquelle un groupe d'humains articule ses activités. Il appert que ces environnements effectifs sont dictés principalement par le climat. La typologie de Binford (1978; 1980; 2001) ne s'arrête pas sur la fréquence des déplacements mais plutôt sur la nature de l'organisation des camps reliés aux types de déplacements (Kelly, 2013). La prise

de décision tant qu'aux déplacements d'un point A vers un point B tiendrait à l'accès aux ressources sur la base de la rareté relative de ces dernières (Kelly, 2013; Binford, 2001). L'abondance relative des ressources biologiques est dictée par de nombreux paramètres qui répondent principalement aux instabilités climatiques dont la température ambiante est le plus déterminant.

Compte tenu des variations climatiques du Pléistocène récent, rien n'empêche de croire que Néandertal aurait pu faire appel à ces deux régimes de déplacement ou à tout autre que nous pourrions qualifier d'intermédiaire. Cette complexité s'ajoute aux incertitudes de nature archéologiques, le temps ayant pu détruire ou déplacer les indices (Valentin, 2010). Notons que les vestiges archéologiques anticipés sont en lien avec ces modèles et varient selon que les sites furent occupés de façon prolongée, transitoire ou répétitive et qu'ils aient eu une vocation particulière ou pas (Binford, 1980). À ce chapitre les sites associés aux cavités karstiques ou aux abris sous roches sont les plus susceptibles de nous avoir rejoint. Les gisements de plein air, probablement plus nombreux mais dont la distribution est moins prévisible et où la préservation de la superposition d'habitats fut confrontée aux aléas climatiques, sont beaucoup moins nombreux dans le sud-ouest de la France. Encore ici, appréhender davantage la notion de mobilité chez ces groupes permettrait de mieux les définir dans l'espace.

D'après l'étude des comportements de chasseurs-cueilleurs les stratégies de mobilité sont liées à celles de subsistance qui elles-mêmes visent une optimisation des ressources en fonction de l'environnement. Durant les phases glaciaires, l'environnement se fragilisait et les chasseurs-cueilleurs exploitaient davantage des troupeaux de rennes lors de leurs migrations. Il est probable que la superficie des territoires de chasses ait augmenté et donc la mobilité (Keekey, 1988). Il y aurait alors eu des déplacements saisonniers au sein d'un territoire plus vaste (Binford, 1980; 1982). Dans les environnements non contrastés, caractéristiques des phases climatiques plus tempérées dans le sud-ouest de la France, les chasseurs-cueilleurs exploitaient possiblement davantage les ressources locales disponibles jusqu'à leur épuisement ce qui ultimement menait à un déplacement vers un autre territoire. Dans tous les scénarios l'exploitation du territoire va de pair avec l'anticipation et la planification des déplacements.

Certaines occupations du sud-ouest de la France paraissent liées à l'exploitation immédiate du gibier (par exemple : Mauran (Farizy et al., 1994; Rendu, 2007; Farizy et al.,

1994) et Les Pradelles (Costamagno et al., 2006; Meignen, 1988 ; Bourguignon, 1997)) alors que d'autres correspondent à des haltes où Néandertal a pu profiter de bonnes sources minérales pour renouveler son outillage ou d'autres encore ont pu être des lieux de résidence saisonnière. Le nombre restreint de sites, et surtout leur datation souvent approximative, empêche de reconstituer clairement leurs liens de complémentarité et donc la composition des cycles annuels d'activités, celle-ci ayant nécessairement varié selon les écosystèmes fréquentés et donc les conditions climatiques changeantes du Pléistocène récent. De plus, pour certains sites préhistoriques et notamment les grottes, la superposition de sols d'occupations non différenciées (palimpsestes) rend difficile la détermination du type d'occupation à savoir : récurrente ou non, de courte ou de longue durée. Il appert cependant que Néandertal a plus souvent installé des camps saisonniers ou temporaires que des camps de base de longue durée (Patou-Mathis, 2008).

Une façon d'appréhender la mobilité apparente de Néandertal est d'estimer le rayon d'action maximal de ses déplacements dicté par la localisation des ressources qu'il exploitait et particulièrement les ressources lithiques. Ce rayon d'action aurait été de l'ordre de 30-50 km selon une étude sur le transport des matières premières au Paléolithique moyen en France (Mellars (1996), p.164, tiré de Féblot-Augustin, 1993). Sur 171 mouvements répertoriés par Mellars, 130 se sont réalisés à l'intérieur d'un rayon de 30 km, 20 entre 60 et 30 km et 10 entre 100 et 60km. Il s'agirait d'une constance pour cette zone géographique. Ailleurs en Europe centrale et orientale les déplacements auraient atteints 200 à 300 km (Féblot-Augustins, 1999).

À propos de la conceptualisation cognitive de l'espace et de la dispersion géographique de Néandertal, Burke (2012) attribue la différence entre la dimension géographique des territoires activement occupés par les groupes néandertaliens par rapport aux Humains Anatomiquement Modernes (HAM) au fait qu'ils auraient fait appel à des systèmes d'orientation distincts. Néandertal faisant appel aux points de repère géographiques pour guider ses déplacements (stratégie égocentrique) alors que les HAM auraient plutôt adopté une stratégie allocentrique qui repose essentiellement sur une estimation de la direction et des distances parcourues. Cette distinction expliquerait la différence entre la dimension relative des territoires occupés par les deux espèces mais n'implique pas que la nature de l'occupation

et de l'exploitation de ces derniers ait été différente. Le modèle des chasseurs-cueilleurs s'appliquerait donc à Néandertal malgré tout.

Notons en terminant que la reconstruction des sociétés passées par l'entremise du modèle de mobilité de Binford sans être complètement remise en question a tout de même fait l'objet de débats tant qu'à sa transposition directe à ces sociétés (Rowley-Conwy, 2001; Wiessner, 1982) sur la base, entre autre, que son cadre d'analyse était difficilement applicable aux réalités archéologiques : les occupations multiples, la mauvaise préservation des vestiges et les datations incertaines compliquant l'interprétation des comportements du passé lointain.

### **2.2.1 D'autres modèles de mobilité**

Quelques modèles complémentaires permettent de détailler davantage les modèles de Binford. Notons celui de Robert Kelly qui a identifié des variables permettant d'anticiper les choix de mobilité d'un groupe selon le climat (Kelly, 1983) ou selon la technologie (Kelly, 1988). Ces études font appel à des données environnementales (couvert végétal) et climatiques (calcul de la température effective (Bailey, 1960)) et abordent la question des choix technologiques selon les besoins à combler et l'accès à la ressource lithique. Parallèlement à ces travaux, Gamble (1986) a développé l'approche dite «régionale» qui permet l'analyse des sites archéologiques en tant qu'élément d'un réseau. Différents auteurs s'en sont inspirés pour s'attaquer à la problématique des systèmes d'établissements du Paléolithique (Conard, 2001; Mellars, 1996) mais la reconstruction de ces réseaux au Paléolithique moyen demeure un grand défi particulièrement dans le sud-ouest de la France où la rareté des restes et l'importance relative des sites karstiques par opposition aux sites de plein air rendent les reconstitutions difficiles.

Les divers systèmes technologiques adoptés par les populations néandertaliennes nous renseignent également sur leurs stratégies de subsistances et leurs profils de mobilité. Sur ce dernier point, la question de la mobilité des groupes néandertaliens est apparue plus formellement dans les modèles interprétatifs par l'entremise des travaux de Geneste, (1988a; 1988b; 1989) et de Geneste et Plisson (1996), s'appuyant principalement sur les matières premières, et de Kuhn (1993; 1995 (Chap. 2)) sur les technologies et les réponses adaptatives

dans une perspective écologique. Delagnes et Meignen (2006) ont offert une interprétation fonctionnelle à la production lithique moustérienne dans le sud-ouest de la France en associant les outils réaffûttables du système Quina aux sites de chasse de rennes et le système de production discoïde denticulé aux sites de chasse de bisons.

Delagnes et Rendu (2011) ont proposé un nouveau modèle pour expliquer les choix technologiques de Néandertal en fonction des stratégies de chasse et des systèmes de mobilité qui leurs sont liées aux stades isotopiques 6 à 3 et provenant de sites du sud-ouest de la France. Ils ont ainsi repoussé les limites interprétatives des techno-complexes du Paléolithique moyen en se penchant sur leurs caractéristiques intrinsèques en lien avec la mobilité notamment la complexité de la mise en forme du nucléus, la versatilité des supports produits et la durabilité des outils fabriqués. Selon eux la production Levallois et laminaire présenterait peu d'avantages pour la mobilité alors que le MTA serait associé à des groupes très mobiles qui exploitaient une grande variété de ressources autour de leur campement. Le système Quina se retrouverait sur des sites «logistiques» (*sensu* Binford, 1978; 1980) où les activités requerraient des outils présentant un fort potentiel de réaffutage et finalement, le discoïde denticulé qui serait également associé à des sites «logistiques» mais qui cette fois requerraient davantage des supports versatiles. Au travers de ces indicateurs, ils ont tenté de mettre en évidence des formes de mobilité distinctes en relation avec les systèmes de prédation, formes associées aux deux modèles de Binford.

L'hypothèse de Delagnes et Rendu pourrait ne pas s'appliquer en dehors de la zone d'étude. Parallèlement à ces travaux l'étude de Picin et Carbonell (2016), réalisée au site d'Abric Romaní au nord-est de la péninsule d'Ibérie et basée principalement sur la provenance des matières lithiques, conclue paradoxalement que le Levallois y aurait été employé dans un contexte de plus grande mobilité que la production discoïdale, les changements environnementaux ayant potentiellement dicté ces choix. Finalement, Moncel et Daujeard (2012) se sont penchés sur les mêmes problématiques que Delagnes et Rendu, cette fois dans le sud-est de la France, pour conclure qu'il n'y avait pas de corrélation entre les systèmes de production lithique et le type de site dans cette région. Monnier et Missal (2014) soulignent le contraste entre ces diverses interprétations qui pourraient soit refléter une différence régionale entre le rôle des divers systèmes de production ou soit une différence d'interprétation au

niveau des implications écologiques. Le modèle actuel qui nous préoccupe dans le cadre de ce mémoire, est celui pour le sud-ouest de la France et revient à Delagnes et Rendu (2011).

Au final nous pouvons comprendre la mobilité de Néandertal sous différents niveaux. Au premier niveau, ses activités de chasse et/ou de collecte de lithique lui imposaient un degré de mobilité afin de répondre à ses besoins de subsistance de base. Cette mobilité se situait sur un continuum entre les modèles fourrageur et collecteur de Binford. Au deuxième, des principes directeurs associés à des variables climatiques (et donc l'environnement dans lequel il évoluait) ou technologiques telles que décrites par Kelly dictaient ses choix. Au troisième, le tout s'insérait dans une logique régionale selon le modèle de Gamble qui prend en compte la nature et la dispersion géographique des sites retrouvés dans une région donnée. Finalement, au quatrième niveau, Delagnes et Rendu associent les modèles de Binford aux choix technologiques et cynégétiques dans l'espace et le temps pour comprendre la mobilité. Ainsi un niveau supérieur prend en compte tous les niveaux qui lui sont inférieurs.

### **2.2.2 Mobilité et cynégétique**

*«La connaissance du mode de vie de certaines espèces actuelles, proches des espèces pléistocènes ou identiques à celles-ci, est indispensable à l'appréhension des techniques de chasse des hommes du Paléolithique. En effet, bien que la répartition actuelle des territoires soit incomparable avec les grands espaces sauvages recouvrant la France pléistocène, que la présence de l'homme soit sans cesse plus envahissante et que l'environnement paysager comme climatique ait été bien différent, certains comportements ont perduré. L'éthologie et l'écologie nous apprennent ainsi à différencier par exemple les espèces grégaires des espèces solitaires. De même, elles nous permettent d'apprécier les lieux et les environnements affectionnés par les animaux : forêts, steppes, climats froids ou tempérés... La communauté des espèces présentes au sein d'un site devient ainsi l'un des critères importants de la connaissance des paléoenvironnements» (Daujeard, 2008).*

Nous avons choisi de prendre cette approche pour les espèces les mieux représentées au sein de nos assemblages.



L'économie de subsistance couvre multiples aspects de la vie des néandertaliens. Les études de la subsistance à l'échelle régionale (Daujeard et Moncel, 2010; Delagnes et Rendu, 2011; Daujeard et al., 2012; Fiorenza et al., 2015) permettent d'identifier les schémas d'utilisation du paysage et donc la mobilité des groupes néandertaliens. L'organisation des sites archéologiques sur un territoire donné est alors perçue comme formant un réseau (Gamble, 1986) à l'intérieur duquel les groupes structurent leurs activités dans le temps (Binford, 1980; Conard, 2001).

L'étude des restes squelettiques d'animaux retrouvés en contexte archéologique permet de reconstruire les comportements de subsistance, ainsi que les stratégies économiques et culturelles de Néandertal. L'archéozoologie devient ici l'outil d'analyse qui permet de reconstruire la chaîne opératoire d'exploitation des animaux chassés (Rendu, 2007). Les nouvelles technologies et les études multidisciplinaires dont la tracéologie, la biochimie isotopique et les analyses des résidus de tartre dentaire ainsi que de l'usure dentaire appuient l'hypothèse que Néandertal s'approvisionnait principalement (mais pas exclusivement) des ressources carnées des grands mammifères terrestres (Lalueza et al., 1996; Balter et al., 2001; Bocherens et al., 2005; Hardy et al., 2010, 2011; Cochard et al., 2012; Rendu et al., 2012; Henry et al., 2014; Fiorenza et al., 2011, 2015). Ces mammifères se déplaçaient sur le territoire et l'analyse des assemblages fauniques retrouvés dans les sites du sud-ouest de la France est non seulement représentative des environnements passés (figure 9) mais aussi une façon indirecte de tester la mobilité relative des groupes néandertaliens.

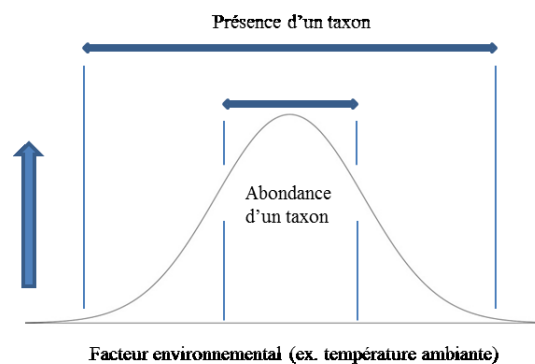


Figure 9. Relation théorique entre un facteur environnemental hypothétique et la réponse correspondante en termes de population d'une espèce. (Adapté de Discamps et al., (2011) et tiré de Ramade (1994))

Cinq principales espèces d'herbivores sont retrouvées en contexte archéologique au cours du Paléolithique moyen dans la région (Discamps et al., 2011, 2014; Daujeard, 2008; Ecker et al., 2013). Leurs caractéristiques comportementales sont indicatrices de leurs préférences environnementales et leur contribution relative au registre zoo-archéologique est donc le reflet des choix économiques de Néandertal (Grayson, 1984; Rendu, 2010; Rendu et al., 2011). Ces espèces sont :

- 1) Le cheval, *Equus sp.*, (*Equus hydruntinus*), *Regalia* 1904 - Classe : Mammifères, Ordre: Périssodactyles, Famille : Équidés, Genre : Equus, Espèce : Equus hydruntinus. Ces chevaux, de plus petites tailles que les chevaux actuels, vivaient dans des territoires ouverts comme la prairie, la steppe et la savane ; certains se trouvaient dans des paysages comportant quelques arbres, c'est notamment le cas de l'hydruntin, généralement associé à une faune de type tempérée forestière. Avec le bison, c'est le seul grand ongulé d'espaces ouverts qui se développait lors des périodes froides et sèches (Delpech et al., 1983; Daujeard, 2008). En général, les chevaux actuels ne sont pas territoriaux, ils se déplacent continuellement et vivent en troupeau. Ils occupent normalement un territoire de 0,59 à 17,68 km<sup>2</sup> (Animal Diversity Web, 2016).
- 2) Le bison, *Bison priscus*, *Bojanus*, 1827 – Classe : Mammifères, Ordre : Artiodactyles, Famille : Bovidés, Genre : Bison, Espèce : Bison priscus. L'écologie du Bison priscus correspond au Bison des plaines d'Amérique actuel mais le Bison priscus pouvait également se retrouver dans des environnements forestiers (Discamps et al., 2011). Contrairement aux rennes ils ne tolèrent pas un épais couvert de neige. Le poids d'un bison d'Amérique actuel équivaut pour les mâles à 700-800 kg (jusqu'à une tonne pour certains), pour une taille au garrot pouvant atteindre deux mètres, et pour les femelles, plus petites, à 450-500 kg. L'abattage d'un jeune mâle de trois-quatre ans fournit une carcasse de 250 à 350 kg. Les bisons des plaines se réunissent lors des migrations qui peuvent atteindre plusieurs centaines de kilomètres (Agabriel et al., 1998; Encyclopédie Britannica, 2016). Dans le cadre de ce mémoire nous adopterons donc l'hypothèse d'une espèce migratrice au Pléistocène.

- 3) Le renne, *Rangifer tarandus*, Linné, 1758 - Classe : Mammifères, Ordre : Artiodactyles, Famille : Cervidés, Genre : Rangifer, Espèce : Rangifer tarandus. Ce renne était apparenté au renne de toundra actuel. Sa taille est moyenne, hauteur au garrot de un mètre vingt pour un poids pouvant aller de 70 à 200 kg pour un mâle et de 40 à 150 kg pour une femelle. L'espèce est de façon générale adaptée au froid, ses phalanges latérales sont fonctionnelles pour les longues marches dans la neige, et le renne consomme des lichens pendant l'hiver. Les rennes de toundra vivent en avant de la limite des arbres dans les régions arctiques et se réfugient l'hiver au voisinage de la taïga (Daujeard, 2008), effectuant en grands troupeaux de vastes migrations annuelles qui peuvent s'étendre sur 5000 km (Animal Diversity Web, 2016). Morin et al., (2014) ont démontré que cette espèce était en mesure d'occuper et d'abandonner rapidement (sur 1-2 ka) de vastes territoires dans le sud-ouest de la France selon les fluctuations climatiques en lien avec les événements d'Heinrich.
- 4) Le chevreuil, *Capreolus capreolus* Linné, 1758 - Classe : Mammifères, Ordre : Artiodactyles, Famille : Cervidés, Genre : Capreolus, Espèce : Capreolus capreolus. Le chevreuil est un Cervidé de petite taille : sa hauteur au garrot peut atteindre quatre-vingt-dix centimètres pour un poids de 40 kg, la plupart du temps leur poids oscille entre 15 et 30 kg. Le chevreuil est plus sédentaire que le cerf. Il vit dans les forêts peu denses possédant des clairières et dans les prairies alentours, en plaine et en montagne (Daujeard, 2008; Discamps et al., 2011). On le rencontre rarement en nombre très important dans les associations tempérées et humides du Pléistocène (Delpech et al., 1983).
- 5) Le cerf élaphe, *Cervus elaphus* Linné, 1758 - Classe : Mammifères, Ordre : Artiodactyles, Famille : Cervidés, Genre : Cervus, Espèce : Cervus elaphus. Le cerf élaphe est aussi connu sous le nom de cerf noble, de cerf d'Europe ou de cerf rouge. De taille moyenne à grande, sa hauteur au garrot peut dépasser un mètre cinquante et son poids 400 kg (Guérin et Patou-Mathis, 1996). Le cerf préfère généralement les milieux forestiers et implique donc un climat plutôt doux et humide (périodes interglaciaires) favorisant leur développement. Il affectionne également les prairies et la montagne (Discamps et al., 2011). Cependant,

contrairement au chevreuil qui est plus dépendant du milieu forestier, l'espèce a pu exister à l'état relictuel sous des conditions bien plus rigoureuses, comme l'atteste sa présence sur de nombreux sites où l'analyse palynologique révèle des taux de boisement très faibles (Daujeard, 2008). Durant certaines périodes, il a donc pu être un animal relativement steppique, se réfugiant néanmoins dans des zones où les conditions d'exposition et d'humidité étaient favorables aux espèces arborescentes (Gonzales et Pépin, 1996). Le cerf, bien que non migratoire, est capable de parcourir de très grandes distances et peut occuper un territoire allant jusqu'à 1500 km<sup>2</sup> (Animal Diversity Web, 2016).

Il est probable que Néandertal ait été opportuniste dans ses choix cynégétiques et ait ainsi non seulement tenu compte de l'abondance relative de ces espèces mais également de l'apport anticipé en viande. Cependant ces animaux se déplaçaient sur le territoire ce qui nécessitait chez lui divers type de mobilité. Nous retrouvons donc au final une forme de classification de ces taxons selon leur occupation du territoire.

Notons en terminant que nous avons abordé la mobilité de Néandertal sous l'angle de la subsistance, les déplacements étant alors dictés par l'emplacement des sources lithiques, par la mobilité des animaux et le remplacement saisonnier des végétaux. Pour d'autres auteurs la mobilité serait également modulée par les besoins de rencontres et les échanges (Hayden, 2008, 2012). Ce mémoire n'est pas concerné par cet aspect de la mobilité. Non pas parce qu'elle serait accessoire et/ou secondaire aux considérations de Binford, Kelly, Gamble et Delagnes et Rendu mais plutôt parce que nous avons fait le choix d'étudier la mobilité en lien avec les variables climatiques, technologiques et cynégétiques.

## **Chapitre 3 Méthodologie**

La logique qui supporte notre méthodologie tire ses racines du contexte théorique principalement inspiré du travail de Delagnes et Rendu (2011). Selon notre hypothèse trois grandes classes de données sont requises pour déceler le signal mathématique d'une quelconque relation entre la mobilité et les choix technologique des groupes néandertaliens : les données climatiques, technologiques et cynégétiques. Nous serons donc concernés par l'expression numérique d'informations qui peuvent être au départ de nature essentiellement qualitative et/ou quantitative. Ces diverses informations doivent obligatoirement être obtenues à partir d'un même niveau d'occupation afin de procéder à leur interprétation et de permettre la détection d'un signal propre à leurs interrelations. Ceci dans le but de ramener la recherche d'une relation climat / mobilité à un niveau pragmatique.

### **3.1 Description de la base de données de Delagnes et Rendu**

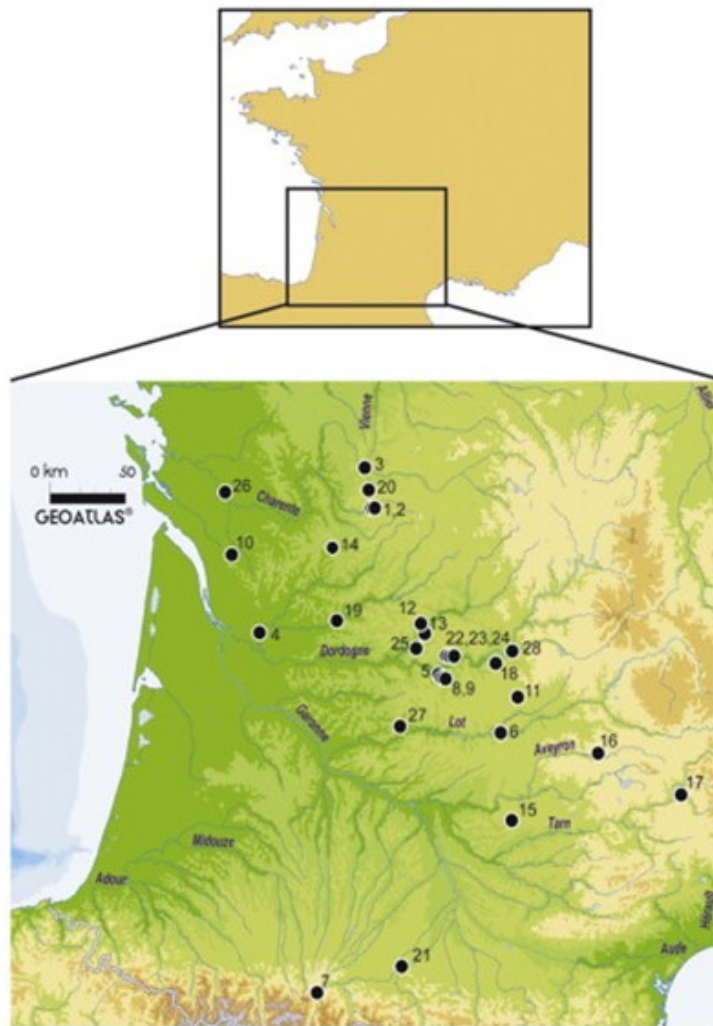
Pour tester notre hypothèse de recherche nous avons obtenu l'autorisation d'utiliser la base de données du Dr Anne Delagnes et du Dr William Rendu qui contient des informations provenant de sources validées et bien documentées et a déjà servi à développer un argumentaire sur des liens possibles entre la mobilité de Néandertal, la technologie et la subsistance (Delagnes et Rendu (2011)). Puisque, comme nous le verrons, notre approche est basée sur des analyses multivariées d'informations associées au climat, à la technologie et à l'alimentation, il était essentiel de retrouver ces trois paramètres documentés et validés de façon systématique pour de mêmes niveaux d'occupation afin de tester notre approche. La composante climatique sera inférée à partir des datations et/ou à partir des stades isotopiques associés aux niveaux archéologiques rapportés dans la base de données. Elle sera par la suite jumelée aux composantes technologiques et fauniques qui sont documentées dans la base de données.

La base de données obtenue contient 68 niveaux d'occupation distincts provenant de 28 sites archéologiques présentant un fort potentiel d'utilisation pour tester notre hypothèse (annexe 1). Leur emplacement géographique est présenté à la figure 10. Pour faire partie de

notre corpus un site devait obligatoirement rencontrer trois critères : 1) offrir un niveau archéologique daté ou être associée à un stade isotopique précis du Pléistocène récent entre les stades 6 et 3; 2) avoir livré assez de matériel lithique pour permettre l'attribution du niveau à un des 4 techno-complexes et; 3) avoir livré assez de matériel faunique pour établir les préférences cynégétiques de Néandertal pour la période évaluée (sur ce dernier point notons que Delagnes et Rendu n'ont inclus dans leur base de données que les niveaux d'occupation où il y avait absence d'activités associées à d'autres prédateurs).

Le tableau I présente la liste des sites et niveaux archéologiques sélectionnés. Les trois critères de base y sont retrouvés. Notons que Delagnes et Rendu ont regroupé les différentes méthodes et divers concepts de production lithique retrouvés dans l'ouest de la France en quatre techno-complexes différents soit : le Levallois, le Quina, le Discoïde Denticulé et le MTA. Pour ce qui a trait à la faune, nous retrouvons le renne, le bison, le cerf élaphe, le cheval et le chevreuil. Les chapitres 4 et 5 de ce mémoire feront appel exclusivement aux informations de la base de données associées aux sites/niveaux archéologiques retrouvés dans ce tableau. Les sites sélectionnés offrent l'avantage d'être différents et complémentaires sur le plan géographique (Aquitaine, Charente, Dordogne, Aveyron, Haute Garonne) et chronologique (stades isotopiques 6 à 3) ce qui se prête bien pour une étude diachronique de notre hypothèse de recherche.

Nous avons rejeté les niveaux d'occupation qui représentaient soit une période plus ancienne que celle visée par notre étude, soit des incertitudes pour l'attribution à un stade isotopique ou à une période précise et ceux qui n'ont pas livré d'informations complètes.



Middle Paleolithic sites from southwestern France (all sites cited in the paper); 1: Abri Bourgeois-Delaunay; 2: Abri Suard; 3: Artenac; 4: Champs de Bossuet; 5: Combe-Grenal; 6: Coudoulous I; 7: Fréchet; 8: Grotte Vaufrey; 9: Grotte XVI; 10: Jonzac; 11: La Borde; 12: La Ferrassie; 13: La Micoque; 14: La Quina; 15: la Rouquette; 16: Le Rescoundudou; 17: Les Canalettes; 18: Les Fieux; 19: Les Tares; 20: Marillac; 21: Mauran; 22: Pech-de-l'Azé I; 23: Pech-de-l'Azé II; 24: Pech-de-l'Azé IV; 25: Roc-de-Marsal; 26: Saint-Césaire; 27: Sous-les-Vignes.

Figure 10. Distribution géographique des sites archéologiques retrouvés dans la base de données (tirée de Delagnes et Rendu (2011))

Tableau I. Niveaux d'occupation provenant de la base de données de Delagnes et Rendu (2011) qui ont été retenus dans le cadre de notre étude

| Niveaux d'occupation retenus |   |   |                           |                          |
|------------------------------|---|---|---------------------------|--------------------------|
| Sites archéologiques         | Niveaux archéologiques  | Datation disponible ou stade isotopique identifié | Attribution technologique | Restes faunes identifiés |
| Abri Bourgeois-Delaunay      | 8 <sup>r</sup> , 9, 10  | •   | •                         | •                        |
| Abri Suard                   | 51  | •   | •                         | •                        |
| Artenac                      | 6c, 7   | •   | •                         | •                        |
| Chez Pinaud                  | 6   | •   | •                         | •                        |
| Combe-Grenal                 | 6, 7, 11, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 à 31, 32, 35, 36 | •   | •                         | •                        |
| Grotte Vaufrey               | VII, VIII   | •   | •                         | •                        |
| Grotte XVI                   | C   | •   | •                         | •                        |
| La Quina                     | 4b, 6a, 6c, 6d  | •   | •                         | •                        |
| La Rouquette                 | 1, 3  | •   | •                         | •                        |
| Les Canalettes               | 2, 3  | •   | •                         | •                        |
| Les Fieux                    | k   | •   | •                         | •                        |
| Les Pradelles                | Facies 2 = (10-9)   | •   | •                         | •                        |
| Mauran                       | ND  | •   | •                         | •                        |
| Pech-de-l'Azé I              | 4, 6, 7   | •   | •                         | •                        |
| Pech-de-l'Azé II             | 3, 2G   | •   | •                         | •                        |
| Pech-de-l'Azé IV             | I2, J3, J3a, J3b, J3c   | •   | •                         | •                        |
| Rescoundudou                 | c1  | •   | •                         | •                        |
| Roche à Pierrot              | Egc   | •   | •                         | •                        |
| Saint-Césaire                | Egpf = (10)   | •   | •                         | •                        |
| Sous les Vignes              | ND  | •   | •                         | •                        |

ND : Non Disponible



### 3.1.1 Informations archéologiques des niveaux d'occupations retenus

#### *Abri Bourgeois-Delaunay et Abri Suard*

Les abris Bourgeois-Delaunay et Suard font partis d'un ensemble de gisements préhistoriques appartenant au même réseau karstique situé dans la commune de Vouthon en Charente. L'ensemble, très riche en matériel lithique, restes fauniques et restes néandertaliens est également connu sous le nom de la Grotte de la Chaise. Ces sites ont été explorés depuis les années 30 et puisque qu'ils communiquent entre eux leur stratigraphie est complémentaire (Debenath, 1974; Delagnes, 1992a). Pour l'abri Bourgeois-Delaunay les niveaux 8', 9 et 10 associés au stade 5 (113-78 ka par sériation U/Th) sont considérés. Le cheval y est le taxon dominant (Armand, 1998). Bien que le Levallois soit le techno-complexe attribué pour cette séquence on y retrouve un mélange de concept et de méthodes. C'est ainsi que du Levallois préférentiel, récurrent centripète et récurrent uni- et bi-directionnel sont retrouvés avec du Discoïde Denticulé (Delagnes, 1992b). Cette réalité pose un problème en lien avec l'hétérogénéité des données (Anne Delagnes, communication personnelle, 7 mars 2016). Nous reviendrons au chapitre 5 sur ce point qui n'est pas unique à ce site archéologique. À l'abri Suard, seul le niveau 51 associé au stade 6 (datée à 126+/- 15 ka par thermoluminescence) sera considéré. Le cheval y est également le taxon dominant (Griggo, 1995, 1996) avec le Levallois (récurrent uni- et bi-directionnel) comme techno-complexe (Delagnes, 1990).

#### *Artenac*

Ce site découvert en 1960 près de la commune de Saint-Mary en Charente est principalement connu pour avoir livré d'importants restes archéologiques associés au Néolithique. Cependant un gisement moustérien y a été conservé dans une diaclase et fouillé en sauvetage. Ce dernier est caractérisé par une abondance d'ossements fauniques et une présence lithique complexe associée au Levallois et au Quina. (Meignen et al., 1978). Les niveaux 6c et 7, les deux associés au stade isotopique 4 (67+/-3 ka par thermoluminescence), seront considérés. Le 6c a livré du Levallois (récurrent centripète) et du cerf élaphe alors que le 7 a livré du Quina et du cheval (Delagnes et al., 1999).

### *Chez Pinaud*

Ce site, qui est localisé près de la commune de Jonzac en Charente-Maritime, se trouve sur la rive droite de la vallée de la Seugne et comporte des séquences du Paléolithique moyen et du Paléolithique supérieur, la transition entre les deux n'ayant été mise à jour qu'à la fin des années 90. La base de la séquence stratigraphique, niveau 22, est dominée par du renne et l'occupation du site remonterait au stade isotopique 4. (Airvaux et Bouchet, 1999; Airvaux, 2004; Niven et al., 2012; Soressi, 2004a). Dans la base de données de Delagnes et Rendu (2011) nous ne sommes concernés que par le niveau 6 daté par thermoluminescence à 39+/- 3 ka (stade isotopique 3) identifié au MTA mais qui présente également du Discoïde Denticulé en plus de la production bifaciale. Le taxon dominant est le bison (Jaubert et al., 2008).

### *Combe-Grenal*

Combe-Grenal est situé près de la commune de Domme en Dordogne. Il s'agit d'un ancien abri sous roche dont le toit s'est peu à peu effondré. Connu depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle le site a été exploité pour la première fois par François Bordes de 1953 à 1965. La stratigraphie a distingué 64 niveaux archéologiques sur 10 mètres de haut et s'étend sur une trentaine de mètres dans la vallée. Ce site, très riche en industrie moustérienne, est le témoin de la pérennité de Néandertal dans la région. Il couvre les stades isotopiques 6 à 3 inclusivement (Bordes, 1972). Les niveaux 6, 7, 11, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 à 31, 32, 35 et 36 sont pertinents à notre étude. On retrouve aux niveaux 6 et 7, associés au stade 3, le techno-complexe Levallois (Levallois récurrent centripète) et le renne comme taxon principal. Les niveaux 11,13 et 14, également associés au stade 3, présente du Discoïde Denticulé (Bourguignon et Turq, 2003) et du cheval comme taxon dominant. Les niveaux 21 à 26 sont pour leur part associés au stade 4 ainsi qu'au Quina et au renne. Les niveaux 27 à 32 et 35 sont du stade 4 et présentent du Levallois sous diverses formes à savoir : récurrent centripète, récurrent uni- ou bi-directionnel ainsi que de la production de lames /lamelles. On y retrouve du cerf élaphe et du renne. Finalement le niveau 36, associé au stade isotopique 5a, présente du Levallois (récurrent centripète) et du cerf élaphe (Guadelli, 1987; Faivre, 2008).

### *Grotte Vaufrey*

Le site de la Grotte Vaufrey est localisé près de la commune de Cenac-Saint-Julien en Dordogne. Connu depuis 1930 cette grotte fût d'abord fouillée de 1969 à 1981 et a depuis fait l'objet d'études ponctuelles. Il s'agit d'une vaste cavité karstique qui a livré de nombreuses pièces lithiques, des restes fauniques et des restes néandertaliens datant principalement du stade isotopique 6 (Rigaud, 1982). Les niveaux qui nous préoccupent sont les VII (168 +/- 10 ka par sériation U/Th) et VIII du stade isotopique 6. Le Levallois (récurrent uni et bi directionnel) y est associé au cerf élaphe (Geneste, 1985; Grayson et Delpech, 1994).

### *Grotte XVI*

La grotte XVI, comporte une importante séquence archéologique du Paléolithique moyen et supérieur. Elle est l'une des vingt-deux cavités recensées le long de la falaise du Conte dans la commune de Cénac-et-Saint-Julien en Dordogne. De 1983 à 2001, des fouilles systématiques y ont été réalisées et ont mises en évidence plusieurs niveaux de Moustérien qui seraient datés de la transition entre les stades isotopiques 4 et 3 (Kervazo et Texier, 2010). Seul le niveau C est d'intérêt pour nous. Daté par thermoluminescence à 64.6 +/- 3.1 ka, on y retrouve la présence du techno-complexe MTA mais également la présence de Levallois récurrent uni et bi directionnel (Soressi, 2004b). Le cerf élaphe y est dominant (Grayson et Delpech, 2003)

### *La Quina*

La Quina, le site éponyme du Moustérien de type Quina, est situé près de la commune Les Gardes en Charente. Signalé dès 1872 ce site fut l'objet de deux principales campagnes de fouilles, 1906-1936 puis 1953-1965. Les gisements de la Quina s'étendent sur plus de 600 mètres de long au-dessus du Voultron. On croit qu'à l'origine il devait y exister un système d'abris. De nombreux restes humains (néandertaliens), fauniques et lithiques (faciès Quina mais divers techno-complexes) ont été mis à jour sur ce site qui chevauche les Paléolithiques moyen et supérieur (Vandermeersch, 1976). Seuls les niveaux 4b, 6a, 6c et 6d, tous du stade isotopique 3 sont considérés dans ce mémoire. Le niveau 4b présente du Discoïde Denticulé et du cheval. Les niveaux 6a et 6c présentent du Discoïde Denticulé (mais aussi du Levallois récurrent centripète et uni/bi directionnel) et du Bison. Finalement le niveau 6d présente du

MTA (mais aussi du Discoïde Denticulé) avec du Bison comme taxon principal (Debénath et Jelinek, 1998; Armand, 2005; Park, 2007; Rendu, 2007; Rendu et Armand, 2009).

### *La Rouquette*

Le site de la Rouquette est situé sur la commune de Puycelci dans le Nord du Tarn aux confins orientaux du bassin d'Aquitaine. C'est un site de plein air, de pied de falaise, qui surplombe un affluent de l'Aveyron; la Vère. La fouille, qui a eu lieu de 1979 à 1988, a mis au jour sept niveaux archéologiques uniquement moustériens qui datent des stades isotopiques 4 et 3. Les niveaux inférieurs montrent que les néandertaliens de la Rouquette ont occupé le site presque toute l'année, alors que les niveaux supérieurs ne suggèrent qu'une occupation de l'automne jusqu'au printemps (Briki-Herich et al., 2005). Seul le niveau 3 (du stade isotopique 3) est considéré ici. Il présente du Quina avec du cheval comme taxon principal.

### *Les Canalettes*

L'abri des Canalettes est situé sur la Causse du Larzac, l'un des plateaux calcaires du sud du massif central, à près de 700 mètres d'altitude. Il a été un lieu d'occupation répétitive à la fin du stade isotopique 5. Du matériel archéologique a été retrouvé sur plus de 2 mètres de stratigraphie (Meignen, 1990). Nous prendrons en considération les niveaux 2 (78.7 +/- 9.7 à 67.6 +/- 6.8 ka datés par thermoluminescence) et 3 de ce site. Ils présentent une production lithique de type Levallois (récurrent centripète et récurrent uni et bi directionnel) (Meignen, 1993) et du cerf élaphe comme principal taxon (Patou-Mathis, 1993).

### *Les Fieux*

Les Fieux est une cavité peu profonde découverte en 1964 près de la commune de Miers dans le Lot. Le site se présente sous la forme d'une galerie karstique dont une partie de la voûte s'est effondrée. À l'aplomb du porche ouest une succession de couches contiennent une dizaine de niveaux moustériens principalement associés au stade isotopique 3 et semble démontrer un site spécialisé de chasse au bison (Champagne et al., 1990; Champagne et Jaubert, 1979). Seul le niveau k du stade 3 est considéré dans ce mémoire et le techno-complexe rapporté est le Discoïde Denticulé (Thiébaud, 2005; Jaubert, 1984).

### *Les Pradelles*

Le site des Pradelles est un abri sous roche découvert en 1898 localisé près de la commune de Marillac-le-Franc en Charente. Il fait partie de l'ensemble du karst de la Rochefoucauld. Il se présente comme une vaste dépression d'une vingtaine de mètres de long sur une dizaine de large pour une profondeur maximale de sept mètres. Ce site, qui fait toujours l'objet de fouille, a livré de nombreux restes fauniques et est assimilé à une halte de chasse (Costamagno et al., 2006). La base de données associe Les Pradelles au stade isotopique 4 ou 3 avec du Quina comme techno-complexe (Meignen, 1988) et du renne comme taxon principal à 97%. Le niveau archéologique n'est pas spécifié précisément et fait référence au faciès 2. Ce dernier est associé à l'ouverture d'un aven et une éboulisation liée à la destruction du plafond et des parois d'un ou plusieurs niveaux de galeries karstiques. Riche en matériel archéologique, il se compose de cailloutis plus ou moins colmatés par une matrice argilo-limoneuse. Un vestige lithique en silex suffisamment brûlé du faciès 2b permet de supposer qu'une partie du remplissage archéologique se rapporterait au stade isotopique 4 (Maureille, 2008; Ministère de la culture et de la communication de France, 2009). Par contre, de façon plus précise les couches 9a à 9c associées au faciès 2b et les couches 10 à 11 associées au faciès 2a plus ancien, ont fait l'objet de multiples études lithique, géologiques, micro-fauniques et fauniques sans pouvoir conclure de façon catégorique à l'appartenance à un stade isotopique précis (Delagnes et al., 2005; Maureille et al., 2007). Même si cette question est encore sujette à débat la fin du stade isotopique 4 ou le tout début du stade 3 semble représenter l'état actuel des connaissances pour le faciès 2 (Mussini, 2011) car le faciès 2b, le plus récent, est maintenant daté à 58 ka (Maureille et al., 2010; Sandrine Costamagno, communication personnelle, 2 mai 2016).

### *Mauran*

Localisé en Haute-Garonne, Mauran est un gisement de plein air situé dans la commune du même nom. Il surplombe la vallée de la Garonne à l'entrée des Petites Pyrénées sur une superficie estimée à plus de 800 mètres carrés. Plusieurs niveaux d'occupation ont été repérés en stratigraphie suite à des fouilles réalisées entre 1974 et 1979. Le site est reconnu comme un site d'abattage de bison, espèce qui correspond à près de 100% des restes fauniques

(Girard et David, 1982; Farizy et al., 1994; Rendu, 2007). Aucun niveau précis n'est rapporté dans la base de données de Delagnes et Rendu et la datation est estimée à la transition entre les stades isotopiques 4 et 3. Cependant le Discoïde Denticulé y domine la production lithique. Ce type de débitage est connu pour clore les séquences temporelles du stade 3 dans le sud-ouest de la France (William Rendu, communication personnelle, 10 février 2016). Une douzaine de datation effectuées au début des années 90 par ESR plaçait le site dans son entièreté entre 47,5 ka et 29,5 ka (Jaubert, 1993). Des études plus récentes parlent de 50-29 ka (Thiébaud et al., 2010). Si les recherches actuelles ne permettent pas d'être catégorique tant qu'à une datation précise, il appert que le matériel retrouvé à Mauran ait un âge contemporain au stade isotopique 3.

#### *Pech-de-l'Azé I, II, III, IV*

Cette grotte, située près de la commune de Carsac en Dordogne, se présente comme une longue galerie ouverte aux deux extrémités. Sa partie sud-est (Pech-de-l'Azé I) était connue au XIX<sup>ème</sup> siècle. Mais ce sont les fouilles réalisées par Bordes et Bourgon de 1949 à 1951 qui ont mené à la découverte de Pech-de-l'Azé II dont l'ouverture donne au nord-ouest. Bordes a par la suite découvert Pech-de-l'Azé III à 20 mètres au nord de Pech-de-l'Azé II (ce site n'est pas considéré dans notre étude car il ne contient que de l'Acheuléen) puis le Pech-de-l'Azé IV à 100 mètres en aval. Cet ensemble a livré des stratigraphies qui couvrent les stades isotopiques 6 à 3 inclusivement. Des restes néandertaliens y sont associés (Bordes, 1972; Bordes, 1976). Pour Pech-de-l'Azé IV, les niveaux I2, J3, J3a, J3b et J3c tous du stade 5 sont considérés (William Rendu, communication personnelle 12 février 2016). Ils sont tous associés au Levallois préférentiel sauf l'I2 où on retrouve également une production laminaire. La faune dominante est le cerf élaphe sauf pour le niveau J3c associé au chevreuil et l'I2 associé au renne. Pour Pech-de-l'Azé II les niveaux 3 (72.8+/-6.6 ka à 42.5 +/-5.2 ka et 2G (77.4+/-7.3 à 45.5 +/-4.8 ka) datés par résonance électronique de spin et associés aux stades isotopiques 4 ou 3 présentent du Levallois préférentiel et du cerf élaphe. Finalement à Pech-de-l'Azé I le niveau 4 (stade 3), le niveau 6 (47+/-4 à 39+/-2 Ka) et le niveau 7 (49+/-7 à 42 +/-8 ka) tous datés par résonance électronique de spin et associés au stade isotopique 3 sont considérés. Le niveau 4 est associé au Moustérien de Tradition Acheuléenne (MTA) mais a livré, outre la production bifaciale, du Levallois récurrent uni et bi directionnel ainsi que de la

production laminaire. Les niveaux 6 et 7 sont également associés au MTA. Tous les trois présentent le cerf élaphe comme taxon dominant du registre zoo-archéologique. (Bordes, 1978; Laquay, 1981)

#### *Rescoundudou*

Le Rescoundudou est situé près de la commune de Sebazac en Aveyron. Il s'agit d'une aire d'occupation moustérienne en relation avec d'anciens abris naturels. Les fouilles y ont eu lieu dès 1981 et les couches archéologiques s'y présentent comme un tapis continu de vestiges osseux et lithiques mêlés de calcaire érodé (Jaubert et Maureille, 2008). L'ensemble est interprété comme un dépotoir (Jaubert, 1983). Seul le niveau c1 associé au stade 5 (plus âgée que 115ka par sériation U/Th) fait partie de notre étude. On y retrouve du Levallois (récurrent centripète et récurrent uni et bi directionnel). Le cheval est le taxon le plus représenté.

#### *Roche à Pierrot (Saint-Césaire)*

Près de la commune de Saint-Césaire en Charente-Maritime, le site de Roche à Pierrot, aussi connu sous le nom de Saint-Césaire, a été découvert en 1970. Il a livré le plus récent squelette néandertalien de France (36,000 ans) ainsi qu'une foule d'indices sur les variations climatiques enregistrés au stade isotopique 3 (Soressi, 2011; Crèvecoeur, 2015; Leroi-Gourhan, 1984; Lévêque et Vandermeersch, 1980). Nous sommes concernés par les niveaux Egc et Egpf du stade isotopique 3. Le premier est identifié au MTA avec du bison comme taxon principal et le second au Discoïde Denticulé avec du cheval (Morin, 2004; Thiébaud et al., 2009).

#### *Sous les Vignes*

Le site Sous les Vignes près de la commune de Monsempron-Libos en Lot-et-Garonne est un site d'exploitation du bison non spécifique (Turq et al., 1999). Il occupe un pied de falaise qui domine la vallée du Lot en aval du confluent avec la Lémance. Le niveau de ce site n'est pas déterminé mais on sait, par sa datation de 44.9+/- 2.9 à 43.6 +/- 3.3 ka, qu'il correspond au stade 3. La production lithique y est associée au techno-complexe Quina mais du Discoïde Denticulé est également présent dans ce niveau. La base de données fait état d'une présence très abondante du bison sans la quantifié davantage (Turq et al., 1999).

### *Codes alphanumériques des niveaux d'occupation*

Pour faciliter la représentation visuelle des résultats nous avons attribué un code alphanumérique distinct à chacun des niveaux d'occupation (voir tableau II). Afin de simplifier le repérage nous avons placé les sites en ordre alphabétique puis en ordre de niveau d'occupation croissant.

Tableau II. Attribution de codes d'identification aux divers niveaux d'occupation

| Sites                   | Niveau   | Code correspondant | Sites            | Niveau            | Code correspondant |
|-------------------------|----------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'       | BD8                | Grotte XVI       | C                 | GrC                |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9        | BD9                | La Quina         | 4b                | Qi4b               |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10       | BD10               | La Quina         | 6a                | Qi6a               |
| Abri Suard              | 51       | AS51               | La Quina         | 6c                | Qi6c               |
| Artenac                 | 6c       | Ar6C               | La Quina         | 6d                | Qi6d               |
| Artenac                 | 7        | Ar7                | La Rouquette     | 1                 | Ro1                |
| Chez Pinaud             | 6        | Pi6                | La Rouquette     | 3                 | Ro3                |
| Combe-Grenal            | 6 et 7   | CG6                | Le Rescoundudou  | c1                | Rec1               |
| Combe-Grenal            | 11       | CG11               | Les Canalettes   | 2                 | Ca2                |
| Combe-Grenal            | 13       | CG13               | Les Canalettes   | 3                 | Ca3                |
| Combe-Grenal            | 14       | CG14               | Les Fieux        | k                 | Fik                |
| Combe-Grenal            | 17       | CG17               | Les Pradelles    | faciès 2 (= 10-9) | Pr2                |
| Combe-Grenal            | 19       | CG19               | Mauran           |                   | Ma                 |
| Combe-Grenal            | 20       | CG20               | Pech-de-l'Azé IV | I2                | PAIVI2             |
| Combe-Grenal            | 21       | CG21               | Pech-de-l'Azé IV | J3                | PAIVJ3             |
| Combe-Grenal            | 22       | CG22               | Pech-de-l'Azé IV | J3a               | PAIVJ3a            |
| Combe-Grenal            | 23       | CG23               | Pech-de-l'Azé IV | J3b               | PAIVJ3b            |
| Combe-Grenal            | 24       | CG24               | Pech-de-l'Azé IV | J3c               | PAIVJ3c            |
| Combe-Grenal            | 25       | CG25               | Pech-de-l'Azé II | 2G                | PAII2G             |
| Combe-Grenal            | 26       | CG26               | Pech-de-l'Azé II | 3                 | PAII3              |
| Combe-Grenal            | 27       | CG27               | Pech-de-l'Azé I  | 4                 | PAI4               |
| Combe-Grenal            | 31 to 28 | CG31               | Pech-de-l'Azé I  | 6                 | PAI6               |
| Combe-Grenal            | 32       | CG32               | Pech-de-l'Azé I  | 7                 | PAI7               |
| Combe-Grenal            | 35       | CG35               | Roche à Pierrot  | Egc               | RPEgc              |
| Combe-Grenal            | 36       | CG36               | Saint-Césaire    | Egpf(10)          | SC10               |
| Grotte Vaufrey          | VII      | GVVII              | Sous les Vignes  |                   | SVi                |
| Grotte Vaufrey          | VIII     | GVVIII             |                  |                   |                    |



## 3.2 Analyses statistiques

Notre démarche analytique s'inscrit en deux temps. Nous devons d'abord transposer les informations climatiques, technologiques et cynégétiques en données quantitatives afin d'y appliquer par la suite des tests statistiques dans le but de qualifier les relations qui existent entre nos variables.

### 3.2.1 Détermination des coefficients pour les trois axes (x,y,z)

À la base de notre méthodologie se trouve la détermination de coefficients permettant de représenter graphiquement les trois axes de variabilité qui nous permettrons d'explorer l'hypothèse de Delagnes et Rendu (2011) qui prédit que la mobilité du système, dictée par le climat et les stratégies de chasse, influence les choix technologiques. Trois jeux de coefficients doivent donc être développés. Le premier pour le climat, le second pour les technologies et le troisième pour l'alimentation (stratégies cynégétiques). Le degré de liberté associé à chacun d'eux sera le même et ils ne pourront s'exprimer que par des valeurs comprises entre zéro et un.

#### *Coefficients du climat*

Un total de 10 coefficients climatiques ont été développés pour ce mémoire. Nous les nommons *Clim1* à *Clim10*. Sept sont dérivés de la base de données glaciaires du GRIP et 3 sont dérivés de bases de données terrestres provenant de la France (Guiot et al., 1989). Nous y ferons référence aux chapitres 4 et 5.

Les six premiers coefficients développés pour représenter le climat sont à la base une graduation indirecte (proxy) de la température ambiante retrouvée dans le sud-ouest de la France pour une période donnée. Nous avons abordé au premier chapitre qu'une façon d'évaluer le climat du Pléistocène récent était de faire appel au ratio isotopique de l'oxygène  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  ( $\delta^{18}\text{O}$ ). Ce ratio permet d'évaluer le degré d'enrichissement ou d'appauvrissement de l'isotope  $^{18}\text{O}$  dans les carottes glaciaires. Un enrichissement implique un réchauffement des températures ambiantes alors qu'un appauvrissement signale l'inverse. Nous avons également

indiqué que ce signal isotopique reflétait non seulement des variations locales mais également hémisphériques. Donc, plus le  $\delta^{18}\text{O}$  est élevé dans les carottes glaciaires plus la température ambiante correspondante est élevée en Europe.

Nous avons fait appel aux données publiques du National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2016a) pour y retrouver la base de données GRIP (Groenland Ice Core Oxygen Dataset; Lacouture, 2016; NOAA, 2016b). Cette dernière contient les valeurs de  $\delta^{18}\text{O}$  des derniers 250 ka (la fin du Pléistocène moyen et tout le Pléistocène récent). La valeur maximale en  $\delta^{18}\text{O}$  est de  $-31,75\text{‰}$  et l'appauvrissement maximal est de  $-43,01\text{‰}$ . Nous avons ainsi respectivement la valeur maximale (1) et la valeur minimale (0) de notre échelle climatique. Une fois normalisées, toutes les autres données du GRIP se retrouvent entre ces deux extrêmes et peuvent donc être associées à une valeur relative entre 0 et 1. La figure 11 présente la variation dans le temps des valeurs ainsi établies.

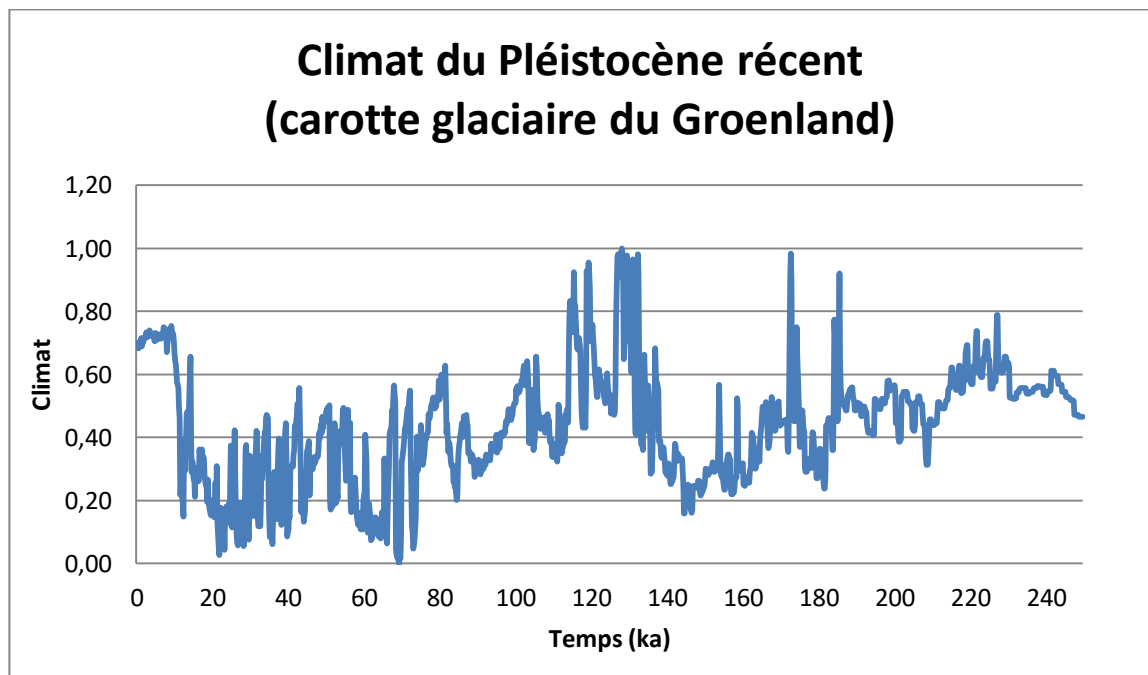


Figure 11. Variations du climat au cours du Pléistocène récent après normalisation (0 à 1) des données du GRIP

Ces données servent à établir les coefficients climatiques pour les périodes visées (stades isotopiques 6 à 3 et évènements climatiques majeurs). La détermination des plages temporelles associées à ces périodes sont basées sur Sánchez Goñi et al. (2008) et Svensson et al. (2008). Les données normalisées présentées à la figure 11 sont par la suite utilisées pour calculer les coefficients *Clim1* à *Clim6*<sup>1</sup> qui représentent respectivement la médiane, le premier quartile, le troisième quartile, la différence entre le premier et le troisième quartile, le maximum et le minimum des valeurs de la base de données GRIP (tableau III).

Tableau III. Sélection de périodes du Pléistocène récent et coefficients du climat correspondants (À partir du GRIP)

| Stades / Évènements | Périodes (Ka) | Coefficient (Médiane) <i>Clim1</i> | Q1 <i>Clim2</i> | Q3 <i>Clim3</i> | Q3-Q1 <i>Clim4</i> | Coefficient (Maximum) <i>Clim5</i> | Coefficient (Minimum) <i>Clim6</i> |
|---------------------|---------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 3                   | 60-27         | 0,30                               | 0,16            | 0,40            | 0,24               | 0,56                               | 0,05                               |
| H3                  | 30-28         | 0,15                               | 0,11            | 0,27            | 0,16               | 0,38                               | 0,05                               |
| H4                  | 40-38,5       | 0,29                               | 0,13            | 0,38            | 0,25               | 0,45                               | 0,09                               |
| H5                  | 48,7-46,7     | 0,34                               | 0,33            | 0,38            | 0,05               | 0,44                               | 0,31                               |
| H6                  | 60-59         | 0,17                               | 0,11            | 0,18            | 0,07               | 0,41                               | 0,11                               |
| 4                   | 74-60         | 0,15                               | 0,10            | 0,40            | 0,30               | 0,57                               | 0,00                               |
| 5                   | 133-74        | 0,47                               | 0,38            | 0,58            | 0,20               | 1,00                               | 0,20                               |
| 5a                  | 85-74         | 0,41                               | 0,34            | 0,52            | 0,18               | 0,63                               | 0,20                               |
| 5b                  | 94-85         | 0,34                               | 0,32            | 0,38            | 0,06               | 0,47                               | 0,27                               |
| 5c                  | 105-94        | 0,47                               | 0,40            | 0,55            | 0,15               | 0,64                               | 0,35                               |
| 5d                  | 117-105       | 0,46                               | 0,38            | 0,66            | 0,28               | 0,92                               | 0,32                               |
| 5e                  | 133-117       | 0,62                               | 0,53            | 0,86            | 0,35               | 1,00                               | 0,41                               |
| 6                   | 190-133       | 0,35                               | 0,29            | 0,47            | 0,18               | 0,98                               | 0,16                               |

<sup>1</sup> : Des tests statistiques de signification furent réalisés sur les divers coefficients (voir section 3.2.2 et annexe 3). Bien que préalablement établi, *Clim4* a failli au test ANOVA et n'a finalement pas été pris en considération pour les analyses statistiques suivantes.

*Clim7* est établi à partir des températures moyennes annuelles des stades isotopiques par rapport aux températures actuelles (basé sur des données climatiques associées au site de Grande Pile en France (Guiot et al., (1989), figure 3). Les données de cette figure sont rapportées par rapport aux températures actuelles. Les températures moyennes du Pléistocène récent par rapport à aujourd'hui ont varié de +1 à -12 C° (et donc sont équivalentes à une variation de +16 à +3 C° en température actuelle puisque la température moyenne d'aujourd'hui se situe à 15 C°). Il y a donc un écart de 13 C° entre ces deux extrêmes. Le coefficient est calculé par l'équation suivante :

$$Clim7 = 1 - ((T_{max} - T_{moyenne}) / (T_{max} - T_{min}))$$

Par exemple, selon Guiot le stade isotopique 6 est caractérisé par des températures moyennes de l'ordre de -5 par rapport à aujourd'hui. Ainsi: *Clim7* (stade 6) = 1 - (1 - (-5)) / (1 - (-12)) = 1 - (6/13) = 0,54. Nous sommes donc ainsi en mesure de générer le tableau IV.

*Clim8* et *Clim9* correspondent respectivement au coefficient maximum (climat le plus chaud) et au coefficient minimum (climat le plus froid) de la plage temporelle considérée et sont tirés de Guiot et al., (1989). Tout comme *Clim5* et *Clim6* ces coefficients visent à tester si les extrêmes climatiques ont été déterminants pour les choix de Néandertal.

Tableau IV. Coefficients climatiques établis à partir des données de Guiot et al., (1989)

| Stades isotopiques | Variation de la température moyenne P/R à température actuelle (C°)<br>(Guiot-Grande Pile) | Coefficient<br><i>Clim7</i> | Coefficient<br>Maximum<br><i>Clim8</i> | Coefficient<br>Minimum<br><i>Clim9</i> |
|--------------------|--|-----------------------------|--|--|
| 3                  | -6   | 0,46                        | 0,58                                   | 0,08                                   |
| 4                  | -8   | 0,31                        | 0,46                                   | 0,00                                   |
| 5e                 | +0,5   | 0,96                        | 1,00                                   | 0,92                                   |
| 5d                 | -6   | 0,46                        | 0,53                                   | 0,38                                   |
| 5c                 | -2   | 0,77                        | 0,92                                   | 0,54                                   |
| 5b                 | -4   | 0,62                        | 0,84                                   | 0,38                                   |
| 5a                 | -1   | 0,92                        | 0,95                                   | 0,80                                   |
| 5                  | -2   | 0,77                        | 1,00                                   | 0,38                                   |
| 6                  | -5   | 0,54                        | 0,69                                   | 0,31                                   |

Finalement *Clim10* correspond simplement à la médiane des données GRIP obtenue pour chacun des stades isotopiques considérés dans le cadre de ce mémoire soient les stades 6, 5, 4 et 3 sans considération aux sous-périodes (ex. 5a, 5e) ou aux datations disponibles. Il n'existe alors que quatre valeurs possibles pour ce coefficient climatique pour l'ensemble de la base de données de Delagnes et Rendu.

La base de données de Delagnes et Rendu (2011) offre des datations pour certains niveaux d'occupation. Il est possible de faire appel aux plages temporelles ainsi rapportées pour calculer les coefficients de ces niveaux particuliers. Dans d'autres cas le site est assimilé à un stade isotopique, faute de datations plus précises. Les données GRIP ont toutes été obtenues par le biais d'un même protocole d'échantillonnage et d'analyse et la marge d'erreur qui leur est associée est la même. Les marges d'erreur dans les datations disponibles dans la base de Delagnes et Rendu s'échelonnent de 55 ka pour les datations du stade 5 par U/Th TIMS de l'Abri Bourgeois-Delaunay à 6 ka pour la datation du stade 4 d'Artenac (niveau 7) ou pour celle du stade 3 Roche à Pierrot (niveau Egc) par Thermoluminescence. Nous sommes donc ici été confrontés à la notion de définition de données. En prenant les données GRIP comme notre point de référence tous les coefficients obtenus (peu importe les plages temporelles considérées) présentent une précision égale. Par contre en faisant appel tantôt aux plages temporelles associées aux datations et tantôt aux plages temporelles associées aux stades isotopiques nous introduisons un facteur d'erreur supplémentaire. D'où l'importance de la définition de données.

*Clim10*, établi à partir du stade isotopique associé au niveau d'occupation considéré, vise à parer au problème de définition de données. Il s'agit ici d'un choix qui vise l'établissement du coefficient avec le plus grand dénominateur commun, le stade isotopique. Néanmoins nous sommes malgré tout à ce niveau toujours confrontés à la réalité que les plages temporelles des stades isotopiques ne sont pas égales et que, par exemple, la valeur associée au stade 4 est basée sur une plage temporelle de 14 ka (74 ka à 60 ka) alors que la valeur associée au stade 5 est pour sa part établie à partir d'une plage temporelle de 59 ka (133 ka à 74 ka). Le principal désavantage de *Clim10* est le risque de ne pas refléter le climat propre au niveau d'occupation considéré car d'importantes fluctuations climatiques ont pu être enregistrées au cours de ces longues périodes. C'est d'ailleurs un point soulevé par Discamps

et al. (2011) dans leur étude sur les choix de subsistance de Néandertal du stade 5 au stade 3 soulignant que la précision des datations était encore insuffisante pour permettre des liens directs entre les données archéologiques et les paléo-environnements. Il existe donc un dilemme entre la définition des données et la proximité réelle entre le coefficient calculé et le climat correspondant.

Au final, peu importe l'argumentaire qui supportera l'attribution du coefficient climatique, il s'établira toujours entre 0 et 1 où la valeur 0 est attribuée au climat le plus froid du Pléistocène récent et la valeur 1 est attribuée au climat le plus chaud du Pléistocène récent.

#### *Autres options pour qualifier le climat*

Il est possible de qualifier le climat de façon encore plus directe sans développer des coefficients en faisant appel aux estimations publiées des températures moyennes ambiantes en C° pour chacun des stades isotopiques 6 à 3 pour le sud-ouest de la France.

Il s'agit d'une façon simple d'évaluer la variable climatique. Le projet *INTIMATE* (Rasmussen et al., 2014a; 2014b) est un effort collectif au niveau international pour combiner de multiples sources d'information afin de mieux comprendre le climat passé. Cependant leurs publications portent principalement sur le stade isotopique 3 et vise davantage l'amélioration du cadrage temporel des divers évènements climatiques de cette période. Les travaux de Sanchez-Goñi et al. (2008) et de Guiot et al. (1989), respectivement sur des carottes marines et terrestres en Europe de l'ouest, estiment les températures en °C. Ces données ne sont pas en format «open access» et leurs bases de données ne sont pas accessibles directement comme c'est le cas de la base de données GRIP. Nous devons donc procéder à une interprétation visuelle à partir des graphiques publiés. Le tableau V présente un sommaire de ces températures.

#### *CHRONO*

En plus des divers coefficients climatiques nous avons établi la variable *CHRONO* dans le but de faciliter l'interprétation de nos résultats. Il s'agit de l'âge moyen des 4 stades isotopiques que l'on retrouve au tableau III. Nos coefficients climatiques ont été établis pour

suivre les variations des conditions climatiques les plus froides aux conditions les plus chaudes au cours du Pléistocène récent. En termes relatifs les conditions les plus chaudes furent observées aux stades isotopiques 5 et 6 alors que les plus froides furent observées aux stades 4 et 3. Nos coefficients peuvent donc potentiellement masqués le simple passage du temps comme modulateur du comportement de Neandertal tel qu'il s'exprime par ses choix technologiques. La variable *CHRONO* permettra de valider si le climat ou simplement le passage du temps en est responsable.

Tableau V. Sommaire des températures ambiantes estimées pour les stades isotopiques 6 à 3

|              | Stades isotopiques | Sanchez-Goñi et al. (2008) <sup>1</sup> | Sanchez-Goñi et al. (2008) <sup>1</sup> | Guiot et al. (1989) <sup>2</sup> |
|--------------|--------------------|---|---|----------------------------------|
|              |                    | Nord-Ouest Ibérie                       | Baie de Biscay                          | La Grande Pile                   |
| Tmoy. °C     | 3                  | 12                                      | 8                                       | 9                                |
|              | 4                  | 8                                       | 4                                       | 7                                |
|              | 5                  | ND                                      | 13                                      | 13                               |
|              | 6                  | ND                                      | ND                                      | 10                               |
| Tmoy. Max °C | 3                  | 14                                      | 12                                      | 11                               |
|              | 4                  | 12                                      | 6                                       | 9                                |
|              | 5                  | ND                                      | 16                                      | 16                               |
|              | 6                  | ND                                      | ND                                      | 11                               |
| Tmoy. Min °C | 3                  | 8                                       | 6                                       | 4                                |
|              | 4                  | 6                                       | 2                                       | 3                                |
|              | 5                  | ND                                      | 9                                       | 8                                |
|              | 6                  | ND                                      | ND                                      | 7                                |

ND : Non disponible

<sup>1</sup> L'erreur estimées par les auteurs est de +/- 2 °C

<sup>2</sup> Pour cette publication seul un graphique de température annuelle est disponible. Contrairement à Sanchez-Goñi où des moyennes annuelles des minimums et des maximums sont également disponibles

En terminant, nous sommes conscients que de ramener la question climatique à un coefficient se situant entre 0 et 1 est un exercice périlleux. Nous le considérons cependant nécessaire afin de conserver une approche pragmatique.

### *Coefficients technologiques*

Les coefficients développés pour représenter la technologie lithique tâchent de traduire les qualités intrinsèques des quatre principaux techno-complexes retrouvés dans le sud-ouest de la France au Paléolithique moyen en fonction de l'investissement en temps et donc de leur «mobilité» tel que décrit par Delagnes et Rendu (2011). Ces derniers évaluent la complexité de la mise en forme du nucléus, la versatilité des supports générés et la durée de vie des outils obtenus qui serait le reflet du degré de mobilité. Le côté gauche de la figure 12 est tiré directement de la publication de Delagnes et Rendu (2011) et présente la base de la logique utilisée pour obtenir les coefficients technologiques.

Ce schéma nous informe qu'en terme relatif, la production Levallois présente : 1) une complexité de mise en forme supérieure au Quina, au Discoïde Denticulé (DD) et au Moustérien de Tradition Acheuléenne (MTA); 2) mène à des supports peu versatiles et; 3) génère des outils de durée de vie moyenne.

Le Discoïdal Denticulé présente une production de supports plus versatils que le Levallois et le MTA et une faible complexité de mise en forme. La durée de vie des outils générés par le DD est inférieure au Levallois, au MTA ainsi qu'au Quina. Le Quina apparaît pour sa part comme le techno-complexe présentant les qualités intrinsèques relatives les plus adaptées à la mobilité avec une faible complexité de mise en forme, une grande versatilité des supports et la plus grande durée de vie des outils des quatre techno-complexes. Finalement le MTA, on parle ici exclusivement de la production bifaciale du MTA, se présente comme un compromis entre le Quina, le Discoïde Denticulé et le Levallois se positionnant à mi-chemin sur les trois axes du schéma.



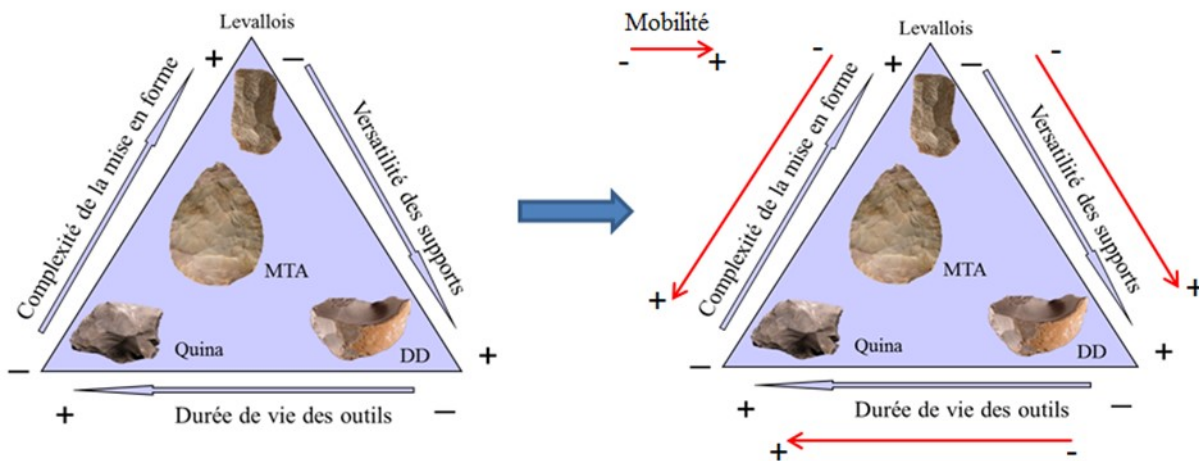


Figure 12. Caractéristiques intrinsèques des quatre principaux techno-complexes retrouvés dans le sud-ouest de la France au Paléolithique moyen. À gauche : tiré de Delagnes et Rendu (2011). À droite : adaptation du diagramme original pour refléter les implications pour la mobilité

Ces trois caractéristiques servent à établir nos coefficients lithiques. Les trois axes de la figure 12 vont du + au – selon le degré de mobilité qui leur est associé. Une caractéristique se voit attribuer la valeur de 1 si elle correspond à l'échelle maximale de ce schéma et une valeur de 0 si elle correspond à l'échelle minimale de ce schéma. Aux positionnements intermédiaires sont automatiquement attribués une valeur entre ces deux extrêmes, valeur qui sera donc toujours relative par rapport à d'autres. Nous proposons un ajustement à ce schéma du côté droit de la figure 12. Les flèches rouges montrent le sens dans lequel la mobilité est facilitée. La nuance apparaît sur l'axe de la complexité de mise en forme où le Levallois se situe au niveau de complexité maximale et donc où la mobilité est minimale.

Sept coefficients en lien avec la technologie lithique ont été développés. Nous les nommons *Lith1* à *Lith7* et y ferons référence aux chapitres 4 et 5.

### *Lith1*

*Lith1* est établi directement à partir du schéma de la figure 12. Les trois caractéristiques intrinsèques sont prises en compte et traduites en terme numérique. Ici la relation est simple,

selon la position relative occupée par les techno-complexes représentés sur la figure 12 un pointage est attribué. Pour le Levallois, qui se situe au sommet de la figure triangulaire, le degré de mobilité attribué pour la complexité de la mise en forme et la versatilité des supports est la valeur minimale soit zéro. Ce même techno-complexe se situe à mi-chemin de l'échelle de la durée de vie des outils et se voit donc attribué la valeur de 0,5. Le pointage total pour le Levallois est donc la somme de 0 + 0 + 0,5 soit 0,5. La même approche est utilisée pour établir les pointages des 3 autres techno-complexes (tableau VI). Le pointage final est égal à la somme des pointages attribués pour chacune des trois caractéristiques. Le pointage final est par la suite transposé en coefficient normalisé selon la formule suivante.

$$Lith1 = \frac{\text{Pointage final} - \text{Valeur minimale}}{\text{Valeur maximale} - \text{Valeur minimale}}$$

Où la valeur maximale est 1 et la valeur minimale est 0. Le tableau VI présente *Lith1* selon les techno-complexes.

Tableau VI. Détermination des coefficients *Lith1* associés aux techno-complexes en appliquant directement le schéma de la figure 12

| Techno-complexes      | Mise en forme<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Versatilité des supports<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Durée de vie des outils<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Pointage final<br>$\Sigma$ | Coefficient pointage -min/<br>max-min |
|-----------------------|---|--|---|----------------------------|---------------------------------------|
| Levallois & Laminaire | 0   | 0  | 0,5   | 0,5                        | 0                                     |
| MTA                   | 0,5   | 0,5  | 0,5   | 1,5                        | 0,4                                   |
| Discoïde Denticulé    | 1   | 1  | 0   | 2                          | 0,6                                   |
| Quina                 | 1   | 1  | 1   | 3                          | 1                                     |

### *Lith2*

*Lith2* est établi en accordant une pondération supérieure soit à la mise en forme ou à la versatilité des supports, deux caractéristiques qui sont directement liées à la manipulation du nucléus. La même logique que celle invoquée pour *Lith1* s'applique sauf que le poids relatif

des caractéristiques n'est pas égal. Les tableaux VII et VIII présentent deux options pour établir *Lith2*. Les deux mènent à l'attribution de coefficients identiques. *Lith2* est un raffinement de *Lith1* pour tester l'hypothèse que certaines caractéristiques peuvent être plus importantes que d'autres.

Tableau VII. Détermination des coefficients *Lith2* associés aux techno-complexes en se basant sur la figure 12 et en accordant un poids relatif plus important à la mise en forme

| Techno-complexes   | Mise en forme (Poids relatif de 50%)<br>Choix possible 0; 0;1;2 | Versatilité des supports (Poids relatif de 25%)<br>Choix possible 0;0,5;1 | Durée de vie des outils (Poids relatif de 25%)<br>Choix possible 0;0,5;1 | Pointage final $\Sigma$ | Coefficient pointage -min/ max-min |
|--------------------|---|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| Levallois & Lam.   | 0   | 0   | 0,5  | 0,5                     | 0                                  |
| MTA                | 1   | 0,5   | 0,5  | 2                       | 0,43                               |
| Discoïde Denticulé | 2   | 1   | 0  | 3                       | 0,71                               |
| Quina              | 2   | 1   | 1  | 4                       | 1                                  |

Tableau VIII. Détermination des coefficients *Lith2* associés aux techno-complexes en se basant sur la figure 12 et en accordant un poids relatif plus important pour la versatilité des supports

| Techno-complexes   | Mise en forme (Poids relatif de 25%)<br>Choix possible 0;0,5;1 | Versatilité des supports (Poids relatif de 50%)<br>Choix possible 0;1;2 | Durée de vie des outils (Poids relatif de 25%)<br>Choix possible 0;0,5;1 | Pointage Final $\Sigma$ | Coefficient pointage -min/ max-min |
|--------------------|--|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| Levallois & Lam.   | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                     | 0                                  |
| MTA                | 0,5  | 1   | 0,5  | 2                       | 0,43                               |
| Discoïde Denticulé | 1  | 2   | 0  | 3                       | 0,71                               |
| Quina              | 1  | 2   | 1  | 4                       | 1                                  |

### *Lith3*

*Lith3* est établi en attribuant un poids relatif plus important à la durée de vie des outils. Cette combinaison particulière mène à l'attribution d'un coefficient équivalent pour le MTA et le Discoïde Denticulé telle que nous le retrouvons au tableau IX.

Tableau IX. Détermination des coefficients *Lith3* associés aux techno-complexes en se basant sur la figure 12 et en accordant un poids relatif plus important pour la durée de vie des outils

| Techno-complexes   | Mise en forme (Poids relatif de 25%)<br>Choix possible 0;0,5;1 | Versatilité des supports (Poids relatif de 25%)<br>Choix possible 0;0,5;1 | Durée de vie des outils (Poids relatif de 50%)<br>Choix possible 0;1;2 | Pointage Final $\Sigma$ | Coefficient pointage -min/ max-min |
|--------------------|--|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| Levallois & Lam.   | 0  | 0   | 1,0  | 1,0                     | 0                                  |
| MTA                | 0,5  | 0,5   | 1,0  | 2                       | 0,33                               |
| Discoïde Denticulé | 1  | 1   | 0  | 2                       | 0,33                               |
| Quina              | 1  | 1   | 2,0  | 4                       | 1                                  |

#### *Lith4*

*Lith4* est établi en suivant une grille d'évaluation qui tient compte des trois caractéristiques : mise en forme, versatilité et de durée de vie mais à une échelle plus fine. Les méthodes de production répertoriées dans la base de données de l'annexe 1 sont :

- 1- Levallois
- 2- Levallois préférentiel
- 3- Levallois unidirectionnel
- 4- Levallois bidirectionnel
- 5- Levallois centripète
- 6- Production de lame/lamelle
- 7- Production bifaciale (MTA)
- 8- Débitage Discoïdale
- 9- Débitage Quina

Le tableau X présente le profil des pointages attribués pour chacune des méthodes. La logique qui prévaut ici est la même que *Lith1* pour les quatre principaux techno-complexes. Les subtilités sont introduites dans la production Levallois. Le Levallois préférentiel est celui

qui se distingue des autres par une préparation nettement plus longue et plus élaborée du nucléus (Anne Delagnes, Communication personnelle, 7 mars, 2016). Nous attribuons cependant un pointage supérieur à 0 au processus de mise en forme pour le Levallois bidirectionnel et centripète en proposant qu'ils permettent d'accélérer la mise en forme (ce qui rejoint l'appréciation de cette dernière technique de mise en forme faite par Picin et Carbonell (2016) dans leur étude de mobilité en lien avec le Levallois retrouvé au site de d'Abric Romaní en Ibérie). Finalement la production de lames, bien que nécessitant un processus complexe de mise en forme, mène à des supports relativement versatiles ce qui est également reflété dans le coefficient qui lui est attribuée.

#### *Lith5, Lith6 et Lith7*

*Lith5, Lith6 et Lith7* sont établis à partir de *Lith2/Lith3* et *Lith4* respectivement et vise un raffinement encore plus grand du coefficient technologique. *Lith2* et *Lith3* ont été établis en donnant un poids relatif différent à une des trois caractéristiques intrinsèques associées à la mobilité (tableaux VII, VIII et IX) alors que *Lith4* (tableau X) tient compte des sous-ensembles de production associés au Levallois. *Lith5, Lith6 et Lith7* combinent les deux approches. En fait, *Lith5* est obtenu en attribuant un poids relatif plus important au processus de mise en forme. Nous obtenons ainsi les coefficients du tableau XI. *Lith6* est obtenu en attribuant un poids relatif plus important à la versatilité des supports (tableau XII) et *Lith7* est obtenu en attribuant un poids relatif plus important à la durée de vie des outils (tableau XIII).

Tableau X. Détermination des coefficients *Lith4* pour les quatre techno-complexes principaux ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois

| Méthodes                   | Complexité /<br>flexibilité du<br>processus de<br>débitage<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Versatilité des<br>supports<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Durée de vie<br>des outils<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Pointage final<br>$\Sigma$ | Coefficient<br>(0-1)<br>x-min/max-min |
|----------------------------|--|---|--|----------------------------|---------------------------------------|
| Levallois                  | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                     |
| Levallois Préf.            | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                     |
| Levallois Unid.            | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                     |
| Levallois Bid.             | 0,5  | 0   | 0,5  | 1                          | 0,2                                   |
| Levallois Cent.            | 0,5  | 0   | 0,5  | 1                          | 0,2                                   |
| Production de lame         | 0  | 0,5   | 0,5  | 1                          | 0,2                                   |
| Production bifaciale (MTA) | 0,5  | 0,5   | 0,5  | 1,5                        | 0,4                                   |
| Débitage dicoïdal          | 1  | 1   | 0  | 2,0                        | 0,6                                   |
| Débitage Quina             | 1  | 1   | 1  | 3,0                        | 1,0                                   |

Tableau XI. Détermination des coefficients *Lith5* pour les quatre techno-complexes ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois en appliquant un poids relatif supérieur au processus de mise en forme.

| Méthodes                   | Complexité / flexibilité du processus de débitage<br>50%<br>Choix possibles<br>0;1;2 | Versatilité des supports<br>25%<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Durée de vie des outils<br>25%<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Pointage final<br>$\Sigma$ | Coefficient (0-1)<br>x-min/max-min |
|----------------------------|--|---|--|----------------------------|------------------------------------|
| Levallois                  | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                  |
| Levallois Préf.            | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                  |
| Levallois Unid             | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                  |
| Levallois Bid.             | 1  | 0   | 0,5  | 1,5                        | 0,29                               |
| Levallois Cent.            | 1  | 0   | 0,5  | 1,5                        | 0,29                               |
| Production de lame         | 0  | 0,5   | 0,5  | 1,0                        | 0,14                               |
| Production bifaciale (MTA) | 1  | 0,5   | 0,5  | 2,0                        | 0,42                               |
| Débitage discoïdal         | 2  | 1   | 0  | 3,0                        | 0,71                               |
| Débitage Quina             | 2  | 1   | 1  | 4,0                        | 1,0                                |

Tableau XII. Détermination des coefficients *Lith6* pour les quatre techno-complexes ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois en appliquant un poids relatif supérieur à la versatilité des supports.

| Méthodes                   | Complexité / flexibilité du processus de débitage<br>25%<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Versatilité des supports<br>50%<br>Choix possibles<br>0;1;2 | Durée de vie des outils<br>25%<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Pointage final<br>$\Sigma$ | Coefficient (0-1)<br>x-min/max-min |
|----------------------------|--|---|--|----------------------------|------------------------------------|
| Levallois                  | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                  |
| Levallois Préf.            | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                  |
| Levallois Unid.            | 0  | 0   | 0,5  | 0,5                        | 0                                  |
| Levallois Bid.             | 0,5  | 0   | 0,5  | 1                          | 0,14                               |
| Levallois Cent.            | 0,5  | 0   | 0,5  | 1                          | 0,14                               |
| Production de lame         | 0  | 1   | 0,5  | 1,5                        | 0,29                               |
| Production bifaciale (MTA) | 0,5  | 1   | 0,5  | 2,0                        | 0,42                               |
| Débitage discoïdal         | 1  | 2   | 0  | 3,0                        | 0,71                               |
| Débitage Quina             | 1  | 2   | 1  | 4,0                        | 1,0                                |

Tableau XIII. Détermination des coefficients *Lith7* pour les quatre techno-complexes ainsi que pour les sous-ensembles de production associés au Levallois en appliquant un poids relatif supérieur à la durée de vie des outils.

| Méthodes                   | Complexité / flexibilité du processus de débitage<br>25%<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Versatilité des supports<br>25%<br>Choix possibles<br>0;0,5;1 | Durée de vie des outils<br>50%<br>Choix possibles<br>0;1;2 | Pointage final<br>$\Sigma$ | Coefficient (0-1)<br>x-min/max-min |
|----------------------------|--|---|--|----------------------------|------------------------------------|
| Levallois                  | 0  | 0   | 1  | 1,0                        | 0                                  |
| Levallois Préf.            | 0  | 0   | 1  | 1,0                        | 0                                  |
| Levallois Unid.            | 0  | 0   | 1  | 1,0                        | 0                                  |
| Levallois Bid.             | 0,5  | 0   | 1  | 1,5                        | 0,17                               |
| Levallois Cent.            | 0,5  | 0   | 1  | 1,5                        | 0,17                               |
| Production de lame         | 0  | 0,5   | 1  | 1,5                        | 0,17                               |
| Production bifaciale (MTA) | 0,5  | 0,5   | 1  | 2,0                        | 0,33                               |
| Débitage discoïdal         | 1  | 1   | 0  | 2,0                        | 0,33                               |
| Débitage Quina             | 1  | 1   | 2  | 4,0                        | 1,0                                |

Au final, peu importe l'argumentaire qui supportera l'attribution du coefficient technologique, il s'établira toujours entre 0 et 1 où la valeur 0 est attribuée au techno-complexe présentant des caractéristiques intrinsèques moins propices à la mobilité et la valeur 1 est attribuée au techno-complexe présentant des caractéristiques intrinsèques plus propices à la mobilité.

### *Coefficients cynégétiques*

Les coefficients développés pour représenter l'aspect alimentaire de Néandertal ont trait à ses habitudes de chasse. Nous parlerons donc ici de coefficients cynégétiques. Au chapitre précédent nous avons déjà établi que cinq principaux taxons sont retrouvés dans les registres zoo-archéologiques du sud-ouest de la France du Pléistocène récent. Ces cinq taxons se retrouvent de façon systématique dans la base de données de Delagnes et Rendu (2011). Il s'agit des :

Renne, *Rangifer tarandus*, Linné, 1758, espèce migratoire

Bison, *Bison priscus*, Bojanus, 1827, espèce migratoire

Cerf élaphe, *Cervus elaphus* Linné, espèce non migratoire

Cheval, *Equus sp.*, (*Equus hydruntinus*), Regalia 1904, espèce non migratoire

Chevreuril, *Capreolus capreolus* Linné, 1758, espèce non migratoire

Nous avons également établi au chapitre 2 que la dimension des aires d'occupation relatives à ces taxons sont en ordre décroissant : Renne > Bison > Cerf élaphe > Cheval > Chevreuil (section 2.2.2, figure 11). Ces mammifères se déplaçaient sur le territoire et l'analyse des assemblages fauniques retrouvés dans les sites du sud-ouest de la France est donc une façon indirecte de tester le type de mobilité relative des groupes néandertaliens<sup>1</sup>.

Quatre coefficients cynégétiques ont été développés. Nous les nommons *Faune1*, *Faune2*, *Faune3* et *DOMINANT* et y ferons référence aux chapitres 4 et 5.

### *Faune1*

*Faune1* est établi à partir de deux critères précis. Le premier est le pourcentage de l'assemblage faunique composé des cinq espèces étudiées qui est représenté par le taxon dominant pour une unité stratigraphique précise. Le second critère est un facteur multiplicatif servant à distinguer si une espèce est migratoire ou non. Ce second facteur est égal à 1 dans le cas d'une espèce qui n'est pas migratoire et par 2 dans le cas d'une espèce qui est migratoire. Plus une espèce est reconnue pour ses déplacements et plus elle domine l'assemblage plus *Faune1* sera élevé et inversement, moins une espèce est reconnue pour ses déplacements et moins elle est présente dans le registre zoo-archéologique moins *Faune1* sera élevé. Puisque le pourcentage du taxon principal peut théoriquement atteindre 100 % et que ce taxon peut représenter une espèce migratoire, le plus grand pointage possible obtenu par la multiplication des deux critères utilisés est de (100 x 2) soit 200 points. À l'inverse, le plus petit pourcentage du taxon principal peut théoriquement se situer à 20% dans le cas où les cinq taxons seraient représentés de manière égale. Si ce taxon n'est pas migratoire nous multiplions par 1 et donc (20 x 1) soit 20 points.

<sup>1</sup> Cette notion de lien entre faune migratrice et type de mobilité fait partie de l'hypothèse de Delagnes et Rendu (2011) car certains types de techno-complexes aux caractéristiques plus mobiles (Quina et Discoïde Denticulé) sont associés préférentiellement à certains types de faune également plus mobiles (renne et bison). Nous testons dans ce mémoire l'impact de la mobilité des proies sur le choix lithique ce dernier étant classifié plus ou moins mobile selon Delagnes et Rendu.



Un pointage de 200 points mène à une valeur ajustée de 180/180 qui devient le maximum de notre échelle soit 1. Le pointage inférieur de valeur 20 mène à une valeur de 0/180 ou de 0 qui devient notre minimum. Pour *Faune1*, toutes les valeurs comprises entre ces deux extrêmes se voient attribuer un coefficient entre 0 et 1.

À titre d'exemple, si un niveau d'occupation a livré du cheval (une espèce non migratoire) à 80 % nous obtenons *Faune1* ainsi :

$$Faune1 = \frac{(80\% \times 1) - \text{Pointage minimal}}{\text{Pointage maximal} - \text{Pointage minimal}} = \frac{80 - 20}{200 - 20} = 0,33$$

### *Faune2*

*Faune2* suit la logique de l'application d'une relation directe entre la mobilité et le territoire occupé par l'espèce. Le chevreuil est le taxon qui occupe le plus petit territoire. Il se voit ainsi attribuer le coefficient de 0. À l'autre extrémité du spectre nous retrouvons le renne qui est migratoire et qui occupe un très vaste territoire. Il se voit attribuer le coefficient de 1. Les trois autres espèces obtiennent des valeurs relatives intermédiaires compte tenu de leur occupation du territoire (tableau XIV). Nous attribuons le coefficient qui correspond à l'espèce dominante retrouvée dans chacun des niveaux d'occupation<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Nous avons tenté d'attribuer des valeurs plus précises au coefficient *Faune2*. Cependant les données sur les territoires occupés présentent de grandes variations. Voir tableau XIV (bison : quelques centaines de km<sup>2</sup> et cheval : 0,59-17 km<sup>2</sup>). Nous avons établi l'ordre général croissant/décroissant des territoires occupés par ces espèces et nous avons donc opté pour des incréments de 0,25 n'étant pas en mesure de justifier un degré de précision accru. Nous avons tout de même conservé l'idée d'une progression entre les espèces avec le haut de l'échelle pour les espèces migratoires et le bas de l'échelle pour les espèces non migratoires.

Tableau XIV. Détermination du coefficient cynégétique *Faune2* basé sur l'occupation du territoire

| Espèces     | Territoire occupé   | Coefficient |
|-------------|---|-------------|
| Renne       | Migratoire<br>5000 km <sup>2</sup> (ADW, 2016)  | 1,00        |
| Bison       | Migratoire<br>Plusieurs centaines de km <sup>2</sup><br>(Encyclopédie Britannica, 2016) | 0,75        |
| Cerf élaphe | Non migratoire<br>1500 km <sup>2</sup> (ADW, 2016)                                      | 0,50        |
| Cheval      | Non migratoire<br>0,59 à 17,68 km <sup>2</sup> (ADW, 2016)                              | 0,25        |
| Chevreuril  | Non migratoire<br>Local (Daujeard, 2008)  | 0,00        |

### *Faune3*

*Faune3* est établi en multipliant le coefficient *Faune2* (qui est établi à partir de l'espèce principale) par le % relatif de l'assemblage faunique représenté par cette espèce. Cela a pour effet de moduler le type de résultat obtenu à l'aide de *Faune1*. Ainsi, pour reprendre notre exemple précédent, pour un niveau d'occupation où on retrouve du Cheval à 80%, *Faune3* serait égal à (80% x *Faune2*) et donc (80% x 0,25) soit 0,20.

Au final, peu importe l'argumentaire qui supportera l'attribution du coefficient cynégétique, il s'établira toujours entre 0 et 1 où la valeur 0 est attribuée au registre zoo-archéologique représentatif de l'espèce la moins mobile et la valeur de 1 est attribuée au registre zoo-archéologique représentatif de l'espèce la plus mobile.

### *DOMINANT*

*DOMINANT* n'est pas un coefficient comme les trois précédents et ne tient compte que du pourcentage de l'assemblage faunique représenté par l'espèce principale sans égard au taxon. C'est donc un indicateur de la diversité alimentaire de Néandertal. *DOMINANT* est particulièrement utile pour évaluer le niveau de spécialisation de la chasse. Une faune dominée par une espèce migratoire indique une stratégie de chasse qui tient compte de la mobilité des proies.

Notons en terminant qu'il aurait été souhaitable d'établir des coefficients cynégétiques en lien avec des profils zooarchéologiques complets. Cependant ces profils sont manquants

pour la majorité des niveaux d'occupation retrouvés dans la base de données de Delagnes et Rendu (2011).

### ***De coefficients à variables***

Chacun des niveaux d'occupation se voit donc attribuer trois jeux de valeurs numériques associées à trois axes de variabilité (Climat, Lithique, Faune). L'annexe 2 présente la compilation de tous les coefficients calculés pour ce mémoire. En faisant appel aux diverses permutations possibles entre ces variables nous pouvons réaliser des tests statistiques pour déceler les relations qui existent entre elles. Des analyses statistiques (voir section 3.2.2) nous permettrons de sélectionner des variables prédictives parmi ces coefficients.

### **3.2.2 Analyses statistiques et sélection finale des variables**

Quatre types d'analyses statistiques différentes et complémentaires furent réalisés dans le cadre de ce mémoire.

#### *Statistiques descriptives et test du chi-carré*

Les statistiques descriptives visent l'exploration des données brutes de la base de données de Delagnes et Rendu (2011). Nous avons considéré ici la fonction des sites ainsi que la distribution des techno-complexes et des profils fauniques dans le temps et dans l'espace.

Nous avons également fait appel au test de chi-carré. Ce test est souvent utilisé pour l'évaluation de l'association entre deux variables indépendantes. Il détermine si la différence entre deux distributions de fréquences est attribuable au hasard ou est suffisamment importante pour être statistiquement significative (Long, 2016). Le chi-carré fut notamment appliqué pour tester l'association entre la répartition des techno-complexes et les tranches (quartiles) de mobilité cynégétique telle qu'établie par *Faune1* et *Faune3*.

#### *Sélection des coefficients*

Des tests statistiques furent appliqués sur les divers coefficients obtenus pour l'ensemble des niveaux d'occupation afin de sélectionner nos variables prédictives dans les

analyses à suivre. Nous avons utilisé le test ANOVA (Ramousse et al., 1996) suivi du test post-hoc de Tukey (UOH, 2016), afin de nous assurer que nos données permettaient de rejeter l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) et donc que leur répartition n'était pas aléatoire et avait un effet distinct (par opposition à semblable) sur le choix des catégories technologiques (voir annexe 3). Ces tests sont utilisés pour déterminer les différences significatives entre les moyennes de groupes de données dans une analyse de variance. Nous y avons fait appel pour réduire le nombre de coefficients à considérer pour notre étude. Les résultats de l'ANOVA devaient être significatifs à plus de 95% ( $p < 0,05$ ) pour que nos coefficients soient retenus et puissent faire l'objet d'analyse plus élaborées (c'est-à-dire que nous avons choisi une valeur critique de 0,05) (annexe 3).

Nous avons également dressé un tableau de corrélations pour toutes les combinaisons binaires possibles de nos variables. Les corrélations de Spearman et leur représentation sous forme de tableau furent établies à l'aide du programme «R» et du package «corrplot» (Wei and Simko, 2016) disponible sur le site CRAN (voir annexe 4). Le test de Spearman est une mesure de dépendance statistique non paramétrique entre deux variables. Elle estime à quel point la relation entre les deux variables peut être décrite par une fonction monotone. Le résultat de ce test se situe entre -1 et +1. Une faible corrélation présente des résultats entre -0,5 et 0,0 ou entre 0,0 et +0,5 alors qu'une corrélation forte présente des résultats entre -1 et -0,5 ou entre 0,5 et 1,0. (XLSTAT, 2016; Sekaran et Bougie, 2010). La corrélation de Spearman s'établit selon l'équation<sup>1</sup> :

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

<sup>1</sup> Le calcul de la corrélation de Spearman ne porte pas sur les valeurs numériques des mesures issues des échantillons représentatifs des populations, mais sur leurs rangs attribués suite au classement des valeurs par ordre croissant. On s'affranchit ainsi des conditions de normalité des distributions et d'homogénéité des variances indispensables à la fiabilité des tests paramétriques.  $d_i$  représente ici la différence des rangs au niveau de l'observation (StatEL, 2016).

Ces résultats nous ont permis d'identifier nos variables dépendantes et prédictives. Si la température affecte la faune et que la faune affecte la mobilité humaine alors les coefficients climatiques et cynégétiques sont des variables prédictives pour cette dernière. La variable dépendante est le choix des technologies lithiques, évalué en termes de mobilité. Les corrélations de Spearman ont également permis de sélectionner les variables climatiques et cynégétiques prédictives pour nos analyses finales.

Après la sélection des variables nous avons procédé à une analyse par régression linéaire (General Linear Model) en faisant appel à la procédure Step-AIC afin d'établir quelles variables permettaient de mieux prédire la variable dépendante (le choix technologique). La création de modèles fut faite en «R» avec la procédure de sélection step-wise AIC, disponible dans le package «AICcmodavg» (Mazerolle, 2016). Le choix final de modèle fut fait par l'application de l'indice d'Akaike (AIC). La régression multiple est une technique très couramment utilisée pour décrire la relation existant entre une variable dépendante et plusieurs variables prédictives. Il s'agit d'une méthode statistique utilisée dans le traitement des données, en particulier dans une démarche de modélisation. (Gillet et al., 2011)<sup>1</sup>.

L'analyse de la régression linéaire standard implique la réduction des différences de sommes des carrés entre une variable de réponse (dépendante) et une combinaison pondérée des prédicteurs (variables indépendantes). La procédure step-AIC génère de façon séquentielle diverses solutions approximatives (modèles) de la régression multivariée en produisant à chaque itération des estimations de plus en plus proches de ce qui deviendra la solution optimale compte tenu des données initiales (Cavanaugh, 2012). Cette procédure permet donc de voir quelle combinaison de variables, parmi celles sélectionnées, prédit le mieux la variable dépendante (*Lith*).

<sup>1</sup> Certains de nos coefficients (*Lith1* à 3, *Faune2*) sont de nature ordinale alors que la plupart sont de nature continue. L'ensemble de ces données a été soumis à des analyses de corrélations (Spearman et Pearson). Les résultats Spearman et Pearson sont très similaires et sont une indication que nos données peuvent être soumises à des régressions linéaires même si certains coefficients sont de nature ordinale (Communications personnelles, Service de consultation statistique de l'université de Montréal, 11 mai, 2016 et 16 mai, 2016)

## Analyses d'agglomérats

Comme complément à ces analyses de corrélation nous avons fait appel à des analyses par agglomérats (Cluster Analysis). Dans le cadre de ce mémoire nous avons fait appel au test d'agglomérats de *Ward* qui est une méthode de classification hiérarchique disponible dans le package «pvclust» (Suzuki and Shimodaira, 2016) en «R». Pour établir les agglomérats nous avons varié le paramètre «r» afin d'effectuer une évaluation de la sensibilité des résultats (sensitivity test). En terme figuré la méthode initie les regroupements au niveau des feuilles de l'arbre, puis des branches, en se dirigeant de plus en plus vers le tronc. L'analyse se fait en trois étapes : 1) le calcul des distances; 2) l'établissement des liens entre les agglomérats et ; 3) choix de la solution en sélectionnant le bon nombre d'agglomérats (Saporta, 2006)

Les distances sont établies par le calcul du carré de la distance euclidienne. Le carré de la distance euclidienne est cette distance au carré, ce qui augmente en terme relatif l'importance des plus grandes distances tout en minimisant l'importance des plus petites. Il s'agit donc ici de minimiser la variance qui existe entre les données qui sont ultimement regroupées. À chacune des itérations de la méthode de Ward la valeur des distances euclidiennes calculées sont minimisées et il s'établit alors un regroupement (agglomérat (cluster)). Les calculs se terminent lorsque toutes les données sont regroupées sous un seul agglomérat (Field, 2000; Gonzalez, 2008). Les résultats de l'analyse par agglomérats nous permettent d'explorer les liens entre les sites archéologiques en termes fonctionnels. Nous pouvons déterminer la pertinence des agglomérats à l'aide de méthodes d'inférence statistique à savoir la détermination du Bootstrap (BP) ou du Approximately Unbiased (AU). Les deux sont calculées automatiquement dans le package pvclust en R. Bootstrap ne crée de nouveaux échantillons que par tirage dans l'ancien avec remise à partir de l'échantillon initial (on parle alors de ré-échantillonnage). Le AU est considéré comme une meilleure approximation que le BP car le AU fait appel à un ré-échantillonnage Bootstrap dit à multiples niveaux alors que le BP fait appel à un ré-échantillonnage dit normal. AU nécessite plus de temps de calcul. Les seuils considérés comme très significatifs et qui sont grandement supportés par les données ont un  $p < 0,05$  et apparaissent comme des rectangles rouges dans les dendrogrammes de ce mémoire.

Au final nous mettons à contribution toutes ces analyses statistiques afin de déceler la nature et la robustesse des relations qui existent entre nos variables dans le but ultime de qualifier davantage le lien entre le climat et la mobilité de Néandertal tel qu'elle s'exprime par ses choix technologiques et cynégétiques.

## Chapitre 4 Résultats

La présentation de nos résultats se fera en trois temps. D'abord les statistiques descriptives nous permettront d'exposer la nature des informations retrouvées pour les niveaux d'occupations répertoriés dans la base de données de Delagnes et Rendu (2011). En second lieu les tests statistiques nous permettront de faire une sélection des coefficients qui serviront aux analyses multivariées (voir les informations des annexes 2, 3 et 4 sur le calcul des divers coefficients climatiques, technologiques et cynégétiques présentés, sur les résultats des tests ANOVA et Tukey ainsi que sur les corrélations de Spearman). Finalement nous procéderons à l'examen d'analyses statistiques multivariées (incluant les agglomérats) ainsi qu'à leurs représentations visuelles correspondantes.

### 4.1 Exploration des données archéologiques

Le tableau XV présente des statistiques descriptives pour nos données. Quelques constats rapides nous permettent de souligner que le débitage Levallois est présent à tous les stades isotopiques mais compose 100% de l'échantillonnage des stades isotopiques 6 et 5. Le débitage Quina est pour sa part absent des stades 6 et 5 et compose plus de 60% de l'échantillonnage du stade 4 et près de 40% du stade 3. Le MTA est également partagé entre les stades 4 et 3 avec une prépondérance marquée (plus de 85%) pour le stade 3 alors que le Discoïde Denticulé est le seul techno-complexe retrouvé exclusivement au stade 3. Ces résultats concordent avec la figure 4.

La figure 13 présente la distribution des niveaux d'occupation selon l'attribution des techno-complexes faite par Delagnes et Rendu (2011). Nous remarquons que près de la moitié des niveaux sont associés au Levallois alors que le MTA est le moins représenté.



Tableau XV. Statistiques descriptives : représentation relative des quatre techno-complexes de la base de données utilisée

|                               |          |                                     | Levallois    | Quina        | MTA          | Discoïde Denticulé | Total         |
|-------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|---------------|
| <b>Stades<br/>Isotopiques</b> | <b>3</b> | % dans stade <sup>1</sup>           | 4.5%         | 22.7%        | 27.3%        | 45.5%              | 100.0%        |
|                               |          | % dans techno-complexe <sup>2</sup> | 4.3%         | 38.5%        | 85.7%        | 100.0%             | 41.5%         |
|                               |          | % du total                          | 1.9%         | 9.4%         | 11.3%        | 18.9%              | 41.5%         |
|                               | <b>4</b> | % dans stade                        | 43.8%        | 50.0%        | 6.3%         |                    | 100.0%        |
|                               |          | % dans techno-complexe              | 30.4%        | 61.5%        | 14.3%        |                    | 30.2%         |
|                               |          | % du total                          | 13.2%        | 15.1%        | 1.9%         |                    | 30.2%         |
|                               | <b>5</b> | % dans stade                        | 100.0%       |              |              |                    | 100.0%        |
|                               |          | % dans techno-complexe              | 52.2%        |              |              |                    | 22.6%         |
|                               |          | % du total                          | 22.6%        |              |              |                    | 22.6%         |
|                               | <b>6</b> | % dans stade                        | 100.0%       |              |              |                    | 100.0%        |
|                               |          | % dans techno-complexe              | 13.0%        |              |              |                    | 22.6%         |
|                               |          | % du total                          | 5.7%         |              |              |                    | 5.7%          |
| <b>% total</b>                |          |                                     | <b>43.4%</b> | <b>24.5%</b> | <b>13.2%</b> | <b>18.9%</b>       | <b>100.0%</b> |

<sup>1</sup> La distribution des 4 techno-complexes en termes de pourcentage pour le stade isotopique considéré. Le total égal toujours 100%.

<sup>2</sup> Pourcentage de l'ensemble des niveaux d'occupation du tableau 1 représenté pour chacun des techno-complexes que l'on retrouve au stade isotopique considéré. Le total indique le % des niveaux d'occupation retrouvés au cours de ce stade.

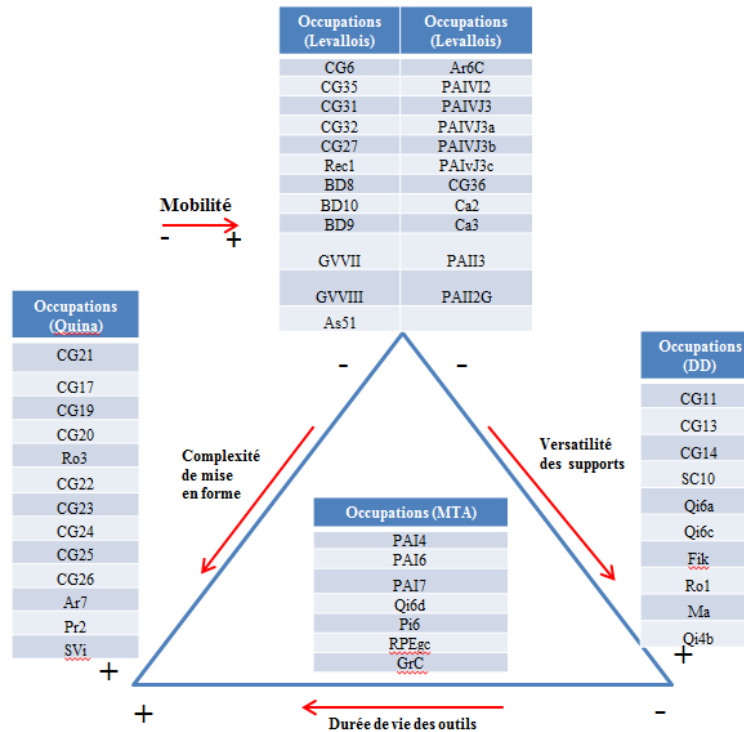


Figure 13. Distribution des niveaux d'occupation sélectionnés selon les caractéristiques proposées par Delagnes et Rendu (2011)

La répartition des niveaux d'occupation selon le type de faune dominante qui y est répertorié se retrouve aux tableaux XVI (pour les faunes que nous avons qualifiées de mobiles (renne et bison) et XVII (pour les faunes que nous avons qualifiées de moins mobiles (chevreuil, cheval et cerf élaphe). Le renne est principalement retrouvé au stade 4 et est la faune principale dans 28% des niveaux d'occupation considérés. Il est réparti sur seulement 4 sites différents. Le bison est exclusivement présent au stade 3 et compte pour 19% des niveaux d'occupations répartis sur 7 sites. Le chevreuil, qui ne représente l'espèce dominante qu'à un seul niveau d'occupation, est pratiquement absent de la base de données. Le cheval est principalement retrouvé aux stades isotopiques 5 et 3 et se retrouve dans 21% des niveaux d'occupation. Finalement le cerf élaphe est l'espèce la mieux représentée, étant présente à tous les stades isotopiques et étant dominante dans 30% des niveaux d'occupation associés à 8 sites.

Tableau XVI. Niveaux d'occupations associés aux faunes les plus mobiles et %NISP correspondant



| Occupations | %NISP |
|-------------|-------|
| CG6         | 46    |
| CG31        | 47    |
| CG27        | 55    |
| CG17        | 53    |
| CG19        | 65    |
| CG20        | 48    |
| CG22        | 65    |
| CG23        | 70    |
| CG24        | 68    |
| CG25        | 63    |
| CG26        | 64    |
| CG21        | 47    |
| PAIV12      | 61    |
| Pi6         | 87    |
| Pr2         | 97    |



| Occupations | %NISP |
|-------------|-------|
| CG11        | 38    |
| Fik         | 87    |
| Ma          | 100   |
| CG32        | 37    |
| Qi6a        | 62    |
| Qi6c        | 82    |
| Qi6d        | 45    |
| RPEgc       | 64    |
| Ro1         | 83    |
| SVi         | >50   |

Tableau XVII. Niveaux d'occupation associés aux faunes les moins mobiles et %NISP correspondant



| Occupations | %NISP |
|-------------|-------|
| Ar7         | 50    |
| AS51        | 65    |
| BD8         | 43    |
| BD10        | 61    |
| BD9         | 42    |
| CG13        | 63    |
| CG14        | 69    |
| Qi4b        | 57    |
| Rec1        | 45    |
| Ro3         | 72    |
| SC10        | 41    |



| Occupations | %NISP |
|-------------|-------|
| Ar6C        | 35    |
| Ca2         | 31    |
| Ca3         | 48    |
| CG35        | 46    |
| CG36        | 52    |
| GrC         | 34    |
| GVVII       | 84    |
| GVVIII      | 71    |
| PAIVJ3      | 51    |
| PAIVJ3a     | 70    |
| PAIVJ3b     | 50    |
| PAII3       | 37    |
| PAII2G      | 48    |
| PAI4        | 64    |
| PAI6        | 53    |
| PAI7        | 61    |



| Occupation | %NISP |
|------------|-------|
| PAIVJ3c    | 54    |

Du point de vue de la mobilité des groupes néandertaliens les sites retrouvés dans la base de données de Delagnes et Rendu (2011) ont été regroupés par les auteurs en trois catégories selon qu'ils présentent des caractéristiques normalement associées aux camps de base, aux sites de boucherie ou aux sites d'abattage (tableaux XVIII et XIX). Notons que pour les niveaux d'occupation de la Grotte Vaufrey (niveau VIII), Pech-de-l'Azé I (niveaux 4,6 et 7) et de la Grotte XVI l'attribution au profil des camps de base est associée aux indices de transport différentiel des os alors que dans le cas des Canalettes (niveaux 2 et 3) cette attribution est associée à la présence de squelettes complets.

Pour le site des Pradelles, l'attribution à un site de boucherie est basée sur la présence de renne à 97% et au fait que le matériel n'a pas été consommé sur place (transport sélectif). Pour les occupations du site La Quina (niveaux 6a et 6c) ainsi que Mauran la spécialisation ciblant le bison et les profils squelettiques pointent vers un site d'abattage où le matériel a également été exporté vers un site de consommation.

Pour la grande majorité des niveaux d'occupation de la base de données l'attribution définitive à un type de site particulier n'est pas établie. Un grand nombre de ces sites étant (ou ayant été à l'origine) des cavités karstiques, il est probable qu'ils aient été occupés sur une base régulière mais nous ne pouvons pas présumer du rôle qu'ils ont pu jouer dans l'occupation du territoire par les groupes néandertaliens. Il est cependant clair que pour grand nombre d'entre eux, dont le cas de Combe-Grenal est le plus marquant, les occupations se sont échelonnées sur des dizaines de milliers d'années. Il est donc fort probable que ces sites aient joués divers rôles dans l'espace et le temps.

Ces attributions sont particulièrement utiles pour identifier les sites de chasses spécialisées en fonction des variables cynégétiques retenues et selon les techno-complexes (section 4.2) ainsi que pour valider les analyses d'agglomérats (section 4.3.3).

Tableau XVIII. Niveaux d'occupation de la base de données de Delagnes et Rendu et interprétation actuelle de leur rôle en termes de mobilité (première partie) (A) : usage non déterminé; (B) : camp de base; (C) : site de boucherie; (D) : site d'abattage (tiré de Delagnes et Rendu (2011))

| Niveaux d'occupation    |          | Type | Références   |
|-------------------------|----------|------|--|
| Combe-Grenal            | 6 et 7   | A    | Guadelli (1987); Turq (2000)   |
| Combe-Grenal            | 35       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Delagnes (1992)                                |
| Combe-Grenal            | 31 to 28 | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Turq (2000); Faivre (2008)                     |
| Combe-Grenal            | 32       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)                                  |
| Combe-Grenal            | 27       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)                                  |
| Le Rescoundudou         | c1       | A    | Brugal inédit cité <i>in</i> Jaubert et Maureille (2008); Jaubert et al (1992) |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'       | A    | Armand (1998); Delagnes (1992)   |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10       | A    | Armand (1998); Delagnes (1992)   |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9        | A    | Armand (1998); Delagnes (1992)   |
| Grotte Vaufrey          | VII      | A    | Grayson et Delpech (1994); Geneste (1985)                                      |
| Grotte Vaufrey          | VIII     | B    | Grayson et Delpech (1994); Geneste (1985)                                      |
| Abri Suard              | 51       | A    | Griggo (1995; 1996); Delagnes (1990; 1992)                                     |
| Artenac                 | 6c       | A    | Delagnes <i>et al</i> (1999)   |
| Pech-de-l'Azé IV        | I2       | A    | Laquay (1981); Bordes (1975)   |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3       | A    | Laquay (1981); Bordes (1975)   |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3a      | A    | Laquay (1981); Bordes (1975)   |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3b      | A    | Laquay (1981); Bordes (1975)   |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3c      | A    | Laquay (1981); Bordes (1975)   |
| Pech-de-l'Azé II        | 3        | A    | Laquay (1981); Bordes (1972)   |
| Pech-de-l'Azé II        | 2G       | A    | Laquay (1981); Bordes (1972)   |
| Combe-Grenal            | 36       | A    | Laquay (1981); Bordes (1972); Turq (2000)                                      |
| Les Canalettes          | 2        | B    | Guadelli (1987); Meignen (1993)  |
| Les Canalettes          | 3        | B    | Patou-Mathis (1993); Meignen (1993)  |
| Combe-Grenal            | 17       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)                                  |
| Combe-Grenal            | 19       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)                                  |

Tableau XIX. Niveaux d'occupation de la base de données de Delagnes et Rendu et interprétation actuelle de leur rôle en termes de mobilité (seconde partie) (A): usage non déterminé (B): camp de base; (C): site de boucherie; (D): site d'abattage (tiré de Delagnes et Rendu (2011))

| Niveaux d'occupation |          | Type | Références  |
|----------------------|----------|------|---|
| Combe-Grenal         | 20       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Sous les Vignes      |          | A    | Turq et al. (1999)  |
| la Rouquette         | 3        | A    | Griggo a cité Rendu et al. (2011)   |
| Combe-Grenal         | 22       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Turq (2000); Faivre (2008)  |
| Combe-Grenal         | 23       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Combe-Grenal         | 24       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Combe-Grenal         | 25       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Combe-Grenal         | 26       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Combe-Grenal         | 21       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Artenac              | 7        | A    | Delagnes et al. (1999)  |
| Les Pradelles        | (10-9)   | C    | Costamagno et al. (2006); Meignen (1988); Bourguignon (1997)  |
| Pech-de-l'Azé I      | 4        | B    | Rendu (2007); Soressi et al. (2008); Soressi (2002)   |
| Pech-de-l'Azé I      | 6        | B    | Rendu (2007); Soressi et al. (2008); Soressi (2002)   |
| Pech-de-l'Azé I      | 7        | B    | Rendu (2007); Soressi et al. (2008); Soressi (2002)   |
| La Quina             | 6d       | A    | Armand in Debenath et Jelinek (1998)  |
| Chez Pinaud          | 6        | A    | Jaubert et al. (2008); Soressi (2004a, b); Jaubert et al. (2009)  |
| Roche a Pierrot      | Egc      | A    | Morin (2004); Levêque et al. (1993)   |
| Grotte XVI           | C        | B    | Grayson et Delpech (2003); Soressi (2002)   |
| Combe-Grenal         | 11       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Combe-Grenal         | 13       | A    | Guadelli (1987); Bordes (1972); Faivre (2008)   |
| Combe-Grenal         | 14       | A    | Guadelli (1987)   |
| Saint-Césaire        | Egpf(10) | A    | Morin (2004); Guilbaud (1993)   |
| La Quina             | 6a       | D    | Chase (1999); Armand, (2005); Rendu (2007); Rendu et Armand (2009); Armand in Debénath et Jelinek (1998); Debénath et al. (1998); Park (2007) |
| La Quina             | 6c       | D    | Chase (1999); Armand, (2005); Rendu (2007); Rendu et Armand (2009); Armand in Debénath et Jelinek (1998); Debénath et al. (1998); Park (2007) |
| Les Fieux            | k        | A    | Guadelli in Jaubert (1984); Thiébaud (2005)   |
| la Rouquette         | 1        | D    | Briki-Herich et al. (2005); Thiébaud (2005); Duran and Tavoso (2005)  |
| Mauran               |          | D    | Farizy et al. (1994); Rendu (2007); Farizy et al. (1994)  |
| La Quina             | 4b       | A    | Armand in Debénath et Jelinek (1998); Debénath et al. (1998); Chase (1999); Armand (2005); Rendu (2007); Park (2007); Rendu et Armand (2009)  |

## 4.2 Sélections des variables pour les analyses multivariées

Suite à la compilation des divers coefficients présentés au chapitre 3 ainsi qu'à l'annexe 2, les tests statistiques ANOVA et Tukey (annexe 3) nous permettent d'écarter les coefficients qui ne permettent pas de rejeter  $H_0$  (répartition aléatoire des valeurs). Ces tests furent interprétés conjointement avec les résultats des corrélations de Spearman qui furent obtenues pour chacune des combinaisons binaires possibles (annexe 4). Lorsque appliquée à l'ensemble des niveaux d'occupation du tableau I ( $n = 54$ ) la valeur critique pour le coefficient de Spearman est  $r_s = 0,268$  pour une certitude de  $p = 0,05$  et de  $r_s = 0,349$  pour une certitude de  $p = 0,01$ . Il s'agit ici des valeurs qui permettent de rejeter d'emblée l'hypothèse nulle (aucune association entre les variables). L'inscription «NS» dans ces tableaux indique que l'hypothèse nulle n'a pu être écartée dans ces cas. Les résultats montrent donc des corrélations réelles et non pas fortuites dans la très grande majorité des corrélations établies où nous obtenons des corrélations qualifiées de moyennes-fortes à fortes.

Tous les coefficients climatiques à l'exception de *Clim4* ainsi que tous les coefficients cynégétiques ont présenté un résultat ANOVA significatif à plus de 95% (annexe 3). Les résultats du test post-hoc de Tukey (annexe 3) présentent *Clim3*, *Clim5* et *Clim8* (Guiot, 1989) ainsi que *Faune1* comme les meilleurs coefficients à considérer dans un premier temps.

De la lecture des tableaux de l'annexe 4 il appert que les coefficients technologiques *Lith1* (représentation directe de l'hypothèse de Delagnes et Rendu) et *Lith4* (raffinement associé au techno-complexe Levallois) présentent les meilleurs résultats à considérer pour nos interprétations subséquentes. Les diverses hypothèses de travail décrites à la section 3.2.1 et nécessaires à l'établissement des autres coefficients n'ont pas menées à des corrélations globalement plus significatives. Nous avons donc rejeté les coefficients *Lith2*, *Lith3*, *Lith5*, *Lith6* et *Lith7*. Pour les variables climatiques rappelons que nous avons établi *Clim10* pour parer à la problématique de la définition des données climatiques issues de la base de données GRIP (section 3.2.1). Bien qu'avec *Lith1* et *Lith4* les coefficients *Clim3* et *Clim5* aient mené à des corrélations plus fortes (de l'ordre de -0,6) que *Clim8* et *Clim10* (de l'ordre de -0,5) ils ont globalement mené à des corrélations moins intéressantes avec les *Faune*. Nous avons donc retenu *Clim8* et *Clim10* comme variables climatiques.



La variable *CHRONO*, qui présente des corrélations fortes avec *Clim8*, *Clim10*, *Lith1* et *Lith4*, fut retenue pour faciliter l'interprétation des résultats et potentiellement distinguer l'influence du climat de celle du simple passage du temps. Pour les variables cynégétiques, le fait que *Faune2* soit un coefficient théorique de mobilité qui entre dans la détermination de *Faune3* et que globalement *Faune1* et *Faune3* aient présenté des corrélations de Spearman plus fortes que *Faune2* avec *Lith1* et *Lith4* a mené à la sélection de *Faune1* et *Faune3* comme variables prédictives. Le niveau de spécialisation de la chasse (*DOMINANT*) fut incluse aux analyses subséquentes pour ajouter un élément de plus à l'interprétation des résultats en lien avec les stratégies de subsistance.

Suite à ces tests, les coefficients suivants ont été sélectionnés comme variables pour les analyses multivariées: *Faune1*, *Faune3*, *Clim8*, *Clim10* ainsi que la chronologie des sites (*CHRONO*), c'est-à-dire la moyenne d'âge des stades isotopiques associés aux divers niveaux d'occupation) et l'indice de spécialisation faunique (*DOMINANT*). Pour leur part les variables dépendantes sélectionnées sont *Lith1* et *Lith4*. Nous avons ultimement pris en considération la force des corrélations de Spearman et avons donné priorité aux variables qui offraient un plus grand potentiel d'interprétation une fois les résultats de régressions multiples obtenus (voir section 3.2.2).

À la figure 14 nous pouvons apprécier que des corrélations fortes sont établies entre *DOMINANT* et *Faune1* & *Faune3* ce qui s'explique par le fait qu'ils partagent tous la même racine (%NISP) alors que des corrélations moyennes/fortes s'établissent entre *Faune1* & *Faune3* et *Lith1* & *Lith4*. Il existe également des corrélations fortes entre *CHRONO* et *Lith1* & *Lith4* ainsi qu'entre *Clim10* & *Clim8* et *Lith1* & *Lith4* ce qui en soi montre bien pourquoi des analyses multivariées sont requises afin de séparer l'importance relative de ces variables. En termes de représentations visuelles ces bivariés sont difficiles à interpréter principalement parce que les valeurs possibles associées aux variables *Lith1*, *CHRONO*, *Clim8* et *Clim10* sont au nombre de 4 (annexe 6).

### ***Coefficients climatiques***

Seuls deux coefficients climatiques, *Clim8* et *Clim10*, ont été retenus comme variables prédictives. La force des corrélations Spearman impliquant ces deux variables, la notion de

définition de données soulevée à la section 3.2.1 ainsi que les marges d'erreur associées aux datations de certains niveaux d'occupation ont été déterminantes pour leur sélection<sup>1</sup>. Sur ce dernier point ces marges d'erreur ont pu avoir un effet important sur le potentiel de détection d'une relation avec le climat la rendant potentiellement invisible compte tenu des plages temporelles impliquées (voir annexe 5). Le potentiel des coefficients *Clim1*, *Clim2*, *Clim3*, *Clim5* et *Clim6* ainsi que *Clim7* et *Clim9* (basés sur une lecture visuelle) en était donc réduit. Il existe donc un dilemme entre la définition des données et la proximité réelle entre le coefficient calculé et le climat correspondant. Sachant que l'environnement et la faune qui l'occupe réagissent sur des échelles de temps fines (1-2 ka) (Rasmussen et al., 2014a :2014b; Sanchez-Goñi et al., 2008) la probabilité d'obtenir un coefficient climatique représentatif d'un niveau d'occupation précis s'en voit réduite considérablement. L'écart type associé aux données du GRIP rend difficile le discernement des changements climatiques au niveau local pour un niveau d'occupation donné. L'élaboration des divers coefficients dérivés du GRIP répondait à une stratégie exploratoire visant à détecter le signal d'une relation entre le comportement et le climat. L'idée de jouer tantôt avec les médianes puis les quartiles et les maximum et minimum avait comme but de déceler quelque chose jusque-là imperceptible.

Au final *Clim8* et *Clim10* sont tirés de deux registres indépendants et ont la particularité de n'avoir que quatre valeurs distinctes (un par stade isotopique). Le grand avantage de *Clim8* repose sur le fait que ce sont des températures estimées en °C pour la France (Guiot 1989) et non pas un proxy lié au rapport isotopique de l'oxygène. Celui de *Clim10* repose sur le grand nombre de lectures tirées des données GRIP. Nous avons soulevé

<sup>1</sup> Compte tenu des résultats ANOVA obtenus pour *Clim3* et *Clim5* et les corrélations de Spearman obtenues entre ces deux coefficients et les Coefficients *Lith1*, *Lith4* ainsi que *Faune1* et *Faune3* nous avons choisis les variables *Clim8* et *Clim10* parce que des corrélations plus fortes sont obtenues entre ces coefficients climatiques et les coefficients *Faune* tout en conservant des corrélations fortes avec *Lith* (voir annexe 4).

au chapitre 3 que les coefficients climatiques se présentent sur une échelle relative s'échelonnant du climat le plus froid au climat le plus chaud et que les stades 6 et 5 ont été, toujours en terme relatif, plus chauds que les stades 4 et 3. Nos variables climatiques peuvent donc potentiellement masquer le simple passage du temps comme modulateur du comportement de Neandertal tel qu'il s'exprime par ses choix technologiques. La variable *CHRONO* fut retenue afin de valider si le climat ou simplement le passage du temps en était responsable.

### ***Coefficients technologiques***

Seuls deux coefficients technologiques, *Lith1* et *Lith4*, ont été retenus comme variables dépendantes. Les cinq autres coefficients technologiques se sont avérés moins adéquats. De nombreux facteurs ont sans doute influencé les choix technologiques de Néandertal et la figure 2 nous rappelle les nombreuses dimensions de la variabilité moustérienne. Cependant ce débat déborde les aspects de mobilité que nous tentons d'élucider ici. Il s'agit là d'un choix conscient, d'un sacrifice afin de garder l'outil méthodologique et son interprétation à un niveau pragmatique. Notre hypothèse de recherche reposait sur la prémisse que la mobilité était l'un des principaux facteurs pris en considération. Rappelons que Delagnes et Rendu (2011) associent la production Levallois à une mobilité relative réduite et la production Quina à mobilité relative élevée. Les productions Discoïde Denticulé et MTA (outil bifacial du MTA) se retrouvent entre ces deux extrêmes.

*Lith1* est l'expression de l'hypothèse de Delagnes et Rendu à sa plus simple expression alors que *Lith4* nous amène dans un territoire plus difficile à cerner où nous avons pris en considération les diverses techniques et concepts retrouvés au sein des niveaux d'occupation pour tenter de raffiner l'hypothèse de Delagnes et Rendu traduite par *Lith1*. Il s'agit ici d'un exercice délicat car il est clair que l'interprétation des technologies retrouvées au sein d'un niveau d'occupation est un palimpseste de diverses activités qui ont pu s'y déroulées de façon contemporaine ou séquentielle. En fait, au niveau du techno-complexe Levallois, distinguer les séries où plusieurs concepts/méthodes coexistent se butte au problème d'hétérogénéité des données. Il est possible que dans certains cas les données existantes ne permettent pas de trancher entre 1) la variabilité des concepts/méthodes en lien avec la taphonomie - en contexte de palimpsestes où plusieurs occupations successives peuvent se succéder au sein d'un même

niveau d'occupation; 2) la variabilité liée à des stades successifs d'aménagement/plein débitage - la phase d'aménagement faisant souvent appel à une méthode distincte de celle qui caractérise le plein débitage et/ou à des stades successifs de plein débitage à partir d'un même bloc taillé et 3) la variabilité dans le cadre de séquences opératoires distinctes - à partir de blocs et/ou supports de départ distincts (Anne Delagnes, communication personnelle, 7 mars 2016). Puisque près de la moitié de la base de données est représentée par le Levallois il s'avérait souhaitable de raffiner le pointage au sein de ce groupe afin de discriminer davantage les données. Malgré le défi que cela posait, l'information complémentaire sur les techniques/concepts retrouvés dans les niveaux d'occupation offrait une opportunité en ce sens.

En développant *Lith4* nous avons donc testé le compromis entre l'attribution d'un même coefficient pour tous les niveaux d'occupation présentant du Levallois comme mode de production principal et le raffinement imparfait associé à l'inclusion des diverses méthodes présentes. Il est tout de même possible de distinguer au sein du groupe Levallois, le Levallois préférentiel, le Levallois récurrent et le Levallois laminaire. Le préférentiel se distinguant nettement des deux suivants par une phase de préparation plus longue, plus élaborée et un ratio (produits recherchés/produits d'aménagement) plus élevé (Anne Delagnes, communication personnelle, 7 mars 2016).

### ***Coefficients cynégétiques***

Les coefficients cynégétiques, *Faune1* et *Faune3* ainsi que l'indicateur de spécialisation de la chasse (*DOMINANT*), ont été retenus comme variables prédictives. Parmi les trois types de coefficients développés dans le cadre de ce mémoire les coefficients cynégétiques sont les plus hétérogènes. Les biotopes étant ce qu'ils sont, avec toutes leurs complexités, tenter de saisir les choix de Néandertal en lien avec la mobilité des proies est un exercice complexe. Nous avons déjà abordé au chapitre 2 la nuance entre la présence et l'abondance des espèces et donc le fait que les paléo-environnements ont joué un rôle crucial sur la probabilité de rencontre de Néandertal avec certains taxons. L'étude de Discamps et al., (2011), rappelle la difficulté d'associer les restes archéologiques à une période spécifique et donc à un paléo-environnement particulier. Ceci a pour effet de rendre difficile l'association entre les modifications dans les stratégies d'approvisionnement par rapport à certaines espèces

d'ongulés, les fluctuations climatiques et/ou les choix culturels délibérés. Notre hypothèse de travail fut réduite à sa plus simple expression et repose ici également sur les propositions de Delagnes et Rendu et vise à établir que la mobilité des proies était l'un des principaux facteurs pris en considération par Néandertal dans ses choix technologiques.

*Faune1* et *Faune3* tentent de séparer les espèces retrouvées en deux catégories : mobile et moins mobile et tiennent compte de la représentativité de l'espèce dans le registre. *DOMINANT* est un indicateur de spécialisation faunique qui ne tient pas compte de l'espèce mais seulement de son importance relative dans le registre zoo-archéologique. Nos variables offrent donc l'avantage d'être simples et ne requièrent que peu d'information faunique. Par contre il aurait été important d'y ajouter de la profondeur si de plus amples informations avaient été disponibles notamment au niveau des profils fauniques complets et du nombre absolu d'individus. En ce sens nous avons obtenu les profils fauniques complets pour l'ensemble des niveaux d'occupation associés aux Discoïde Denticulé et pour la plupart des niveaux d'occupation associés au MTA mais ce nombre ( $n=16$ ) s'est avéré insuffisant pour y pratiquer des analyses statistiques robustes et nous avons été contraints d'abandonner ces analyses. En second lieu, ne pas considérer le nombre d'individus en terme absolu mais seulement en terme relatif présuppose une perte d'information. Des sites du stade 3 d'abattage spécialisé comme Mauran avec ces quelques 4000 bisons sont considérés sur le même pied que des sites comme Roche à Pierrot avec ses 87 individus et un profil mixte. Nul ne doute que les variables retenues auraient bénéficié de l'inclusion de ces facteurs supplémentaires pour mieux refléter les choix de Néandertal.

#### **4.2.1 Analyses à deux variables**

La figure 14 (pour l'ensemble des niveaux d'occupation du tableau I) ainsi que l'annexe 6 présentent les corrélations entre les variables retenues.

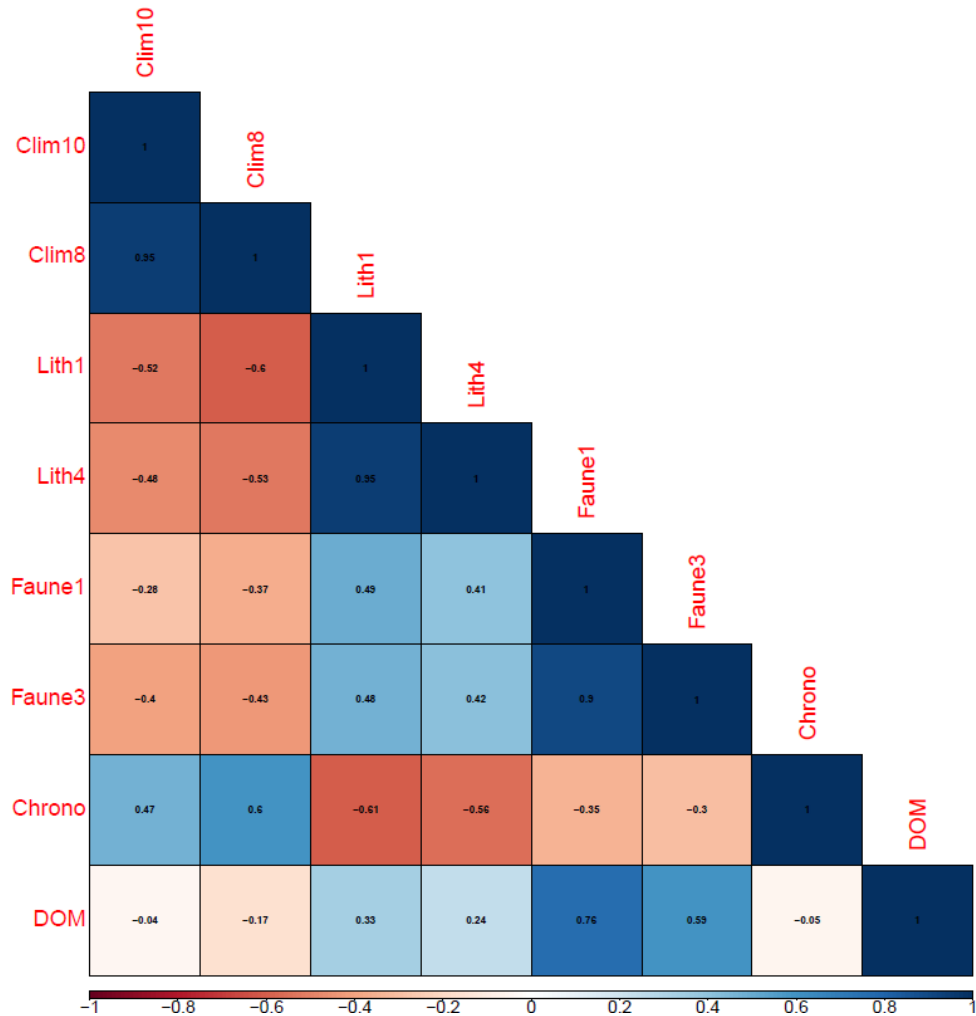


Figure 14. Corrélations Spearman entre les variables finales sélectionnées.

Si la température affecte la faune et que la faune affecte la mobilité humaine par le biais des comportements de prédation alors les coefficients climatiques et cynégétiques sont des variables prédictives. La variable dépendante est le choix de technologie lithique. En faisant appel à *Faune3* et *Faune1* nous avons établi la répartition des divers techno-complexes selon les quartiles pour ces deux variables cynégétiques. D’abord sur tous les niveaux d’occupation du tableau I (tableaux XX et XXI), puis sur la portion des niveaux d’occupation associée exclusivement au stade isotopique 3 qui représente la seule période où l’on retrouve l’ensemble des techno-complexes (tableaux XXII et XXIII).

Il en ressort que les techno-complexes Quina et Discoïde Denticulé sont clairement surreprésentés dans les quartiles de forte mobilité cynégétique lorsque tous les stades isotopiques sont considérés et que cette relation existe mais est plus nuancée lorsque nous ne considérons que les données du stade 3 alors que seul le coefficient *Faune1* présente un  $p < 0,05$ .

Tableau XX. Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique basée sur le coefficient *Faune3*

| Techno-complexes   | Base de données | 1 <sup>er</sup> quartile | 2 <sup>ème</sup> quartile | 3 <sup>ème</sup> quartile | 4 <sup>ème</sup> quartile |
|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Levallois          | 24              | 16                       | 7                         | 1                         | 0                         |
| Quina              | 13              | 3                        | 2                         | 7                         | 1                         |
| MTA                | 7               | 0                        | 4                         | 3                         | 0                         |
| Discoïde Denticulé | 10              | 4                        | 1                         | 4                         | 1                         |
| Total              | 54              | 23                       | 14                        | 15                        | 2                         |

(chi-carré = 23,574  $p < 0,01$ )

Tableau XXI. Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique basée sur le coefficient *Faune1*

| Techno-complexes   | Base de données | 1 <sup>er</sup> quartile | 2 <sup>ème</sup> quartile | 3 <sup>ème</sup> quartile | 4 <sup>ème</sup> quartile |
|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Levallois          | 24              | 18                       | 4                         | 2                         | 0                         |
| Quina              | 13              | 0                        | 4                         | 8                         | 1                         |
| MTA                | 7               | 3                        | 1                         | 3                         | 0                         |
| Discoïde Denticulé | 10              | 2                        | 1                         | 2                         | 5                         |
| Total              | 54              | 23                       | 10                        | 15                        | 6                         |

(chi-carré = 40,795  $p < 0,00001$ )

Tableau XXII. Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique pour le stade isotopique 3 basée sur le coefficient *Faune3*

| Techno-complexes   | Stade 3 | 1 <sup>er</sup> quartile | 2 <sup>ème</sup> quartile | 3 <sup>ème</sup> quartile | 4 <sup>ème</sup> quartile |
|--------------------|---------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Levallois          | 1       | 0                        | 1                         | 0                         | 0                         |
| Quina              | 5       | 1                        | 2                         | 2                         | 0                         |
| MTA                | 6       | 0                        | 5                         | 1                         | 0                         |
| Discoïde Denticulé | 10      | 4                        | 1                         | 4                         | 1                         |
| Total              | 22      | 5                        | 9                         | 7                         | 1                         |

(chi-carré = 11,0163  $p = 0,27$ )

Tableau XXIII. Répartition des techno-complexes par tranche de mobilité cynégétique pour le stade isotopique 3 basée sur le coefficient *Faune1*

| Techno-complexes   | Stade 3 | 1 <sup>er</sup> quartile | 2 <sup>ème</sup> quartile | 3 <sup>ème</sup> quartile | 4 <sup>ème</sup> quartile |
|--------------------|---------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Levallois          | 1       | 0                        | 1                         | 0                         | 0                         |
| Quina              | 5       | 0                        | 5                         | 0                         | 0                         |
| MTA                | 6       | 3                        | 1                         | 2                         | 0                         |
| Discoïde Denticulé | 10      | 3                        | 2                         | 1                         | 4                         |
| Total              | 22      | 6                        | 9                         | 3                         | 4                         |

(chi-carré = 17,2741  $p < 0,05$ )

Les figures 15 et 16 présentent respectivement les coefficients *Faune3* et *Faune1* selon le type de débitages retrouvés aux divers niveaux d'occupation. Tout comme le démontrait les tableaux précédents les techno-complexes Quina et Discoïde Denticulé sont préférentiellement associés aux faunes les plus mobiles. Nous avons positionné sur ces figures les niveaux d'occupations démontrant un signal de comportement de chasse spécialisée, signal que nous avons établi à un minimum de 70% NISP. On retrouve ici tous les sites de boucherie et d'abattage du tableau XIX.



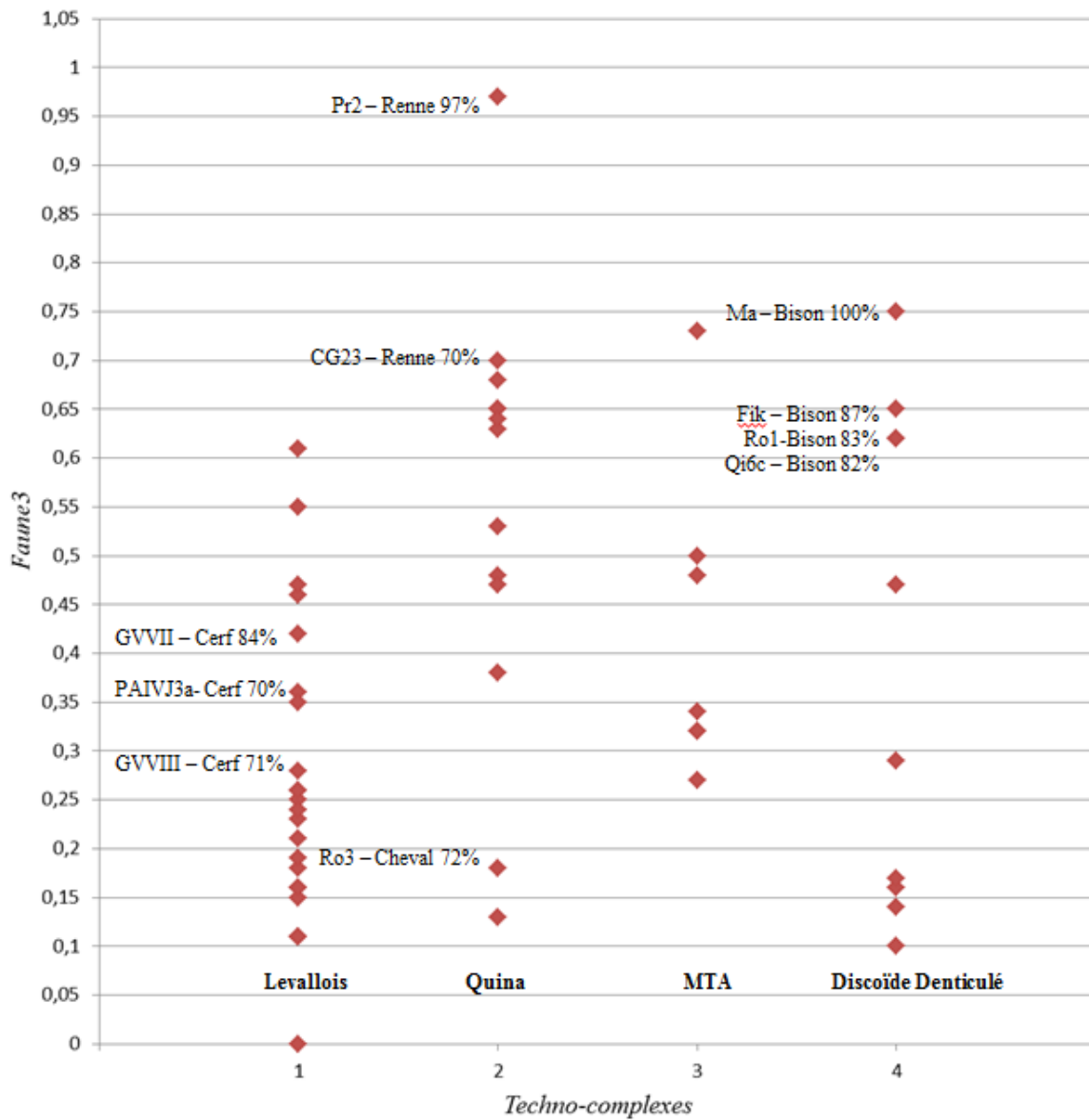


Figure 15. Positionnement des niveaux d'occupation démontrant un profil de chasse spécialisée en fonction de *Faune3* et selon les techno-complexes

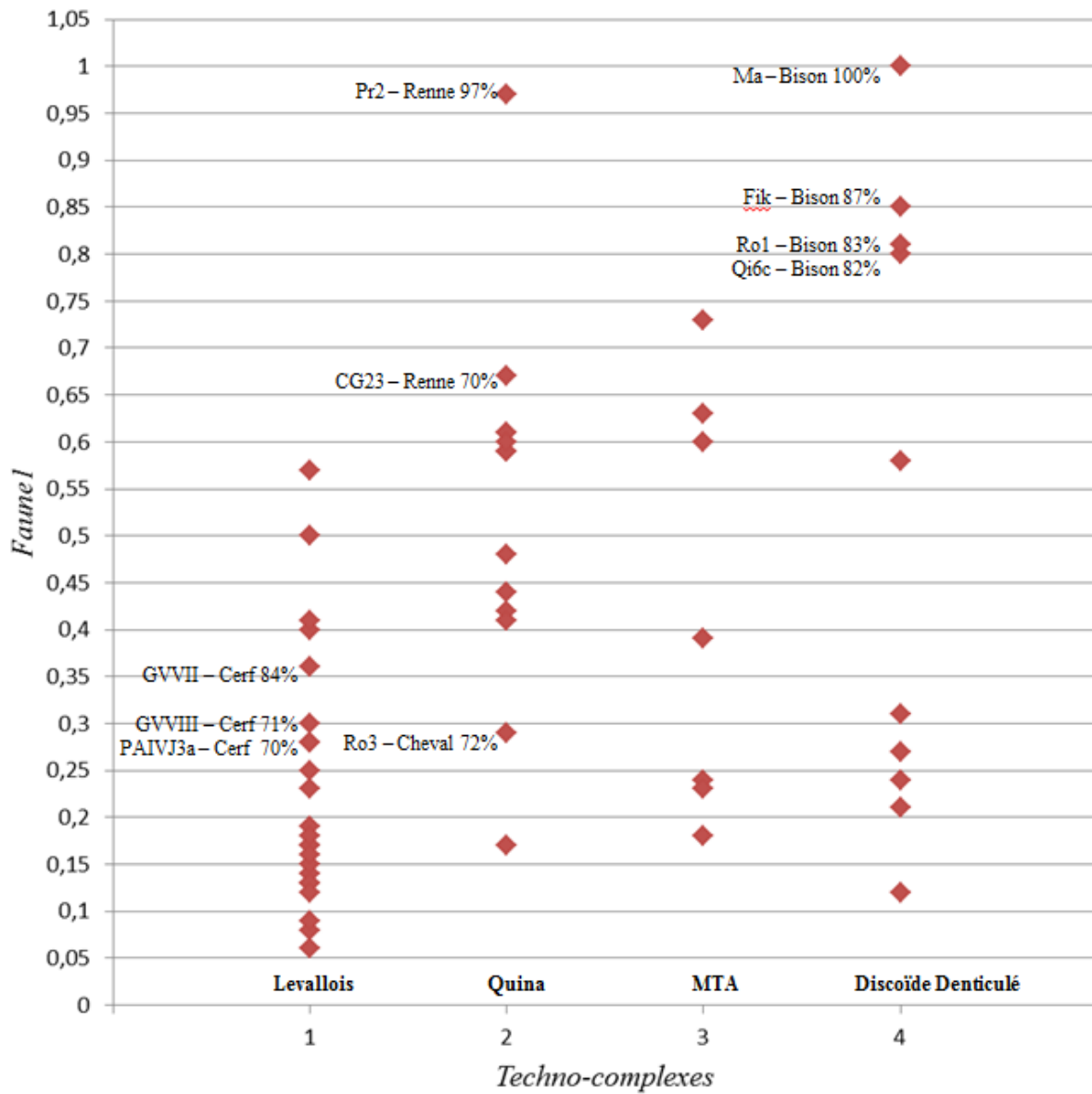


Figure 16. Positionnement des niveaux d'occupation démontrant un profil de chasse spécialisée en fonction de *Faune1* et selon les techno-complexes

## 4.3 Analyses multivariées

### 4.3.1 Représentation graphique tridimensionnelle

Afin de tester notre hypothèse de recherche qui propose l'existence d'une relation entre la mobilité de Néandertal telle qu'elle s'exprime par ses choix technologiques et les variables cynégétiques et climatiques, il était essentiel de procéder à des analyses statistiques multivariées.

Auparavant il est possible de représenter graphiquement les relations entre les trois séries de variables et d'en faire l'analyse. La figure 17 présente la relation tridimensionnelle entre *Faune1*, *Lith4* et *Clim10*. Nous choisissons ici *Clim10* car cette variable offre l'avantage d'une démarcation claire entre les stades isotopiques et est donc plus apte à la lecture visuelle. Rappelons que l'échelle cynégétique de 0 à 1 va du moins mobile au plus mobile, que l'échelle technologique de 0 à 1 va du moins mobile au plus mobile et que l'échelle climatique va de 0 à 1 du plus froid au plus chaud. Toutes ces échelles sont relatives et n'ont aucune unité ou dimensions physiques.

Pour percevoir la relation, dépendant vs prédicteurs, en 3D il est essentiel de positionner la variable lithique sur l'axe des z (voir figure 18 cette fois avec les variables *Lith1*, *Clim8* et *Faune1*, une combinaison de variables ayant livrée des corrélations de Spearman moyennes à fortes entre-elles). La relation s'établit alors entre cette variable et le plan dans l'espace x,y formé par la relation entre la variable cynégétique et la variable climatique (Communication personnelle, Service de consultation statistique de l'Université de Montréal, 12 mai 2016). La surface représente ici l'équation optimale de cette relation ( $Lith1 = -1,030 \times Clim8 + 0,520 \times Faune1 + 0,889$ ) ( $R^2$  (ajusté) = 0,45).

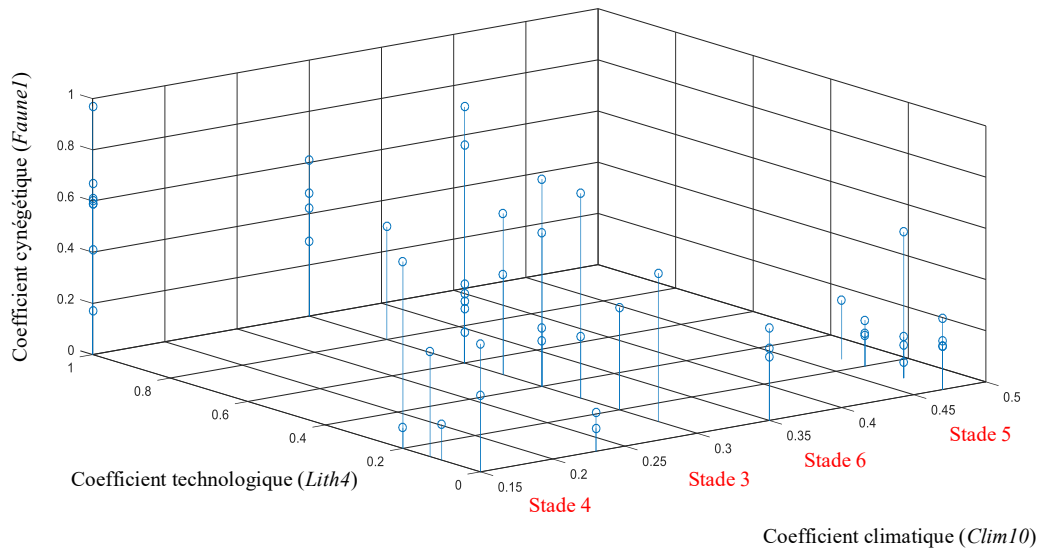


Figure 17. Représentation tridimensionnelle de la relation entre *Faune1*, *Lith4* et *Clim10* en faisant appel aux coefficients

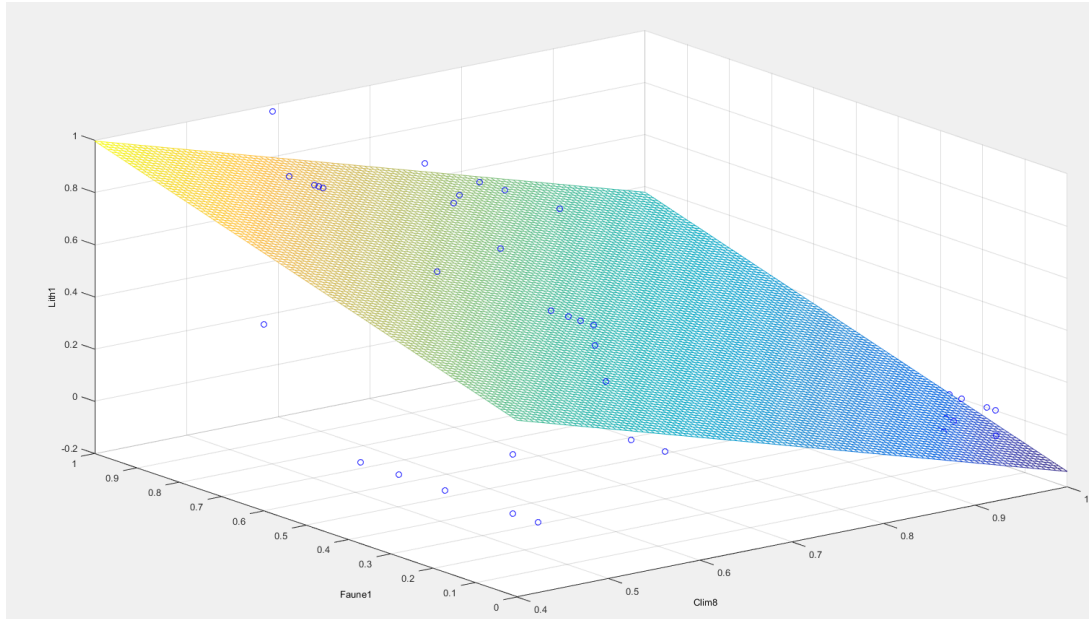


Figure 18. Représentation tridimensionnelle de la solution optimale de la relation entre les coefficients *Clim8*, *Faune1* et *Lith1*

### 4.3.2 Régressions multiples

Nous avons déjà souligné avoir sélectionné un total de 8 variables pour les régressions multiples : *Lith1* et *Lith4* comme variables dépendantes et *Faune1*, *Faune3*, *Clim8*, *Clim10*, l'âge moyen de chacun des stades en ka (*CHRONO*) et le %NISP (*DOMINANT*) comme prédicteurs potentiels. Les résultats de notre analyse multivariée (une régression généralisée linéaire) sont les suivants :

Si *Lith1* est la variable dépendante, le meilleur modèle est le suivant :  $Lith1 \sim CHRONO + Clim10 + DOMINANT$ . C'est-à-dire, les variables *CHRONO*, *Clim10* et *DOMINANT* expliquent le plus de variabilité dans le choix technologique que toutes les autres combinaisons de variables possibles parmi les variables testées. Cependant, les deux variables prédictives les plus importantes sont *CHRONO* et *DOMINANT* (tableau XXIV). L'équation de la régression optimisée de ce test est :

$$Lith1 = (-0,0053 \times CHRONO) + (-1,0156 \times Clim10) + (0,7890 \times DOMINANT) + 0,6261$$

Ce modèle a un taux de signification de :  $R^2$  (ajusté) = 0,49,  $p = 0.0001$ .

Tableau XXIV. Coefficients du modèle AICc pour la variable dépendante *Lith1*

```
lm(formula = Lith1 ~ Chrono + Clim10 + DOM)
Coefficients:
(Intercept)  Chrono  Clim10  DOM
0.626117  -0.005307  -1.015582  0.789006

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.626117  0.206808  3.028 0.004113 **
Chrono      -0.005307  0.001383  -3.837 0.000395 ***
Clim10      -1.015582  0.404744  -2.509 0.015857 *
DOM         0.789006  0.275291  2.866 0.006352 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Pour *Lith4*, lorsqu'appliqué à l'ensemble des stades isotopiques l'équation optimisée de ce test est (tableau XXV) :

$$Lith4 = (-0,0045 \times CHRONO) + (-0,8602 \times Clim10) + (0,5043 \times DOMINANT) + 0,7037$$

Ce modèle a un taux de signification de :  $R^2$  (ajusté) = 0,37,  $p = 0.0001$  et les variables prédictives les plus importantes sont *CHRONO* et *Clim10*.

Tableau XXV. Coefficients du modèle AICc pour la variable dépendante *Lith4*

```
lm(formula = Lith4 ~ Chrono + Clim10 + DOM)
Coefficients:
(Intercept)  Chrono  Clim10  DOM
0.703757  -0.004524  -0.860209  0.504348

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.703757  0.212088  3.318 0.00182 **
Chrono      -0.004524  0.001419 -3.189 0.00263 **
Clim10     -0.860209  0.415077 -2.072 0.04412 *
DOM         0.504348  0.282320  1.786 0.08092 .
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Nous avons par la suite effectué une autre série de tests sur un sous ensemble de la base de données en ne considérant cette fois que les données associées aux stades isotopiques 4 et 3 ( $n = 36$ ) pour voir si les mêmes variables se retrouveraient dans les modèles. Notons que dans ce cas les coefficients climatiques *Clim10* et *Clim8* ainsi que *CHRONO* n'ont respectivement que 2 valeurs possibles. Les équations de régressions multiples alors obtenues montrent à ce niveau de détail l'absence totale de corrélation entre nos variables. Les équations finales obtenues sont les suivantes :

$$Lith1 = 0,0896 \times DOMINANT + 0,0387 \quad (R^2 \text{ ajusté} = 0,13)$$

$$Lith4 = 0,6447 \times DOMINANT + 0,1737 \quad (R^2 \text{ ajusté} = 0,05)$$

Les résultats complets se retrouvent à l'annexe 7.

### 4.3.3 Analyses par agglomérats (clusters)

Les résultats de l'analyse par agglomérat réalisée sur les variables retenues dans les étapes antérieures sont présentés dans les figures qui suivent. Les valeurs de probabilité  $p$  sont calculées de deux manières : les chiffres en rouge (AU) donnent la valeur de  $p$  « Approximately Unbiased » et en vert (BP) la « Bootstrap Probability ». Les valeurs possibles de  $p$  varient de 0 à 1, plus la valeur est élevée plus l'affinité est claire. Les valeurs de AU de 95 et plus sont hautement significatives (et encadrées par des rectangles rouges). Notons qu'il est possible de réaliser des analyses de sensibilité sur nos résultats en jouant avec les niveaux de corrélations nécessaires à l'identification des agglomérats. Ces tests permettent de juger de la robustesse des résultats obtenus. Une série d'agglomérats a donc été produite en variant le facteur «  $r$  » comme test de sensibilité.

Le tableau XXVI présente les variables retenues lors des étapes précédentes que nous avons soumises à une analyse par agglomérats (Clusters). Ces dendrogrammes sont visuellement très chargés puisque qu'ils permettent de distinguer les niveaux d'occupation. La figure 19 présente le dendrogramme de Ward appliqué intégralement aux données du tableau XXVI (l'annexe 8 présente les dendrogrammes issus de l'analyse de sensibilité associée à ces résultats).

La lecture de ce dendrogramme se fait comme suit : en se déplaçant de la gauche vers la droite les 5 premiers niveaux d'occupation forment rapidement un agglomérat. Il s'agit ici de tous les sites Quina du stade 4 avec le renne comme espèce principale (un taxon hautement mobile). Le second agglomérat (adjacent) est pour sa part composé des sites Quina du stade 3 avec le renne comme espèce principale. Ce deuxième agglomérat converge rapidement avec les deux niveaux d'occupation Quina de la base de données qui ont le cheval comme espèce principale (taxon peu mobile). L'ensemble de ces sites Quina convergent au niveau d'agglomération suivant mais cette convergence n'est pas statistiquement significative (AU<95). C'est ici que se termine le côté gauche du dendrogramme. Nous retrouvons par la suite un agglomérat composé exclusivement de niveaux d'occupation Levallois du stade 5 avec le cerf ou le cheval comme espèce principale (deux taxons peu mobiles). Cet agglomérat se lie rapidement au suivant qui est composé de sites Levallois des stades 6 et 5 avec du cerf. Au sein de ce second agglomérat on retrouve les sites Levallois de la base de données qui sont

associés au renne (taxon hautement mobile). L'avant dernier agglomérat est composé de sites MTA et Discoïde Denticulé qui présentent un % NISP élevé et presque exclusivement du bison comme espèce principale au stade 3 (taxon à forte mobilité). C'est ici que nous retrouvons tous les sites d'abattage de la base de données de Delagnes et Rendu. Le dernier agglomérat est composé de sites MTA puis Discoïde Denticulé au stade 3 avec du cerf ou du cheval comme espèce principale.

Nous avons également généré un dendrogramme à partir du même tableau mais en limitant l'analyse aux niveaux d'occupation associés aux stades isotopiques 4 et 3 (figure 20) (l'annexe 9 présente les dendrogrammes issus de l'analyse de sensibilité associée à ces résultats). La lecture de ce second dendrogramme se fait comme suit : En procédant de gauche à droite le premier agglomérat est composé des sites Quina du stade 4 associé au renne. Les prochains niveaux d'occupation sont tous liés au Quina du stade 3. D'abord séparé en faune mobile (renne) puis moins mobile (cheval) ils se regroupent au niveau supérieur puis converge avec le premier agglomérat. Ceci termine le côté gauche du dendrogramme. Nous retrouvons par la suite deux sites MTA du stade 3 avec du bison (mobile) qui se regroupent avec un agglomérat de sites Levallois des stades 3 et 4 avec du renne (mobile). Viennent par la suite les sites d'abattage présentant le Discoïde Denticulé comme techno-complexe et le bison comme espèce principale. Cet agglomérat converge par la suite avec l'agglomérat précédent qui présentait également une faune mobile. Le prochain regroupement présente encore des sites associés au Discoïde Denticulé du stade 3 avec une faune de faible mobilité (cheval). Le côté droit du dendrogramme se termine par une série de sites Levallois du stade 4 avec du cerf élaphe puis tous les sites MTA du stade 3 également associés au cerf élaphe. Ces deux derniers agglomérats convergent au niveau supérieur mais ne sont pas significatifs ( $AU < 95$ ).



Tableau XXVI. Extrait de la base de données ayant servie aux analyses d'agglomérats par la méthode de Ward

| Sites  | <i>Clim10</i> | <i>Clim8</i> | MIS | %NISP | <i>Lith1</i> | <i>Lith4</i> | <i>Faune1</i> | <i>Faune3</i> | Chrono (Ka) |
|--------|---------------|--------------|-----|-------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|
| CG6    | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,46  | 0            | 0,2          | 0,4           | 0,46          | 43          |
| CG35   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,46  | 0            | 0,1          | 0,14          | 0,23          | 67          |
| CG31   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,47  | 0            | 0,13         | 0,41          | 0,47          | 67          |
| CG32   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,37  | 0            | 0            | 0,09          | 0,28          | 67          |
| CG27   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,55  | 0            | 0            | 0,5           | 0,55          | 67          |
| Rec1   | 0,47          | 1            | 5   | 0,45  | 0            | 0,1          | 0,13          | 0,11          | 103         |
| BD8    | 0,47          | 1            | 5   | 0,43  | 0            | 0,2          | 0,13          | 0,11          | 103         |
| BD10   | 0,47          | 1            | 5   | 0,61  | 0            | 0,26         | 0,23          | 0,15          | 103         |
| BD9    | 0,47          | 1            | 5   | 0,42  | 0            | 0,2          | 0,12          | 0,11          | 103         |
| GVVII  | 0,35          | 0,69         | 6   | 0,84  | 0            | 0            | 0,36          | 0,42          | 161         |
| GVVIII | 0,35          | 0,69         | 6   | 0,71  | 0            | 0            | 0,28          | 0,36          | 161         |
| AS51   | 0,35          | 0,69         | 6   | 0,65  | 0            | 0            | 0,25          | 0,16          | 161         |
| Ar6C   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,35  | 0            | 0,2          | 0,08          | 0,18          | 67          |
| PAIV2  | 0,47          | 1            | 5   | 0,61  | 0            | 0,1          | 0,57          | 0,61          | 103         |
| PAIV3  | 0,47          | 1            | 5   | 0,51  | 0            | 0            | 0,17          | 0,26          | 103         |
| PAIV3a | 0,47          | 1            | 5   | 0,7   | 0            | 0            | 0,28          | 0,35          | 103         |
| PAIV3b | 0,47          | 1            | 5   | 0,5   | 0            | 0            | 0,17          | 0,25          | 103         |
| PAIV3c | 0,47          | 1            | 5   | 0,54  | 0            | 0            | 0,19          | 0             | 103         |
| CG36   | 0,47          | 1            | 5   | 0,52  | 0            | 0,2          | 0,18          | 0,26          | 103         |
| Ca2    | 0,47          | 1            | 5   | 0,31  | 0            | 0,1          | 0,06          | 0,16          | 103         |
| Ca3    | 0,47          | 1            | 5   | 0,48  | 0            | 0,1          | 0,16          | 0,21          | 103         |
| CG17   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,53  | 1            | 1            | 0,48          | 0,53          | 43          |
| CG19   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,65  | 1            | 1            | 0,61          | 0,65          | 43          |
| CG20   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,48  | 1            | 1            | 0,42          | 0,48          | 43          |
| Ro3    | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,72  | 1            | 1            | 0,29          | 0,18          | 43          |
| CG22   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,65  | 1            | 1            | 0,61          | 0,65          | 67          |
| CG23   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,7   | 1            | 1            | 0,67          | 0,7           | 67          |
| CG24   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,68  | 1            | 1            | 0,59          | 0,68          | 67          |
| CG25   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,63  | 1            | 1            | 0,59          | 0,63          | 67          |
| CG26   | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,64  | 1            | 1            | 0,6           | 0,64          | 67          |
| Ar7    | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,5   | 1            | 1            | 0,17          | 0,13          | 67          |
| PAI4   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,64  | 0,4          | 0,3          | 0,24          | 0,32          | 43          |
| PAI6   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,53  | 0,4          | 0,4          | 0,18          | 0,27          | 43          |
| PAI7   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,61  | 0,4          | 0,4          | 0,23          | 0,32          | 43          |
| Qi6d   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,45  | 0,4          | 0,5          | 0,39          | 0,34          | 43          |
| Pi6    | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,67  | 0,4          | 0,5          | 0,63          | 0,5           | 43          |
| RPEgc  | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,64  | 0,4          | 0,4          | 0,6           | 0,48          | 43          |
| GrC    | 0,15          | 0,46         | 4   | 0,34  | 0,4          | 0,2          | 0,08          | 0,17          | 67          |
| CG11   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,38  | 0,6          | 0,6          | 0,1           | 0,29          | 43          |
| CG13   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,63  | 0,6          | 0,6          | 0,24          | 0,16          | 43          |
| CG14   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,69  | 0,6          | 0,6          | 0,27          | 0,17          | 43          |
| SC10   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,41  | 0,6          | 0,6          | 0,12          | 0,1           | 43          |
| Qi6a   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,62  | 0,6          | 0,1          | 0,58          | 0,47          | 43          |
| Qi6c   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,82  | 0,6          | 0,3          | 0,8           | 0,62          | 43          |
| Fik    | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,87  | 0,6          | 0,6          | 0,85          | 0,65          | 43          |
| Ro1    | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,83  | 0,6          | 0,4          | 0,81          | 0,62          | 43          |
| Ma     | 0,3           | 0,58         | 3   | 1,00  | 0,6          | 0,6          | 1             | 0,75          | 43          |
| Qi4b   | 0,3           | 0,58         | 3   | 0,57  | 0,6          | 0,6          | 0,21          | 0,14          | 43          |

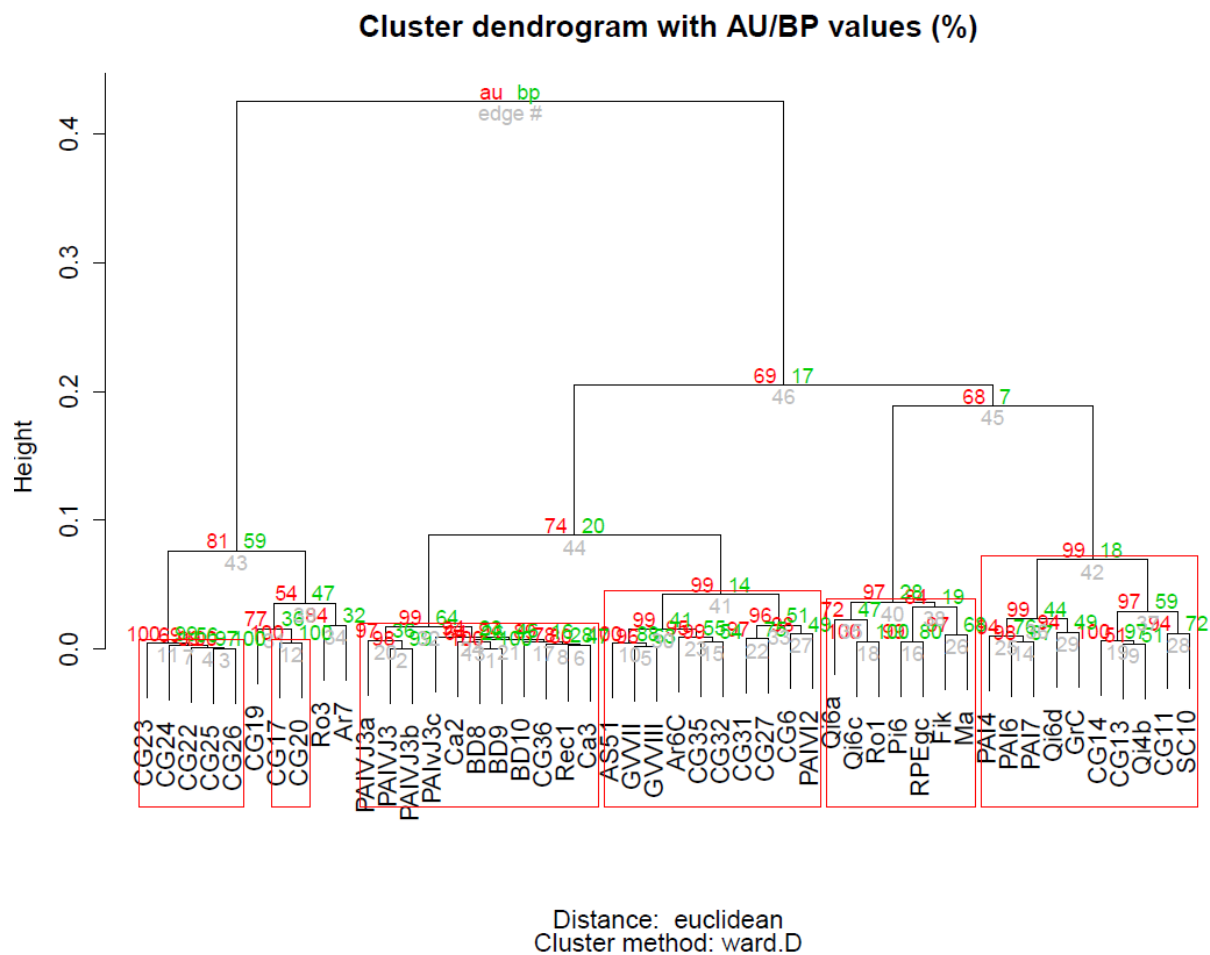


Figure 19. Dendrogramme de la méthode d'agglomérats de Ward appliqué intégralement aux données du Tableau XXVI.

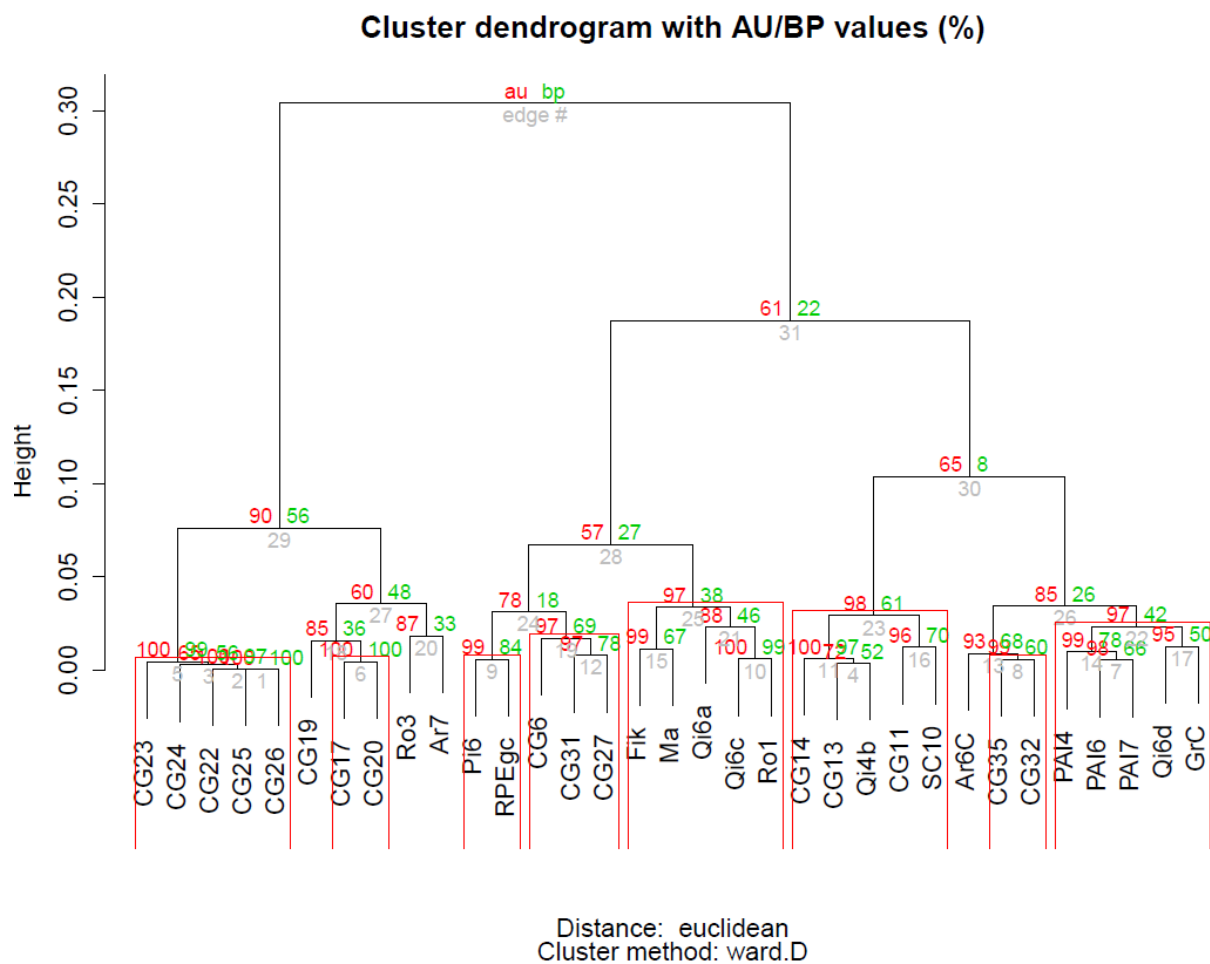


Figure 20. Dendrogramme de la méthode d'agglomérats de Ward appliqué aux stades isotopiques 3 et 4 du Tableau XXVI

## Chapitre 5 Discussion

La discussion des résultats de ce mémoire suivra le modèle établi au chapitre précédent et se déroulera un peu à l'image d'un palimpseste; où les premiers constats serviront de fondement aux suivants, et où les premières approximations et spécificités mèneront aux plus grandes précisions et aux principes généraux.

Les sites sélectionnés dans le cadre de ce mémoire offraient l'avantage d'être différents et complémentaires sur le plan géographique (Aquitaine, Charente, Dordogne, Aveyron, Haute Garonne) et chronologique (stades isotopiques 6 à 3) ce qui se prêtait bien pour tester notre hypothèse de recherche qui visait à déceler l'existence d'une relation entre le climat (qui a fluctué au travers du temps) et la mobilité des néandertaliens (telle qu'exprimée par leurs choix technologiques et cynégétiques). Nous avons remarqué que les stades 5 et 6 sont représentés exclusivement par le Levallois alors que le Discoïde Denticulé n'est présent qu'au stade 3 et que le débitage Quina est surreprésenté au stade 4 (chapitre 4, tableau XV). Toutes ces particularités archéologiques sont reconnues dans la littérature scientifique au sens large et sont donc réelles certes mais lorsqu'appliquées à une petite base de données cela apporte des contraintes d'analyses surtout puisque notre but est d'étudier le choix technologique. Cependant, en posant l'hypothèse que la nature des liens entre les trois dimensions de notre étude demeure la même sur l'horizon temporel considéré, l'emploi de coefficients associés à la mobilité offre des opportunités d'interprétation.

### 5.1 Interprétation

Notre interprétation des résultats présentés au chapitre 4 vise à tester notre hypothèse de recherche et se déroulera en deux temps :

- 1) Nous aborderons la question de l'existence d'un lien entre le choix technologique et nos variables prédictrices; notamment le climat et le choix cynégétique (hypothèse de Delagnes et Rendu);

- 2) Nous testerons la robustesse de ce lien dans l'espace géographique et temporel couvert par notre étude;

### **5.1.1 Sur le lien entre le choix technologique et les variables prédictrices; notamment le climat et le choix cynégétique**

En faisant appel aux dimensions cynégétique, climatique (ou chronologique) et technologique de nos données nous pouvons déceler le signal d'une relation entre le choix technologique et le choix cynégétique. Les tableaux XX et XXI présentent la répartition des techno-complexes selon les quartiles des variables *Faune3* et *Faune1* lorsqu'appliqué aux 4 stades isotopiques à l'étude et les tableaux XXII et XXIII présentent cette répartition seulement pour le stade isotopique 3. Un coup d'œil rapide permet de déceler une tendance où les techno-complexes aux caractéristiques mobiles plus importantes sont préférentiellement associés aux faunes qui présentent un plus fort profil de mobilité. Ce constat est réflété dans les tableaux des corrélations de Spearman (annexe 4) que nous avons obtenues et va également dans le même sens que l'hypothèse de Delagnes et Rendu (2011). Le test de chi-carré permet de confirmer que la relation perçue est réelle et démontre clairement l'association pour l'ensemble des stades mais également, quoique de façon plus nuancée, sur une échelle de temps plus restreinte (stade 3 avec *Faune1*). Nos coefficients ont donc pu mener à la démonstration statistique de ce que Delagnes et Rendu ont été en mesure d'interpréter de façon qualitative. Il appert donc que le choix de techno-complexe ait pu être influencé par le degré de mobilité des proies, à son tour associée au climat. L'avantage des coefficients est de permettre l'usage de tests statistiques simples pour confirmer que la répartition des techno-complexes en fonction de la mobilité des proies n'est pas aléatoire.

Globalement, compte tenu de la mobilité des faunes chassées, nous interprétons ces tableaux comme des indices d'une mobilité mixte avec forte prédominance de mobilité plus restreinte pour les stades isotopiques plus chauds en termes relatifs (stades 5 et 6) et une fréquence plus élevée de mobilité accrue pour les stades plus froids en termes relatifs (stades 3 et 4).

Les figures 15 et 16 illustrent les mêmes concepts. Nous sommes en mesure de visualiser les sites de chasse spécialisée (ou du moins où la dominance d'une espèce est au

déjà d'un seuil arbitrairement défini de 70%). Les espèces mobiles sont associées au Quina (renne) et Discoïde Denticulé (bison) et que le Levallois est associé à une espèce moins mobile, le cerf élaphe. Les sites MTA de la base de données ne présentent pas de profil de spécialisation. Ces graphiques permettent de visualiser une mobilité plus restreinte pour les chasses spécialisées associées au Levallois, un techno-complexe moins mobile, et une mobilité accrue pour les chasses spécialisées associées au Quina ainsi qu'au Discoïde Denticulé, les deux techno-complexes aux propriétés les plus mobiles.

Les représentations tridimensionnelles supportent également la notion d'un lien entre le choix technologique et le choix cynégétique. Nous avons produit la figure 17 en faisant appel aux variables sélectionnées qui sont apparues comme les plus faciles à visualiser en trois dimensions. Dans cette figure le climat est représenté par *Clim10* (valeurs normalisées de la base de données GRIP ayant comme limites temporelles les datations des stades isotopiques) pour permettre une meilleure visualisation de la position relative des divers stades isotopiques du plus froid (stade 4) au plus chaud (stade 5). Avec cette figure nous sommes en mesure de noter que dans l'ensemble la mobilité de la faune telle qu'évaluée par notre indice faunique a tendance à augmenter avec le refroidissement du climat et, à l'inverse, que les proies les moins mobiles en terme relatif se retrouvent principalement dans les registres zoo-archéologiques associés à un climat plus tempéré ce qui influence le choix de technologie lithique quelque peu. L'usage de *Lith4* (qui fait appel à une grille d'évaluation de la mobilité plus fine pour ce qui a trait à la production Levallois) sur l'axe des y facilite ici la visualisation de l'interaction des données technologiques et cynégétiques et nous notons une tendance nette à l'apparition des techno-complexes plus mobiles au cours des périodes plus froides (stade 4 et 3).

La figure 18 présente les interactions entre *Lith1* (variable sur l'axe des z : établie par l'application directe de l'hypothèse de Delagnes et Rendu (2011)) et *Clim8* (sur l'axe des x : coefficient associé au maximum de température rapporté par Guiot et al., (1989)) et *Faune1* (sur l'axe des y : coefficient établi par le pourcentage de l'espèce principal présente dans le registre zoo-archéologique). Dans ce cas précis la relation « z comme fonction du plan formé par la relation entre x,y » est :  $Lith1 = (-1,030 \times Clim8) + (0,520 \times Faune1) + 0,889$  ( $R^2$ (ajusté) = 0,45) Nous sommes en mesure d'y constater les relations inverses entre la technologie et le climat ainsi qu'entre la mobilité de la faune et le climat. Nous y constatons également la

relation directe entre la mobilité des technologies et la mobilité de la faune (hypothèse de Delagnes et Rendu). La figure 18 permet de visualiser la grande variabilité du coefficient *Lith1* que nous retrouvons dès le stade 4 mais particulièrement au stade 3. Cette variabilité lithique accrue se présente, entre autre, comme la pente du plan formé par cette relation. Les points isolés du plan formé par la relation que nous retrouvons vers l'avant du graphique sont en fait la persistance de l'usage du Levallois dans certains niveaux d'occupation associés au stade 4 alors que les points situés au maximum de l'échelle de *Lith1* représentent le débitage Quina des stades 4 et 3.

En faisant appel aux variables *CHRONO* et *DOMINANT* les résultats des analyses multivariées sont plus nuancées (tableaux XXIV et XXV et annexe 7). Le choix technologique est lié à la mobilité des proies car celui-ci affecte la stratégie de chasse telle qu'exprimée par le %NISP (*DOMINANT*) (la chasse saisonnière de faunes migrateurs étant indiquée par la dominance d'un taxon dans le tableau de chasse). Néanmoins la variable *Faune1* apparaît comme prédicteur dans les quatre itérations du modèle AIC (voir discussion ci-dessous) qui précèdent l'établissement des équations finales pour *Lith1* et *Lith4*, une indication que la mobilité des proies aurait joué un rôle même si il apparaît ici comme secondaire.

Au final ces résultats pointent vers un lien entre le choix technologique, le climat et le choix cynégétique et conforte dans l'ensemble l'hypothèse de Delagnes et Rendu bien que les analyses multivariées viennent nuancer ces conclusions.

Le modèle explicatif qui se dégage des analyses multivariées est le suivant :

$$Lith1 = (-0,0053 \times CHRONO) + (-1,0156 \times Clim10) + (0,7890 \times DOMINANT) + 0,6261$$

(R<sup>2</sup>(ajusté) = 0,49)

C'est-à-dire que le choix technologique serait influencé par l'ordre chronologique des sites, par le climat dominant exprimé par notre coefficient *Clim10* et enfin par le choix cynégétique (*DOMINANT*, ou %NISP) qui est un reflet indirect de la faune présente et de sa mobilité (la chasse spécialisée étant corrélée avec les taxons migrateurs comme le bison et le renne). Globalement, 49% de la variabilité dans le choix technologique serait expliqué par la conjonction de ces trois variables prédictives. Il appert donc que nos résultats sont influencés par la chronologie des sites ainsi que le climat, et puis par le choix cynégétique (influencé à

son tour par le climat) (l'annexe 10 présente l'interprétation sommaire des résultats AIC pour *Lith1* et *Lith4*).

Le climat global a été relativement froid aux stades 6, 5a-d, 4 et 3, très tempéré au stade 5e, et a grandement varié au cours du stade 3. Si nous nous limitons aux résultats de l'analyse globale (stades 6 à 3), la chronologie, le climat et la mobilité des proies seraient donc en mesure d'expliquer 49% de la variabilité technologique, ce qui supporterait notre hypothèse de recherche ainsi que l'hypothèse de Delagnes et Rendu.

Cependant ces conclusions nous apparaissent hâtives. En effet, lorsque l'on ne considère que les stades 4 et 3 (stades aux cours desquels toutes les industries lithiques sont représentées) notre meilleur modèle indique que seul le choix cynégétique (dominance ou %NISP) prédit le choix technologique (exprimé par *Lith1*) mais le taux de variabilité dans le choix technologique expliqué dans le modèle est très faible (~15%). Nonobstant que notre méthodologie n'ait pas été en mesure de déceler clairement les fluctuations climatiques due aux plages temporelles associées aux datations des niveaux d'occupation, nous ne pouvons exclure que les fluctuations climatiques au cours du stade 3 aient pu résulter en des adaptations technologiques; ce qui se refléterait dans les figures 17 et 18.

Le fait que la variable *CHRONO* et que les variables climatiques *Clim10* et *Clim8* ne puissent tenir que deux valeurs distinctes pour ces deux stades n'est pas étranger à ces résultats qui ne sont pas porteurs de sens. Cette tentative n'apporte malheureusement rien de plus aux constats que nous avons tirés jusqu'à maintenant. Ces équations ne permettent pas de déceler une quelconque influence culturelle et/ou climatique et nous interprétons ces résultats comme le reflet des limites inhérentes à de notre méthodologie.

Nous avons en effet soulevé au chapitre 3 que nos coefficients pouvaient potentiellement masquer le simple passage du temps comme modulateur du comportement de Neandertal tel qu'il s'exprime par ses choix technologiques, la composante culturelle donc (qui n'est pas complètement isolée du facteur précédent), où Néandertal aurait développé le savoir associé aux divers techno-complexes au fil du temps. Ses connaissances en ce domaine se seraient accrues et communiquées et cette réalité expliquerait potentiellement un partie importante de la variabilité que nous observons.



La composante chronologique peut être interprétée comme un incubateur de connaissances. De cette façon la chronologie devient la séquence d'apparition des techno-complexes (figure 4). La dominance du Levallois aux stades 6 puis 5, l'apparition du Quina au stade 4 puis l'apparition progressive du MTA et du Discoïde Denticulé vers la fin du stade 4 et/ou le début du stade 3. La question est de savoir si la réponse technologique est directement liée au climat ou si elle passe par l'intermédiaire culturel. Nos résultats confortent davantage la seconde option.

### **5.1.2 Sur la robustesse du lien dans l'espace et le temps**

Une autre façon d'aborder la complexité de nos données et d'appréhender l'importance relative ainsi que l'interdépendance de toutes les variables en présence est de procéder à des analyses d'agglomérats. Ce type de test permet de mettre en relation les niveaux d'occupation en tenant compte des diverses facettes de mobilité cynégétiques et technologiques ainsi que les questions climatiques et chronologiques. Nous avons donc fait appel à la méthode Ward visant l'identification de structures sous-jacentes dans nos données. Les dendrogrammes décrits au chapitre 4 et interprétés ci-dessous furent obtenus à partir des données du tableau XXVI.

#### *Dendrogramme de la figure 19*

Il appert que les niveaux d'occupation Quina sont rapidement regroupés selon les stades isotopiques puis selon les faunes mobiles (renne) et les faunes à plus faible mobilité (cheval). Suivent les niveaux d'occupation Levallois rapidement regroupés selon les stades isotopiques puis selon les faunes à plus faible mobilité (cerf élaphe) et les faunes mobiles (renne). Les niveaux d'occupation MTA et Discoïde Denticulé sont regroupés ensemble, d'abord les sites au %NISP élevé qui présentent une faune mobile (bison) puis ceux avec les faunes de plus faible mobilité (cerf élaphe et cheval).

L'image est donc claire. Les techno-complexes guident les premières convergences selon les stades isotopiques (indicateur de climat ou de chronologie). S'en suit rapidement des agglomérats associés aux types de faunes (à grande ou faible mobilité). Les techno-complexes qui présentent des caractéristiques associées à la mobilité accrue sont préférentiellement agglomérés aux faunes plus mobiles et vice-versa (hypothèse de Delagnes et Rendu). Ce test de Ward n'a pas mené au regroupement des sites identifiés comme des «camps de base» de la

base de données de Delagnes et Rendu mais a mené au regroupement des sites d'abattage. Sur ce dernier point, nous proposons une investigation plus approfondie du niveau d'occupation k du site Les Fieux. De par sa position dans le dendrogramme, une attribution comme site d'abattage serait envisageable. Le test de sensibilité réalisé sur ce dendrogramme (annexe 8) démontre la robustesse de ce dernier. N'exhibant que des différences subtiles entre les agglomérats cette analyse conforte les conclusions que nous en tirons. Ces résultats sont consistants avec les résultats de nos régressions, qui semblent indiquer que l'ordre chronologique, suivi de loin par le degré de spécialisation de la chasse, expliquent une partie du choix technologique (mais que d'autres facteurs, qui ne sont pas considérés dans nos analyses, sont présents).

#### *Dendrogramme de la figure 20*

Le dendrogramme de la figure 20 fut généré à partir des données du tableau XXVI issues des stades isotopiques 4 et 3 exclusivement.

Il appert que l'élément dominant des convergences qui guident ces séquences trouve à sa source les techno-complexes qui séparent cette fois le dendrogramme en plusieurs sous éléments. Du côté gauche les sites Quina et de l'autre les trois autres techno-complexes agglomérés sur la base de la mobilité des faunes. Les convergences des plus bas niveaux et donc les plus pertinentes semblent ici moins définies par les stades isotopiques que par la mobilité des faunes. Au final on retrouve encore le lien entre les caractéristiques de mobilité des techno-complexes et la mobilité des faunes (hypothèse de Delagnes et Rendu). Notons qu'ici également le test a mené au regroupement des sites d'abattage identifiés dans la base de données de Delagnes et Rendu (incluant le niveau d'occupation k du site Les Fieux). Le test de sensibilité réalisé sur ce dendrogramme (annexe 9) démontre la robustesse de ce dernier. N'exhibant que des différences subtiles entre les agglomérats cette analyse conforte les conclusions que nous en tirons.

Ces deux dendrogrammes et leurs tests de sensibilité respectifs présentent l'existence d'un lien entre le choix technologique et le choix cynégétique au niveau des espaces géographique et temporel considérés dans le cadre de ce mémoire. Ce lien est présent pour les données issues des stades 4 et 3 et existe également lorsque l'ensemble des données sont

considérées mais apparaît alors modulé par le climat et/ou la chronologie. L'agglomération des sites d'abattage identifiés par Delagnes et Rendu dans les deux cas conforte leur hypothèse et la validité de nos coefficients mais pointe également vers l'importance du type de chasse telle qu'exprimée par le %NISP dans l'établissement des agglomérats.

#### 5.1.4 Sur le bilan

Au final, les résultats de l'ensemble des analyses multivariées montrent que lorsque les *Clim* sont représentatifs des températures plus froides on retrouve surtout une faune plus mobile en terme relatif, notamment le renne. À ce chapitre nous avons souligné que la mobilité associée à la chasse de faunes migratrices tel le renne était accrue et que dans le cas de certains des niveaux d'occupation à l'étude, le comportement de prédation présentait un profil spécialiste. Ce comportement serait associé au débitage Quina. Les *Clim* représentatifs de températures plus modérées ont pour leur part tendance à être associés aux espèces à mobilités plus réduites. Nous avons alors souligné la possibilité que la mobilité de ces chasses fût plus restreinte et que, dans la plupart des niveaux d'occupation à l'étude, le comportement de prédation présentait un profil généraliste associé au Levallois et au MTA et que, dans le cas des profils spécialistes, on retrouvait le Levallois associé à une faune de mobilité réduite tel le cerf élaphe. Dans le cas des faunes mobiles en contexte climatique modéré, par contre, l'occupation du territoire suggère une mobilité accrue, comportement associé à l'usage du débitage Discoïde Denticulé (figures 21 et 22).

Ces conclusions générales vont dans le sens de l'hypothèse de Delagnes et Rendu et permettent d'entrevoir une composante climatique dans le choix technologique. Le choix ultimement lié aux types de chasses, elles-mêmes liées aux proies retrouvées dans les environnements correspondants aux divers stades isotopiques. Cependant les analyses multivariées présentent la culture (représentée par la variable *CHRONO*) comme motivateur principal dans les choix technologiques. La notion de déclencheur environnemental et la réponse culturelle qui s'en serait suivie semblent expliquer le choix technologique dans le contexte de la multiplication des savoirs apparue vers la fin du stade 4.

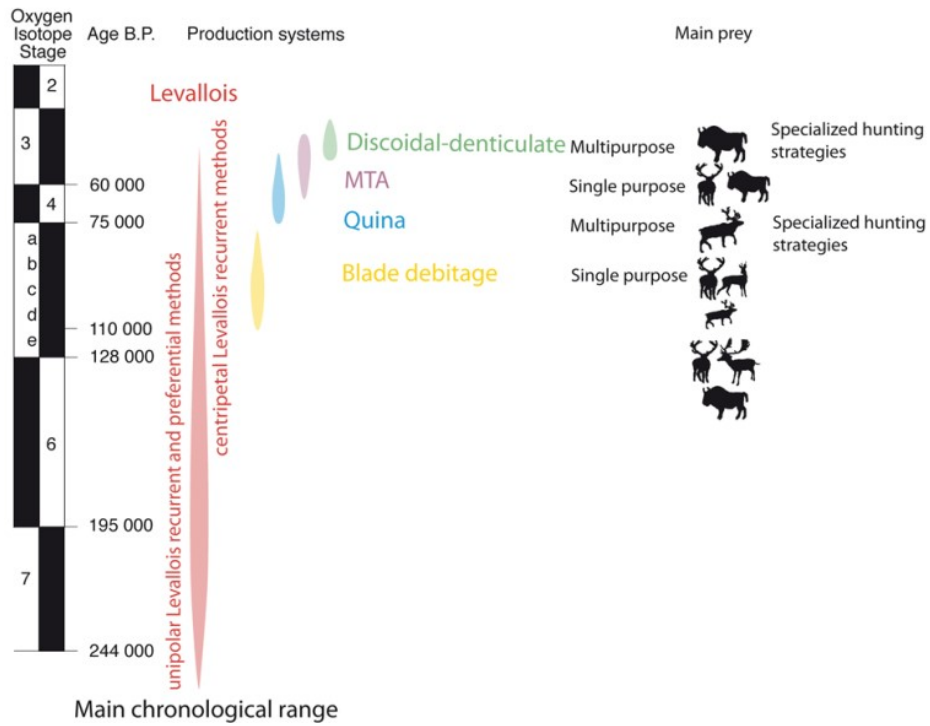


Figure 21. Chronologie des techno-complexes et faunes associées (tiré de Rendu et al., 2016 avec autorisation de W. Rendu)

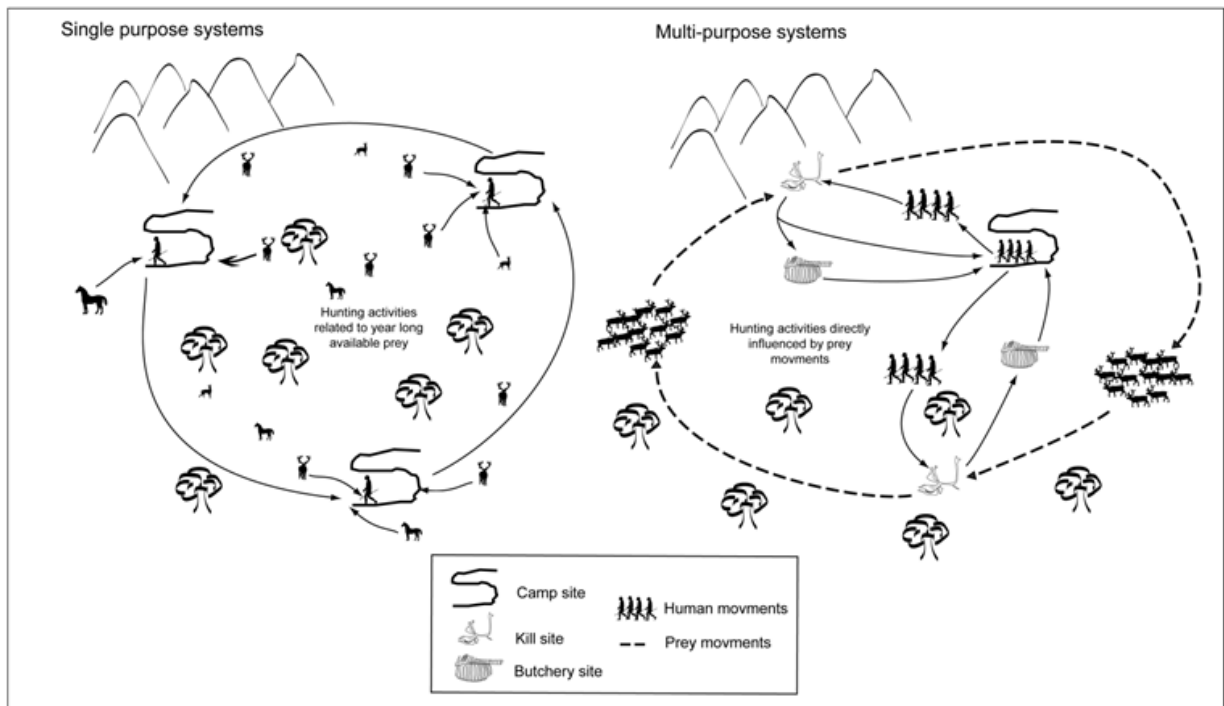


Figure 22. Type de mobilité associée à Néandertal en accord avec les propriétés intrinsèques des techno-complexes dans le sud-ouest de la France. (tiré de Rendu et al., 2016 avec autorisation de W. Rendu)

Des publications récentes ont livré des résultats qui vont à l'encontre de l'hypothèse de Delagnes et Rendu. Faivre et al., (2014) se sont penchés en autres sur le site de Combe-Grenal pour y retracer l'évolution des industries lithiques retrouvées au fil des stades isotopiques. Ils concluent que le techno-complexe Levallois était associé à du matériel lithique provenant de sources plus éloignées que le Discoïde Denticulé mais moins éloignées que le techno-complexe Quina. Vu sous cet angle le Levallois est associé à une plus grande mobilité. Picin et Carbonell (2016) se sont penchés sur l'exploitation du chert autour du site Abric Romaní en Ibérie. Ils concluent également que le Levallois faisait appel à du matériel lithique plus éloigné du site que la production discoïdale. Cette étude est cependant limitée dans le temps et l'espace avec seulement un site et deux niveaux d'occupation directement superposés. Un aspect intéressant de cette dernière étude est leur association du Levallois centripète à un

processus de mise en forme du nucléus se situant entre le Levallois préférentiel et la production discoïdale ce qui supporte notre attribution des pointages pour la variable *Lith4*. Notons ici que, compte tenu des grands contrastes dans l'accès et la qualité du matériel lithique retrouvés dans le grand bassin Aquitain, Delagnes et Rendu (2011) n'ont pas tenu compte de cette variable dans le cadre de leurs travaux.

Plutôt que l'approche traditionnelle qui met l'emphase sur la forme et les fonctions des outils, des études sur le paléolithique à Latium en Italie réalisées par Stiner (1994) ont adopté une perspective économique aux changements dans les technologies lithiques au travers du temps. Les outils retrouvés à Latium sont plus petits que les outils moustériens classiques du sud-ouest de la France. Cette différence est attribuée à la rareté des ressources lithiques (Stiner, 1994, pp. 31-33; Kuhn, 1995, pp. 44-54). Il semble y avoir dans cette région une forte correspondance entre les stratégies de collecte (foraging) et les artefacts retrouvés ce qui va dans le sens des résultats de notre étude et qui, au final, sous-entend différentes approches pour acquérir les ressources dans le temps et dans l'espace (Stiner 1994, p.382; Kuhn, 1995 p.169).

En ce qui concerne la présence des quatre techno-complexes au cours du stade 3, l'étude de Finlayson et Carrión (2007) conclue que la complexité technologique néandertalienne lors de ce stade, incluant le Châtelperronien que nous n'avons pas directement considéré dans notre étude, sont des réponses aux fluctuations rapides des conditions écologiques directement dictées par le climat qui le caractérise. L'absence de certains techno-complexes dans des régions climatiques plus stables, notamment le sud-ouest de l'Ibérie, supporterait leur point de vue.

Dans deux autres publications complémentaires, cette fois sur des sites du sud-est de la France, Daujeard et Moncel (2010) considèrent que la mobilité de Neandertal dans la vallée du Rhône était dictée entre autre par la topographie et que la variabilité des paléo-environnements ne peut expliquer les stratégies de subsistance observées. Moncel et Daujeard (2012) ont par la suite examiné la diversité des comportements techniques en y portant un regard associé à l'environnement, la chronologie et les traditions culturelles. Ils estiment alors que bien que divers facteurs aient contribué à la diversité moustérienne dans cette région, la technologie du Paléolithique moyen y aurait été d'abord une question culturelle.

Ces études ouvrent la porte aux réelles différences entre les régions, les sites et les stades isotopiques. L'étendue géographique et temporelle doit être prise en considération. Des variations à l'échelle locale sont réelles mais la tendance au niveau macroscopique demeure territoire à débats. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

## **5.2 Précisions des données – Quatre avenues à envisager**

Rappelons ici notre hypothèse de recherche : la mobilité de Néandertal, telle que définie par ses choix technologiques et cynégétiques (Delagnes et Rendu, 2011), est une réponse aux variations climatiques.

Nous sommes en mesure d'expliquer approximativement 40 à 50% de la variabilité du choix technologique au cours des stades isotopiques 6 à 3 à l'aide de trois des variables prédictives que nous avons retenues dans le cadre de ce mémoire, soit *CHRONO*, *Clim10* et *DOMINANT*. Par contre, en nous limitant aux stades isotopiques 3 et 4, pour lesquels tous les choix technologiques étaient possibles, nous ne constatons pas de relations entre nos prédicteurs et le choix technologique (mis à part une relation faible avec le choix cynégétique), une indication des limites de notre méthodologie. Être en mesure d'expliquer 40% de la variabilité d'un comportement qui date de plus de 100,000 ans est prometteur mais il est clair que d'autres facteurs doivent être considérés si nous souhaitons améliorer ces résultats. Il faut toutefois garder à l'esprit que nous sommes loin des conditions de laboratoires où des équations mathématiques sont dérivées à partir de paramètres contrôlés. Néanmoins nos résultats permettent une visualisation de l'augmentation des connaissances en production lithique au fil du temps. Ce bagage culturel de plus en plus présent offrait des choix à Neandertal, lesquels choix lui permettaient de mieux s'adapter aux conditions particulières retrouvées à un endroit et à un moment précis. La mobilité faisait partie de son mode de subsistance et cette mobilité aurait non seulement été modulée principalement par ses choix culturels au sens technologique du terme mais aussi par l'environnement (le climat) et ses préférences de prédation. En adoptant certains modes de production lithique plutôt que d'autres il répondait à des besoins de mobilité associés à sa subsistance.

Il manque donc une partie de l'équation pour expliquer la totalité de la variabilité lithique. Il existe des facteurs complémentaires en lien avec la précision des données qui, si ils faisaient l'objet d'études, contribueraient à mieux cerner la liaison entre les aspects de mobilité en lien avec les technologies, la culture et le climat. Ces facteurs complémentaires peuvent être regroupés sous 4 catégories :

1) Manque de précision des données quantitatives (climatiques).

Pour contrer cette difficulté nous pouvons envisager de faire appel à d'autres variables comme proxy du climat comme les précipitations et la température locale telles qu'estimées par la modélisation. La combinaison de plusieurs sources d'information ouvrirait la porte à de meilleures estimations des conditions climatiques passées. Cependant le traitement statistique éventuel de ces informations provenant de diverses sources présenterait un défi particulier.

2) Manque de précision sur les plages temporelles associées aux niveaux d'occupation.

Les efforts de modélisation soulignés ci-dessus peuvent également contribuer à raffiner les plages temporelles considérées en tenant compte d'autres paramètres de nature biologique qui sont en réaction au climat comme la microfaune et les pollens. Par contre la nature et la durée du décalage entre les changements climatiques et les réponses biologiques correspondantes sont elles-mêmes source d'imprécisions. Une façon plus directe de réduire les plages temporelles est l'accès à de nouvelles mesures en lien avec la datation des niveaux d'occupation à l'étude. Il s'agit ici d'un effort de longue haleine et onéreux car il implique de revisiter d'anciennes collections ou d'effectuer de nouvelles fouilles.

3) Identifier d'autres propriétés associées aux technologies lithiques et qui affectent la mobilité.

Il s'agirait ici de raffiner la définition des techno-complexes retrouvés dans le sud-ouest de la France pour y inclure la notion de technologie hybride. Un peu à l'image de ce que nous avons tenté de faire avec la production Levallois dans le cadre de ce mémoire. Le défi sera lié entre autre à la taphonomie en ce sens que le matériel lithique associé aux divers niveaux d'occupation est en fait un palimpseste d'activités diverses de taille qui ont pu être séquentielles ou contemporaines. Le temps écoulé rend difficile la tâche de retracer de façon



précise les choix technologiques d'alors. L'objectif serait de subdiviser les techno-complexes ou d'ajouter de nouvelles définitions.

Une deuxième avenue de recherche s'impose également pour explorer davantage les qualités intrinsèques des choix technologiques en lien avec la mobilité. Delagnes et Rendu ont exploré trois de ces qualités : complexité de mise en forme du nucléus, versatilité des supports et durée de vie des outils. Il s'agirait de raffiner davantage la figure 12 et d'explorer d'autres qualités. Celles-ci possiblement liées à la qualité de la matière première ou à son accès par exemple.

- 4) Identifier d'autres propriétés associées aux stratégies cynégétiques et qui affectent la mobilité.

Il s'agit ici d'études associées à l'éthologie. Effectuer des simulations sur l'abondance relative des espèces selon le climat et tenter d'appréhender les notions de distances parcourues (ou de la nature des déplacements *sensu* de Binford (1978;1980)) et de probabilité de succès d'acquisition de proies. En comparant les probabilités de succès théoriques d'acquisition de proies aux diverses espèces retrouvées en contexte zoo-archéologique il serait possible de voir si il est effectivement approprié d'utiliser le profil zoo-archéologique comme proxy de la mobilité. Nous avons également souligné l'intérêt de prendre en considération les profils fauniques complets tant en termes relatifs qu'absolus.

### **5.3 Projets de recherche à privilégier**

Maintenant qu'il a été établi qu'une relation mathématique permet de décrire en partie le choix technologique de Néandertal en termes de mobilité nous sommes en mesure de proposer des pistes de recherches futures. Nous avons indiqué que le principal défi à relever pour définir plus clairement la relation entre le climat et la mobilité était d'obtenir une meilleure précision des données quantitatives et qualitatives. À partir des propositions de ce mémoire il est également d'intérêt de prendre en considération les caractères géographique et temporel de notre étude et de proposer des projets spécifiques à explorer simultanément ou de

façon séquentielle afin d'élargir le savoir sur la question de la relation entre climat, la culture et la mobilité.

*Restreindre l'espace géographique et maintenir l'espace temporel*

Appliquer le protocole d'analyse de ce mémoire à un site à longue stratigraphie (couvrant les stades isotopiques 6 à 3) et passer en revue toutes les informations archéologiques pertinentes. Il s'agirait de tester l'approche à une micro-échelle ce qui aurait comme avantage d'éliminer certains des facteurs externes qui ont pu jouer un rôle dans la détection de notre signal au niveau du sud-ouest de la France. On peut penser à la topographie, à l'accès à la matière première, à la température ambiante locale, à la présence relative des diverses espèces, etc. Les sites de Combe-Grenal ou de la Grotte Vaufrey seraient de bons candidats (cette approche est apparentée à l'étude de Picin et Carbonell (2016) sur le site d'Abri Romaní).

*Restreindre l'espace temporel et maintenir l'espace géographique*

Appliquer le protocole d'analyse de ce mémoire sur une échelle de temps plus restreinte qui offrirait des résolutions temporelles plus intéressantes et ce afin de faciliter la détection du signal d'une relation entre la mobilité et le climat. Le stade isotopique 3 serait à privilégier avec un plus grand nombre de sites et des conditions climatiques changeantes marquées par des événements d'Heinrich. On parle donc ici de conserver l'échelle géographique originale et de restreindre l'échelle temporelle. Cette approche tâcherait en outre à résoudre la question du choix technologique qui s'est manifesté davantage lors de ce stade isotopique. Il serait également d'un grand intérêt d'étudier le type de relations climat/mobilité obtenues plus spécifiquement au Paléolithique supérieur qui offre de meilleures informations climatiques, technologiques et cynégétiques. Il serait ainsi théoriquement possible de percevoir des différences potentiellement subtiles entre les mobilités de Néandertal et de Sapiens. L'inclusion d'informations associées aux sources de matières premières (localisation et qualité) présenterait un intérêt particulier ici.

*Restreindre à la fois les espaces géographique et temporel*

Appliquer le protocole d'analyse de ce mémoire sur des échelles géographiques et temporelles plus restreintes. Un site bien fouillé qui offre une stratigraphie fine au stade 3. Ici

aussi Combe-Grenal offrirait plusieurs avantages. La détection d'un signal à cette échelle offre une avenue intéressante de recherche puisque la détection d'un signal pourrait ici mener à la généralisation du comportement et une clarification des choix technologiques au stade 3.

*Élargir l'espace géographique et maintenir l'espace temporel sous des conditions climatiques comparables*

Effectuer le même type d'étude en ajoutant des sites néandertaliens du sud-ouest de la France. En augmentant ainsi la dimension de la base de données des études statistiques encore plus robustes pourraient être produites. Il serait également d'intérêt de comparer les résultats de ce mémoire à ceux obtenus d'une étude comparable appliquée cette fois à certains sites du sud-est de la France où des chercheurs n'ont pas jusqu'à maintenant été en mesure de détecter une relation entre la mobilité et les choix technologiques, associant plutôt ces choix aux questions culturelles (Moncel et Daujeard, 2012). Une comparaison entre le sud-ouest et le sud-est de la France serait d'un grand intérêt et ouvrirait potentiellement de nouveau la porte aux interprétations complémentaires de «nature» versus «culture» puisque les conditions climatiques retrouvées au cours du Pléistocène récent y sont comparables.

*Élargir l'espace géographique et maintenir l'espace temporel sous des conditions climatiques différentes*

Faire le saut vers l'inconnu et appliquer le protocole de ce mémoire à une autre région soumise à des conditions climatiques fort différentes de celles retrouvées dans le sud-ouest de la France. L'Ibérie se présente ici comme une option de choix. L'occupation par Néandertal y est continue du stade 6 au stade 3. On y retrouve bon nombre de sites à longues stratigraphies, et le régime de précipitation plutôt que la température ambiante est susceptible de représenter le paramètre climatique déterminant. Des résultats similaires et concluants porteraient à croire à une règle générale de comportement alors que des résultats non concluants démontreraient les limites de la méthode.

*Valider nos équations*

L'objectif premier de toutes recherches subséquentes quelle qu'en soit l'étendue géographique et/ou temporelle devrait être de valider, de bonifier et/ou d'invalider les équations dérivées dans le cadre de ce mémoire. Pour ce faire il est nécessaire d'appliquer nos

conclusions à des études complémentaires qui rapportent avec suffisamment de détails pour des niveaux d'occupation bien définis 1) la nature des méthodes de débitages qu'ont y retrouvent, 2) au minimum l'espèce dominante associée aux activités de Néandertal et le % NISP correspondant, 3) une plage temporelle la plus précise possible.

Nous avons dressé une liste sommaire de travaux récents qui offrent un potentiel intéressant à cet égard. C'est ainsi que l'étude de Daujeard et al., (2014) sur les retoucheurs au sud-est de la France présente des niveaux d'occupation, des plages temporelles et des données fauniques. Si les auteurs ont en leur possession les informations sur les méthodes de débitage une validation serait alors possible. L'étude de Ruebens (2013) sur la variabilité de l'outillage en Europe de l'Ouest offre des niveaux d'occupation, des plages temporelles, des méthodes de débitage. Il n'y manque que l'information faunique pour réaliser des tests. L'étude de Moncel et Daujeard (2012) sur le sud-est de la France présente un survol des trois types d'information requises mais n'ont pas publié assez de détails pour procéder à un test de validité. L'étude de Monnier et Missal (2014) sur des sites d'Europe de l'ouest a pour sa part un fort potentiel. Les techniques de débitage y sont répertoriées pour des niveaux d'occupation avec des plages temporelles. Il n'y manque que les informations cynégétiques. L'étude de Morin et al., (2014) fournit d'importantes informations sur les techno-complexes et les faunes pour de nombreux niveaux d'occupation sans publier les datations correspondantes. Finalement l'étude de Wisniewski (2014) sur le Levallois en Europe centrale présente des informations particulièrement pertinentes pour la détermination de *Lith4* malgré le fait que la publication soit axée principalement sur le début du paléolithique moyen et qu'il y ait absence de données fauniques.

Toutes ces études offrent donc un potentiel intéressant pour procéder à la validation de nos équations ou pour raffiner les conclusions de nos travaux.

## Conclusion

Au terme de notre démarche exploratoire visant à déceler une relation empirique entre le climat et la mobilité de Néandertal telle qu'elle s'exprime par ses choix technologiques et cynégétiques nous sommes en mesure d'estimer l'apport relatif de certains paramètres à cette relation.

Notons d'abord que notre cheminement a démontré l'intérêt de faire appel à des coefficients pour assurer le passage des données de nature qualitative aux données de nature quantitative, passage nécessaire à la détection et l'éventuelle mesure de la relation recherchée. Les travaux de Delagnes et Rendu (2011) et leur descriptif des qualités intrinsèques des techno-complexes en lien avec la mobilité ont été la pierre angulaire de l'établissement des coefficients technologiques. Notre méthodologie n'a cependant pas été en mesure de déceler un signal clair quant à l'importance relative des trois qualités intrinsèques considérées et supporte davantage l'usage de variables technologiques simples (*Lith1* ou *Lith4*). Le registre zoo-archéologique des niveaux d'occupation considérés et l'éthologie des espèces en termes de leurs mobilités géographiques ont servi à l'élaboration des coefficients cynégétiques, le reflet du comportement de prédation de Néandertal. Malgré leur simplicité les variables *Faune1*, *Faune3* et *DOMINANT* ont permis d'appréhender la nature de la mobilité des groupes néandertaliens. Paradoxalement les coefficients climatiques, basés au départ sur des informations quantitatives, ont été les plus difficiles à établir principalement parce que les plages temporelles à considérer se sont avérées trop larges. L'imprécision ne se présente pas ici au niveau du proxy isotopique mais plutôt au niveau des datations. Au final le potentiel de détection du signal climatique s'en est donc trouvé grandement diminué.

Les résultats de nos travaux confortent tout de même l'hypothèse de Delagnes et Rendu (2011) en identifiant l'existence d'une relation entre les techno-complexes présentant des qualités intrinsèques propres à une mobilité accrue et les faunes présentant une occupation de plus vastes territoires et donc une mobilité plus importante. Les débitages Quina et Discoïde Denticulé, les deux techno-complexes identifiés comme présentant le plus fort potentiel de mobilité, sont clairement associés au renne et au bison, les deux espèces les plus mobiles chassées par les néandertaliens. Le débitage Levallois, le techno-complexe identifié

comme présentant le plus faible potentiel de mobilité est clairement associé aux faunes moins mobiles comme le chevreuil, le cheval et le cerf élaphe. Le biface du MTA est apparu comme une production lithique aux qualités de mobilité hybrides qui est associée à une faune variée. Ces constats sont apparents tant dans les analyses bi-variées que dans les analyses par agglomérats (clusters). Cependant, mentionnons par ailleurs que comme ces chercheurs, ce sont des formes de mobilité distinctes en relation avec les systèmes de prédation que nous avons été en mesure de voir au travers de nos coefficients.

Les résultats tendent à démontrer une tendance vers une mobilité accrue pour des conditions climatiques plus précaires en termes relatifs (stades 4 et 3) et une mobilité plus limitée pour des conditions climatiques tempérées en termes relatifs (stades 6 et 5). Pour les chasses spécialisées nous retrouvons une mobilité restreinte associées au Levallois et une mobilité accrue pour le Quina le Discoïde Denticulé.

Alors que le débitage Levallois domine les stades isotopiques 6 et 5 et que le débitage Quina est principalement associé au stade isotopique 4, il appert que la fin du stade 4 et l'ensemble du stade 3 présentent un profil technologique beaucoup plus complexe avec la présence séquentielle et/ou contemporaine de tous les techno-complexes à l'étude. Cette réalité peut s'expliquer par l'expression des multiples connaissances techniques qui se sont accumulées et communiquées au fil du temps. Ils peuvent être le reflet de cultures différentes ou des adaptations aux conditions environnementales retrouvées dans l'espace et le temps.

Pour ce qui a trait à notre hypothèse de départ les résultats de nos analyses multivariées auront été en mesure de démontrer certes un lien entre la mobilité et le climat, mais ce lien nous apparaît comme accessoire. Le meilleur prédicteur pour le choix technologique associé à la mobilité se présente comme l'âge du niveau d'occupation. Au fil du temps Néandertal aurait cumulé les savoirs techniques et y aurait fait appel pour combler des besoins particuliers en lien avec sa subsistance et plus particulièrement sa mobilité.

Dans sa totalité notre démarche aura donc permis de distinguer l'essentiel de l'accessoire. Le partage du savoir issu de la multiplication des connaissances en taille lithique et donc, la culture, aurait vraisemblablement été le facteur déterminant et le climat y aurait joué un rôle somme toute secondaire.

## Bibliographie

- Agabriel, J., Bony, J., Micol, D., 1998. Le bison d'Amérique, élevage, production et qualité de la viande. Institut National de la Recherche Agronomique édit., 106p
- Airvaux, J, Bouchet, J.M., 1999. Le site de «Chez Pinaud» à Jonzac (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 96(4):636-638
- Airvaux J., 2004. Le site paléolithique de Chez-Pinaud à Jonzac, Charente-Maritime. Premiers résultats : études sur la coupe gauche. *Préhistoire du Sud-Ouest*, supplément n° 8, 181p
- Almeida, M., Aubry, T., Mangalo Llach, J., Neves, M.J., Peyrouse, J-B., Walter, B., 2007. Quarante ans d'études technologiques: Comment et jusqu'où aller dans la reconstitution du quotidien? In : Chasseurs-cueilleurs, S.A. de Beaume (dir). *Biblis*. CNRS Éditions, Paris. pp 37-48
- Animal Diversity Web, 2016, University of Michigan, Museum of Zoology. [http://animaldiversity.org/accounts/Equus\\_caballus/](http://animaldiversity.org/accounts/Equus_caballus/). Consulté le 29 février 2016
- Armand, D., 1998. La faune de la grotte Bourgeois-Delaunay, commune de la Chaise-de-Vouthon (Charente) : résultats préliminaires. *Paléo*. 10:77-86
- Armand, D., 2005. Le Bison du site moustérien de La Quina (Charente). In : Crégut-Bonnoure, E. (ed.), *Les Ongulés Holarctiques du Pliocène et du Pleistocène*. AFEQ, (Quaternaire; numéro 2 hors-série), Paris. pp 67-74
- Baena, J., Moncel, M\_H., Cuartero, F., Chacón Navarro, M.G., 2014 Late Middle Pleistocene genesis of Neanderthal technology in Western Europe: The case of Payre site (south-east France). *Quaternary International*. In press:1-27
- Bailey, H.P., 1960. A Method of Determining the Warmth and Temperateness of Climate. *Geografiska Annaler*. 43(1):1-16
- Balter, V., Person, A., Labourdette, N., Drucker, D., Renard, M., Vandermeersch, B., 2001. Les Néandertaliens étaient-ils essentiellement carnivores? Résultats préliminaires sur les teneurs en SR et en Ba de la paléobiocénose mammalienne de Saint-Césaire. *Compte-rendu de l'Académie des Sciences de Paris, Sciences de la Terre et des Planètes*. 332:59-65
- Bamforth, D.B. and Bleed, P., 1997. Technology Flaked Stone Technology, and Risk. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association*. 7:09-140

- Bar-Yosef, O., Kuhn, S.L., 1999. The Big Deal about Blades: Laminar Technologies and Human Evolution. *American Anthropologist*. 101(2):322-338
- Bechtel, F., Schvoerer, M., Rouanet, J.F., Gallois, B., 1979. Extension à la préhistoire, à l'océanographie et à la volcanologie de la méthode de datation par thermoluminescence. *PACT*. 3:481-492
- Binford, L.R. 1973. Interassemblage variability – the Mousterian and the «functional» argument. In: Renfrew, C. (Ed.), *The Explanation of Cultural Change: Models in Prehistory*. Duckworth, London, pp 227-254
- Binford, L.R., 1978. *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press, New-York, San Francisco, London
- Binford, L.R., 1980. Willow smoke and dog's tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity*. 45:4-20
- Binford, L.R., 1982. The archaeology of place. *Journal of Anthropological Archaeology*. 1:5-31
- Binford, L.R., 2001. *Constructing frames of reference: an analytical method for archaeological theory using ethnographic and environmental data sets*. University of California Press, 563p
- Binford, L.R., 2002a. *Constructing frames of reference: an analytical method for archaeological theory using ethnographic and environmental data sets*. *Antiquity*, 76(291):266-268
- Binford, L.R., 2002b. *In Pursuit of the Past. Decoding the Archeological Record*, Berkeley & Los Angeles, University of California Press
- Blackwell, B., Schwarcz, H.P., Debénath, A., 1983. Absolute dating of Homimids and Paleolithic artifacts of the cave of La Chaise-de-Vouthon (Charente), France. *Journal of Archaeological Science*. 10:493-513
- Blackwell, B., Schwarcz, H.P., 1998. Datation des spéléothèmes de la grotte Vaufrey par la famille de l'Uranium. In: J. Ph. Rigaud, *La Grotte de Vaufrey : paléoenvironnement, chronologie, activités humaines*. *Mémoires de la Société Préhistorique Française*. XIX:365-380
- Bocherens, H., Drucker, D.G., Billiou, D., Patou-Mathis, M., Vandermeersch, B., 2005. Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: review and use of a multi-source mixing model. *Journal of Human Evolution*. 49:71-87



- Boëda, E., 1988. Le concept luminaire: Rupture et filiation avec le concept Levallois. In : L'homme de Néandertal, vol.8 : La mutation. Liège (collection Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège). pp. 41-59
- Boëda, E., Geneste, J-M., Meignen, L., 1990. Identification de chaînes opératoires lithiques du Paléolithique ancien et moyen. *Paléo*. 2:43-80
- Boëda, E., 1993. Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète. *Bulletin de la Société préhistorique française*. 90(6):392-404
- Boëda, E., 1994. Le concept Levallois: variabilité des méthodes. Monographie du CRA, 9. CNRS Éditions, Paris. 280p
- Boëda, E., 1995. Levallois : a Volumetric Construction, Methods, a Technique. In : Dibble H.L., Bar-Yossef O. (Dir), The definition and Interpretation of Levallois Technology. Madison (Prehistory Press Monographs in World Archaeology, 23). pp 41-68
- Boëda, E., 2013. Techno-logique & Technologie: Une Paléo-histoire des objets lithiques tranchants. @rchéo-éditions, Préhistoire au Présent. Institut Universitaire de France et Université Paris Ouest Nanterre La Défense. 259p
- Borcard, D., 2016. La corrélation. Département de sciences biologiques, cours BIO-2042. Université de Montréal. <http://biol09.biol.umontreal.ca/BIO2042/Correlation.pdf>  
Consulté le 8 avril 2016.
- Bordes, F., 1953. Essai de Classification des industries «moustériennes». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 50:457-467
- Bordes, F., 1961. Mousterian cultures in France. *Science*. 134:803-810
- Bordes, F, de Sonneville-Bordes, D., 1970. The Significance of Variability in Paleolithic Assemblages. *World Archaeology*. 2 (1):61-73
- Bordes, F., 1972. A Tale of Two Caves. Harper and Row (Eds). New-York
- Bordes, F., 1973. On the chronology and contemporaneity of different paleolithic cultures in France. In: Renfrew, C. (Ed.), The Explanation of Cultural Change: Models in Prehistory. Duckworth, London, pp 217-226
- Bordes, F., 1976. Le gisement du Pech-de-l'Azé IV. Note préliminaire. Bulletin de la Société Préhistorique Française. Études et travaux, pp 293-308
- Bordes, F., 1978. Typological variability in the Mousterian layers at Pech de l'Azé I, II and IV. *Journal of Anthropological Research*. 34:181-193

- Bourguignon, L., 1997. Le Moustérien de type Quina: nouvelle définition d'une entité technique. Thèse de Doctorat, Paris X, Nanterre
- Bourguignon, L. Turq, A., 2003. Une chaîne opératoire de débitage discoïde sur éclat du Moustérien à denticulés aquitain, les exemples de Champ Bossuet et de Combe-Grenal c14. In : Peresani, M. (Ed.), *Discoïd Lithic Technology : Advances and Implications*. Archaeopress, Oxford, pp 131-152
- Bamforth, D.B., Bleed, P., 1997. Technology, Flaked Stone Technology, and Risk. *Archaeological Papers of the American Anthropology*. 7:109-140
- Briki-Heriech, D. Duran, J.P., Saos, T., Grégoire, S., Moigne, A.M., 2005. Le gisement moustérien de la Rouquette à Puycelsi (Tarn, France) : une occupation de plein air de chasseurs de grands herbivores. In : Moline, N., Moncel, M.H., Monnier, J.L., (Eds), *Les premiers peuplements en Europe*. John and Erica Hedges Ltd., Oxford, pp.577-586. BAR; S1364.
- Brugal, J.P., David, F. Enloe, J.G., Jaubert, J. (Eds). *Le Bison: gibier et moyen de subsistance des hommes du Paléolithique aux Paléindiens des grandes plaines*. Ed. APDCA, Antibes, pp. 159-184
- Chappellaz, J., Blunier, T., Raynaud D., Barnola J.M., Schwander, J., Stauffer, B., 1993. Synchronous Changes in Atmospheric CH<sub>4</sub> and Greenland Climate between 40-Kyr and 8-Kyr Bp. *Nature*. 366:443-445
- Burke, A., 2004. Alternative models of spatial organization of Pleistocene hunter-Gatherers. In: G. Crothers (ed.) *Hunter and Gatherers in Theory and Archaeology*. Southern Illinois University. Carbondale. pp 192-210
- Burke, A., 2006. Neandertal settlement patterns in Crimea: A landscape approach. *Journal of Anthropological Archaeology*. 25:510-523
- Burke, A., 2012. Spatial abilities, cognition and pattern of Neanderthal and modern human dispersals. *Quaternary International*. 247:230-235
- Cartmill, M., Smith, F.H., 2009. *The Human Lineage. Foundations of Human Biology*. M. Cartmill, K., Brown (Eds). Wiley-Blackwell, New Jersey. 609 p
- Cavanaugh, J., E., 2012. Model selection: The Akaike Information Criterion. [http://myweb.uiowa.edu/cavaaugh/ms\\_lec\\_2\\_ho.pdf](http://myweb.uiowa.edu/cavaaugh/ms_lec_2_ho.pdf)  
Consulté le 14 mai 2016
- Champagne, F., Jaubert, J., 1979. La grotte des Fieux à Miers (Lot). Bilan de treize années de recherches. *La préhistoire de Quercy. Congrès Préhistorique de France, 20e session*. Montauban-Cahors, pp 85-104
- Champagne, F., Champagne C., Jauzon, P., Novel, P., 1990. Le site préhistorique des Fieux à Miers (lot). État de la recherche. *Gallia Préhistoire*. 32(1):1-28

- Chappellaz, J., Blunier, T., Kints, S., Dallenbach, A., Barnola, J-M., Schwander, J., Raynaud, D., Stauffer, B., 1997. Changes in the atmospheric CH<sub>4</sub> gradient between Greenland and Antarctica during the Holocene. *Journal of Geophysical Research*. 102 (D13):15987-15997
- Chase, P., 1999. Bison in the context of complex utilisation of faunal resources: a preliminary report on the Mousterian zooarchaeology of La Quina (Charente, France). In: Cochard, D., Brugal, J.P., Morin, E., Meignen, L., 2012. Evidence of small fast game exploitation in the Middle Paleolithic of Les Canalettes Aveyron, France. *Quaternary International*. 264:32-51
- Conard, N.J. (Ed.), 2001. Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age. Introductory Volume to the Series: Tübingen Publications in Prehistory. Kerns Verlag Tübingen. Germany. 609p
- Condeimi, S., 2001. Les Néandertaliens de La Chaise. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques. Paris
- Conroy, G.C., Pontzer, H., 2012. Reconstructing Human Origins: A Modern Synthesis. Norton, New York. 732 p
- Costamagno, S., Meignen, L., Beauval, C., Vandermeersch, B., Maureille, B., 2006. Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France): a mousterian reindeer hunting camp? *Journal of Anthropological Archaeology*. 25:466-484
- Couchoud, I., 2006. Étude pétrographique et isotopique de spéléothèmes du sud-ouest de la France formés en contexte archéologique, contribution à la connaissance des paléoclimats régionaux du stade isotopique 5. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux I. 323p
- Coumont, M.P., 2005. Taphonomie préhistorique: mammifères fossiles en contexte naturel, les avens pièges, apports pour l'étude des archéofaunes. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille I. Aix-en-Provence
- Crèvecoeur, I., 2015. L'histoire du site préhistorique "La Roche à Pierrot" au Paléosite de Saint-Césaire en Charente-Maritime. [https://www.youtube.com/watch?v=KSHfd\\_R2O1Q&noredirect=1](https://www.youtube.com/watch?v=KSHfd_R2O1Q&noredirect=1)  
Consulté le 8 mars 2016
- Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N.S., Hammer, C.U., Hvidberg, C.S., Steffensen, J.P., Sveinbjornsdottir, A.E., Jouzel, J., Bond, G., 1993. Evidence for general instability of past climate from 250-yr ice-core record. *Nature*. 364:218-220

- Daujeard, C., 2008. Exploitation du milieu animal par les néanderthaliens dans le sud-est de la France. Thèse de doctorat. Université Lumière – Lyon 2
- Daujeard, C., Moncel, M-H., 2010. On Neanderthal subsistence strategies and land use: A regional focus on the Rhone Valley area in southeastern France. *Journal of Anthropological Archaeology*. 29:368-391
- Deaujeard, C., Moncel, M-H., Fiore, I., Tagliacozzo, A., Bindon, P., Raynal, J-P., 2014. Middle Paleolithic bone retouchers in Southeastern France: Variability and functionality. *Quaternary International*. 326-327:492-518
- Debénath, A., 1974. Recherches sur les terrains quaternaires charentais et les industries qui leur sont associées. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux
- Debénath, A., Jelinek, A.J., 1998. Nouvelles fouilles à la Quina (Charente). Résultats préliminaires. *Gallia Préhistoire*. 40 :29-74
- Delagnes, A., 1990. Analyse technologique de la méthode de débitage de l’abri Suard (La Chaise-de-Vouthon, Charente). *Paléo*. 2 :81-88
- Delagnes A., 1992a. L’organisation de la production lithique au Paléolithique moyen. Approche technologique à partir de la Chaise-de-Vouthon (Charente). Thèse de doctorat, ERA 28. Meudon
- Delagnes, A., 1992b. Éclats à troncature inverse et enlèvements postérieurs : réflexions nouvelles autour d’un vieux débat. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 89(9):274-277
- Delagnes, A., Tournepiche, J.F., Armand, D., Desclaux, E. Diot, M.F., Ferrier, C., Le Fillatre, V., Vandermeersch, B., 1999. Le gisement Pléistocène moyen et supérieur d’Artenac (Saint-Mary, Charente) : premier bilan interdisciplinaire. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 96(4):469-496
- Delagnes, A., Feblot-Augustins, J., Meignen, L., Park, S-J., 2005. L’exploitation des silex au Paléolithique moyen dans le Bassin de la Charente: qu’est-ce qui circule, comment...et pourquoi? *Bulletin de liaison et d’information de l’Association des Archéologues de Poitou-Charentes*. 35 :15-24
- Delagnes, A., Meignen, L., 2006. Diversity of Lithic Production Systems During the Middle Paleolithic in France. Are There Any Chronological Trends? In *Transitions Before the Transition. Evolution and Stability in the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*. Hovers, E and Kuhn, S. (eds). Springer
- Delagnes, A., Jaubert, J., Meignen, L., 2007. Les technocomplexes du Paléolithique moyen en Europe occidentale dans leur cadre diachronique et géographique. In : *Les*

- néanderthaliens : biologie et cultures. Vandermeersch, B., Maureille, B., Coppens, Y. (Eds.) Documents préhistoriques 23. CTHS, Paris
- Delagnes, A., Rendu, W., 2011. Shifts in Neanderthal mobility, technology and subsistence strategies in western France. *Journal of Archaeological Science*. 38:1771-1783
- Demars, P-Y., Le Gall, O., Martin, H., 2007. Saisonnalité, mobilité et spécialisation des sites : une approche polythématique. In : Chasseurs-Cueilleurs, S.A. de Beaume (Dir). *Biblis*. CNRS Éditions, Paris. pp 99-116
- Delpech F., Donard E., Gilbert A., Guadelli J-L., Le Gall, O., Martini-Jacquin A., Paquereau, M-M., Prat F., 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. Actes du Colloque AGSO Bordeaux, *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*. 34:165-177
- Dibble, H.L., 1984. Interpreting typological variation of Middle Paleolithic scrapers: function, style, or sequence of reduction? *Journal of Field Archaeology*. 11:431-436
- Dibble, H.L., 1995. Raw Material Availability, Intensity of Utilization and Middle Paleolithic Assemblage Variability. In: Dibble, H.L., Lenoir, M. (Eds). *The Middle Paleolithic Site of Combe-capelle Bas (France)*. University of Pennsylvania, University Museum Monographs n° 91. Philadelphia, pp 289-316
- Dibble, H., McPherron, S., 1996. The missing Mousterian. *Current Anthropology*. 47:777-803
- Dibble, H.L., Rolland, N., 1992. On assemblage variability in the Middle Paleolithic of Western Europe: history, perspectives and a new synthesis. In: Dibble, H.L., Mellars, P.A. (Eds). *The Middle Paleolithic: Adaptation, Behavior, and Variability*. University of Pennsylvania, University Museum Monographs n° 72. Philadelphia, pp 1-28
- Discamps, E., Jaubert, J., Bachellerie, F., 2011. Human choices and environmental constraints: deciphering the variability of large game procurement from Mousterian to Aurignacian times (MIS 5-3) in southwestern France. *Quaternary Science Reviews*. 30:2755-2775
- Discamps, E., 2014. Ungulate biomass fluctuations endured by Middle and Early Upper Paleolithic societies (SW France, MIS 5-3): The contributions of modern analogs and cave hyena paleodemography. *Quaternary International*. 337:64-79
- Doyon, L., 2014. Préhistoire de l'ancien monde. Cours ANT-3230, Université de Montréal
- Ecker, M., Bocherens, H., Julien, M-A., Rivals, F., Raynal, J-P., Moncel, M-H., 2013. Middle Pleistocene ecology and Neanderthal subsistence: Insights from stable isotope analyses in Payre (Ardèche, southeastern France). *Journal of Human Evolution*. 65:363-373

- Encyclopedia Britannica, 2016. <http://www.britannica.com/animal/bison>.  
Consulté le 29 février 2016
- Faivre, J.P., 2008. Organisation techno-économique des systèmes de production dans le Paléolithique moyen récent du Nord-est Aquitain : Combe-Grenal et les Fieux. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, Talence
- Faivre, J-P., Discamp, E., Gravina, B., Turq, A., Guadelli, J-L, Lenoir, M., 2014. The contribution of the lithic production systems to the interpretation of Mousterian industrial variability in south-western France: The example of Combe-Grenal (Dordogne, France). *Quaternary International*. 350:227-240
- Farizy, C., David, F., Jaubert, J., 1994. Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne). Gallia Préhistoire – CNRS, Paris
- Field, A., 2000. Postgraduate Statistics: Cluster Analysis. <http://www.statisticshell.com/docs/cluster.pdf>  
Consulté le 26 avril 2016
- Finlayson, C., Carrión, J.S., 2007. Rapid ecological turnover and its impact on Neanderthal and other human populations. *Trends in Ecology & Evolution*. 22(4):213-222
- Finlayson, C., Fa, D.A., Espejo, F., J., Carrion, J.S., Finlayson, G, Pacheco, F., G., Vodal, J., R., Stringer, C., Ruiz, F., M., 2008. Gorham's Cave, Gibraltar – The persistence of a Neanderthal population. *Quaternary International*. 181:64-71
- Fiorenza, L., Benazzi, S., Tausch, J., Kullmer, O., Bromage, T.G., Schrenk, F., 2011. Molar Macrowear Reveals Neanderthal Eco-Geographic Dietary Variation. *PLoS ONE*. 6(3)1-11
- Fiorenza, L., Benazzi, S., Henry, A., Salazar-García, D.C., Blasco, R., Picin, A., Wroe, S., Kullmer, O., 2015. To meat or Not to Meat? New Perspectives on Neanderthal Ecology. *Yearbook of Physical Anthropology*. 156:43-71
- Féblot-Augustins, J., 1993. Mobility strategies in the late Middle Paleolithic of Central Europe and Western Europe: elements of stability and variability. *Journal of Anthropological Archaeology*. 2:211:265
- Féblot-Augustins, J., 1999. La mobilité des groupes paléolithiques. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. Paris 11(3-4) :219-260
- Fontana, L., Chauvière, F-X., Lang, L., 2007. Modes d'acquisition et d'exploitation des ressources. In : Chasseurs-Cueilleurs, S.A.de Beaume (Dir). *Biblis*. CNRS Éditions, Paris. pp. 118-30

- Gamble C. 1986. The palaeolithic settlement of Europe. Cambridge Cambridgeshire ; Cambridge University Press, New York
- Geneste, J.M., 1985. Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord : une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Talence
- Geneste, J.M., 1988a. Les industries de la grotte de Vaufrey: technologie du débitage, économie et circulation de la matière première lithique. In : Rigaud, J.P. (Ed.), La grotte de Vaufrey, paléo-environnement, chronologie, activités humaines. *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, Paris, pp 441-517
- Geneste, J.M., 1988b. Systèmes d'approvisionnement en matières premières au Paléolithique moyen et au Paléolithique supérieur en Aquitaine. In : Otte, M. (Ed.), L'homme de Néanderthal. E.R.A.U.L.. Liège, pp. 61-70
- Geneste, J.M., 1989. Économie des ressources lithiques dans le Moustérien du Sud-Ouest de la France. In : Otte, M. (Ed.), L'homme de Néanderthal. E.R.A.U.L., Liège, pp 75-97
- Geneste, J.M., Plisson, H., 1996. Production et utilisation de l'outillage lithique dans le Moustérien du Sud-Ouest de la France: Les Tares, à Sourzac, Vallée de l'Isle, Dordogne. *Quaternaria Nova*, VI:343-368
- Gillet, A, Brostaux, Y, Palm, R., 2011. Principaux modèles utilisés en régression logistique. *Base*. 15(3). <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=7734&format=print>  
Consulté le 11 mai 2016
- Girard, C., David, F., 1982. À propos de la chasse spécialisée au Paléolithique moyen, l'exemple de Mauran. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 79(1) :11-12
- Gonzales, G., Pepin D., 1996. Le cerf ( *Cervus elaphus* ) en milieu montagnard et nordique. 1. Paléontologie, occupation de l'espace, utilisation du temps et des ressources. Revue bibliographique. *Gibier Faune Sauvage*.13:27-52
- Gonzalez, P-L., 2008. Méthodes de classification. <http://maths.cnam.fr/IMG/pdf/Classification-2008-2.pdf>  
Consulté le 26 avril, 2016.
- Gravina, B., Discamps, E., 2015. MTA-B or not to be? Recycled bifaces and shifting hunting strategies at Le Moustier and their implication for the late Middle Paleolithic in southwestern France. *Journal of Human Evolution*. 84:83-98
- Grayson DK. 1984. Quantitative zooarchaeology: topics in the analysis of archaeological faunas. Orlando: Academic Press.

- Grayson, D.K., Delpech, F., 1994. The evidence for Middle Palaeolithic scavenging from Couche VIII, Grotte Vaufrey (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science*. 21:359-375
- Grayson, D.K., Delpech, F., 2003. Ungulates and the Middle-to-Upper Paleolithic transition at Grotte XVI (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science*. 30:1633-1648
- Griggo, C., 1995. Significations paléoenvironnementales des communautés animales pléistocènes reconnues dans l'abri Suard (Charente) et de la grotte de Bois-Ragot (Vienne): essai de quantification de variable climatique. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Talence
- Griggo, C., 1996. Établissement de courbes climatiques quantifiées à partir des communautés animales pléistocènes, suivi d'une application aux gisements de l'Abri Suard (Charente) et grotte de Bois-Ragot (Vienne). *Paléo*. 8 :81-97
- Grootes, P.M., Stuiver, M., White, J.W.C., Johnsen, S., Jouzel, J., 1993. Comparaison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature*. 366:552-554
- Grün, R., Mellars, P., Laville, H., 1991. ESR chronology of a 100,000 year archaeological sequence at Pech-de-l'Azé II, France. *Antiquity*. 65 :544-551
- Guadelli, J.L., 1987. Contribution à l'étude des zoocénoses préhistoriques en Aquitaine (Würm ancien et interstade würmien). Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Talence
- Guérin, C., Patou-Mathis, M., 1996. Les grands mammifères Plio-Pléistocène d'Europe. Édition Masson Paris, 291p
- Guibert, P., Bechtel, F., Schvoerer, M., Rigaud, J.Ph., Simek, J.F., 1999. Datation par thermoluminescence de sédiments chauffés provenant d'une aire de combustion moustérienne (Grotte XVI, Cénac et St-Julien, Dordogne, France). *Revue d'Archéométrie*. 23:163-175
- Guibert, P., Bechtel, F., Bourguignon, L., Brenet, M., Couchoud, I., Delagnes, A., Delpech, F., Detrain, L., Duttine, M., Folgado, M., Jaubert, J., Lahaye, C., Lenoir, M., Maureille, B., Texier, J.P., Turq, A., Vieilleigne, E., Villeneuve, G., 2008. Une base de données pour la chronologie du Paléolithique moyen dans le Sud-Ouest de la France. Mémoire XLVII de la Société préhistorique française. pp 20-40
- Guiot, J., Pons, A., de Beaulieu, J.L., Reille, M., 1989, A 140,000-year continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature*. 338:309-313
- Guiot, J., 1990. Methodology of the Last Climatic Cycle Reconstruction in France from Pollen Data. *Palaeogeography Palaeoclimatology Paleoecology*. 80:49-89



- Hardy, B. L., 2010. Climatic variability and plant food distribution in Pleistocene Europe: Implications for Neanderthal diet and subsistence. *Quaternary Science Reviews*. 29:662-679
- Hardy, B.L. et Moncel, M-H., 2011. Neanderthal Use of Fish, Mammals, Birds, Starchy Plants and Wood 125-250,000 Years Ago. *PLoS ONE*. 6(8):1-10
- Hayden, B., 1993. The cultural capacities of Nandertals: A review and reevaluation. *Journal of Human Evolution*. 24:113-146
- Hayden, B., 2008. L’homme et l’inégalité: L’invention de la hiérarchie durant la préhistoire, CNRS Éditions, Paris. pp.21-124,
- Hayden, B., 2012. Neandertal social structure? *Oxford Journal of Archaeology*. 31(1):1-26
- Heinrich, H., 1988. Origin and consequences of cyclic ice rafing in the Northeast Atlantic ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*. 29:142-152
- Henry, A.G., Brooks, A., Piperno, D.R., 2014. Plant foods and the dietary ecology of Neanderthals and early modern humans. *Journal of Human Evolution*. 69:44-54
- Hodgkins, J.M., 2012. Tracking Climate-Driven Changes in Neanderthal Subsistence Behaviors and Prey Mobility Patterns. Ph.D. Dissertation. Arizona State University
- Hublin, J.-J., 1980. La Chaise Suard, Engis 2 et La Quina H 18 : Développement de la morphologie externe chez l’enfant pré-néandertalien et néandertalien. *CRAS*. 291:669-672
- Hublin, J.-J., 1998. Climate change, paleogeography and the evolution of Neanderthals. In: Akazawa, T., Bar-Yosef, O. (Eds). *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. Plenum, New York, pp. 295-310
- Hublin, J.-J., 2009. The origin of Nandertals. *Prodeedings of the National Academy of Sciences*. 106:16022-16027.
- Jaubert, J., 1983. Le site moustérien du Rescoundudou (Sébazac-Concoures, Aveyron), présentation et problématique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*.80(3):80-87
- Jaubert, J., 1984. Contribution à l’étude du Paléolithique ancien et moyen des Causses. Thèse de doctorat. Université de Paris I – Panthéon Sorbonne, Paris

- Jaubert, J., Lorblanchet, M., Laville, H., Slott-Moller, R., Turq, A., Brugal, J.P., 1990. Les Chasseurs d'aurochs de La Borde. Un site du Paléolithique Moyen (Livernon, Lot). Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris
- Jaubert, J., Kervazo, B., Quinif, Y., Brugal, J.Ph., O'YI, W., (1992). Le site paléolithique moyen du Rescoundudou (Aveyron, France) : datations U/Th et interprétation chronostratigraphique. *L'Anthropologie*. 96(1):103-112
- Jaubert, J., 1993. Le gisement paléolithique moyen de Mauran (Haute-Garonne) : techno-économie des industries lithiques. *Bulletin de la Société préhistorique française*. 90(5):328-335
- Jaubert, J., Farizy, C., 1995. Levallois debitage : exclusivity, absence or coexistence with other operative schemes in the Garonne Basin, southwestern France. In: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds). *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Prehistory Press, Madison, Wisconsin. pp 227-248
- Jaubert, J., Bismuth, T., 1996. Le Paléolithique moyen des Pyrénées centrales : esquisse d'un schéma chronologique et économique dans la perspective d'une étude comparative avec les documents ibériques. In : Delporte, H., Clottes, J. (Eds), *Pyrénées préhistoriques*, Éditions du CTHS, Paris, pp 9-26
- Jaubert, J., Kervazo, B., Bahain, J.J., Brugal, J.P., Chalard, P., Falguères, C., Jarry, M., Jeannet, M., Lemorini, C., Louchard, A., Maksud, F., Mourre, V., Quinif, Y., Thiébault, C., 2005. Coudoulous I (Tour-de-Faure, Lot), site du Pléistocène moyen en Quercy : bilan pluridisciplinaire. In : Molines, N., Monnier, J.L., Moncel, M.H. (Eds). *Données récentes sur le peuplement du Paléolithique inférieur et moyen en Europe*. BAR, Oxford, pp 227-251
- Jaubert, J., Maureille, B., 2008. Le gisement moustérien du Rescoundudou (Sébazac-Coucourès, Aveyron) : inventaire des restes humains. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 105(4) :677-690
- Jaubert, J., Hublin, J.J., Mc Pherron, S., Soressi, M., Bordes, J.G., Claud, E., Cochard, D., Delagnes, A., Mallye, J.B., Michel, A., Niclot, M., Niven, L., Park, S.J., Rendu, W., Richter, D., Roussel, M., Steele, T., Texier, J.P., Thiébault, C., 2008. Paléolithique moyen et récent et Paléolithique supérieur ancien à Jonzac (Charente-Maritime): premiers résultats des campagnes 2004-2006. In Jaubert, J., Bordes, J.G., Ortega, I. (Eds). *Les sociétés du Paléolithique dans un grand Sud-Ouest : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*. Société Préhistorique, Française, Paris. pp 203-243
- Jouzel J., Lorius, C., Johnsen, S., Grootes, P., 1994. Climate instabilities: Greenland and Antarctic records. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences de Paris*. Série II, 319: 65-77

- Jouzel, J., Masson-Delmotte, J.M., Chappellaz, J., Fisher, H., Gallet, J.C., Johnsen, S., Leuenberger, M., Loulergue, L., Luethi, D., Oerter, H., Parrenin, F., Raisbeck, G., Raynaud, D., Schilt, A., Shwander, J., Selmo, E., Souchez, R., Spahni, R., Stauffer, B., Steffensen, J.P., Stenni, B., Stocker, T.F., Tison, J.L., Werner, M., Wolff, E.W., 2007. Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years. *Science*. 317(5839):793-796
- Julien, M., 2009. Chasseurs de bisons - Apports de l'archéozoologie et de la biogéochimie isotopique à l'étude paléthnographique et paléoéthologique du gisement épigravettien d'Amvrosievka (Ukraine). Thèse de doctorat. Université de Montréal et Muséum d'histoire naturelle de Paris.
- Keekey, R.L., 1988. Hunter-gatherer economic complexity and «population pressure»: a cross-cultural analysis. *Journal of Anthropological Archaeology*. 7:373-411
- Kelly, R.L., 1983. Hunter-Gatherer Mobility Strategies. *Journal of Anthropological Research*. 39(3):277-306
- Kelly, R.L., 1988. The Three Sides of a Biface. *American Antiquity*. 53(4):717-734
- Kelly, R.L., 2013. The Lifeways of Hunter-Gatherers: The foraging spectrum. Cambridge University Press. 362p
- Kervazo, B., Texier, J.P., 2010. Le site paléolithique de la grotte XVI (Dordogne, France) : lithostratigraphie, processus de formation et essai de chronologie. *Paléo*. 21:163-188
- Kuhn, S., 1993. Mousterian technology as adaptive response: A case study. In: *Hunting and Animal Exploitation in the Later Paleolithic and Mesolithic of Eurasia*. Pettekin, G.L., Bricker, H., Mellars, P. (eds). *Archaeological Papers of the American Anthropological Association*. 4:25-32
- Kuhn, S. L., 1995. *Mousterian Lithic Technology. An Ecological Perspective*. Princeton University Press. Princeton. 209p
- Kuhn, S.L., Stiner, M., 1992. New Research on Riparo Mochi, Blazi Rossi (Liguria): preliminary results. *Quaternaria Nova*. 2:77-90
- Lacouture, E., 2016. Enjeux planétaires contemporains : Atmosphère, hydrosphère, climat – du passé à l'avenir. Chapitre 5 : L'évolution récente de l'atmosphère et du climat. Cours sur [http://eric.lacouture.free.fr/lycee/termS\\_spe/cours\\_term\\_spe\\_ch5.htm](http://eric.lacouture.free.fr/lycee/termS_spe/cours_term_spe_ch5.htm). Consulté le 18 février 2016
- Lalueza, C., Pérez-Pérez, A., Turbón, D., 1996. Dietary Inferences Through Buccal Microwear Analysis of Middle and Upper Pleistocene Human Fossils. *American Journal of Physical Anthropology*. 100:367-387

- Lalueza-Fox, C., Rosas, A. Estalrich, A. Gigli, E., Campos, P.L., García-Tabernero, A., García-Vargas, S., Sánchez-Quinto, F., Ramírez, O., Civit, S., Bastir, M., Huguet, R., Santamaría, D., Gilbert, M.T.P., Willerslev, E., de la Rasilla, M., 2011. Genetic evidence for patrilocal mating behavior among Neandertal groups. *PNAS*. 108(1):250-253
- Langlois, A., 2004. Au sujet du Cheval de La Micoque (Dordogne) et des comportements humains de subsistance au Pléistocène moyen dans le Nord-Est de l'Aquitaine. Thèse de Doctorat. Université Bordeaux I, Talence
- Laquay, G., 1981. Recherches sur les faunes du Würm I au Périgord. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Talence
- Legros, D., 1988. À propos des bandes patrilocales : illusions théoriques et réalités ethnographiques. *Journal de la Société des Américanistes*. 74:12 5-161
- Leroi-Gourhan, 1984. La place du Néandertalien de Saint-Césaire dans la chronologie würmienne. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 8(7) :196-198
- Lévêque, F., Vandermeersch, B., 1980. Découverte de restes humains dans le niveau châtelperronien à Saint-Césaire (Charente-Maritime). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, 291, série D, pp 187-189
- Lévêque, F., Backer, A., Guilbaud, M., 1993. In: Context of a Late Neanderthal. Prehistory Press, Madison, USA
- Lhomme, J-P., Maury, S., 1998. Tailler le silex. Conseil général de la Dordogne, Service de l'archéologie. 53p
- Long, D., 2016. Le chi-carré, approche quantitative. Centre de recherche et de développement en éducation. Université de Moncton. <http://web.umoncton.ca/umcm-longd02/TheorixDownload/chi2.pdf>
- Lozano, M., Mosquera, M., Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Carbonell, E., 2009. Right handedness of *Homo heidelbergensis* from Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) 500,000 years ago. *Evolution and Human Behavior*. 30:369-376
- Magniez, P., Boulbes, N., 2014. Environment during the Middle to Late Paleolithic transition in southern France: The archaeological sequence of Tournal Cave (Bize-Minervois, France). *Quaternary International*. 337:43-63
- Martínez, K, Garcia, J., Burjachs, F., Yll, R., 2014. Early human occupation of Iberia : the chronological and palaeoclimatic inferences from Vallparadís (Barcelona, Spain). *Quaternary Science Reviews*. 85:136-146

- Maureille, B., Mann, A., Bauval, C., Bordes, J.-G., Bourguignon, L., Costamagno, S., Couchoud, I., Lacrampe-Cuyaubère, F., Laroulandie, V., Marquet, J.-C., Meignen, L., Texier, J.-P., Vandermeersch, B., 2007. Le gisement moustérien des Pradelles (Marillac-le-Franc, Charente) : passé, présent, futur. In : Congrès du centenaire : Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire. 3:249-261
- Maureille, B., 2008. Marillac-le-Franc (Les Pradelles). Identifiant de l'opération archéologique : 204549. ADLFI. Archéologie de la France – Informations. Pp. 1-7
- Maureille, B., Mann, A., Beauval, C., Bordes, J.-G., Bourguignon, L., Costamagno, S., Couchoud, I., Garralda, M.-D., Geigl, A.-M., Fauguignon, J., Lacrampe-Cuyaubère, F., Grün, R., Guibert, P., Laroulandie, V., Marquet, J.-C., Meignen, L., Mussini, C., Rendu, W., Royer, A., Seguin, G., Texier, J.-P., 2010. Les Pradelles à Marillac-le-Franc (Charente). Fouilles 2001-2007 : nouveaux résultats et synthèse. In : Préhistoire entre Vienne et Charente – Hommes et sociétés du Paléolithique. Mémoire XXXVIII. Pp 145-162
- Mazerolle, M. J., 2016. AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c). R package version 2.0-4. <http://CRAN.R-project.org/package=AICcmodavg>. Consulté le 29 juin 2016
- Meerbeeck, C.J., Renssen, H., Roche, D.M., Wohlfarth, B., Bohncke, S.J.P., Bos, J.A.A., Engels, S., Helmens, K.F., Sánchez Goñi, M.F., Svensson, A., Vandenberghe, J., 2011. The nature of MIS 3 stadial-interstadial transitions in Europe : New insights from model-data comparisons. *Quaternary Science Reviews*. 30:3818-3637
- Meignen, L., Chech, M., Vandermeersch, B., 1978. Le gisement moustérien d'Artenac (Saint-Mary, Charente). Étude préliminaire. *Gallia-Préhistoire*, tome 20, pp 281-291
- Meignen, L., 1988. Un exemple de comportement technologique différentiel selon les matières premières: Marillac, couches 9 et 10. In : Binford, L., Rigaud, J.P. (Eds). L'homme de Néanderthal. E.R.A.U.L., Liège, pp 71-79
- Meignen, L., 1990. Recherche de structure d'habitat dans l'abri des Canalettes (Causse du Larzac, Aveyron). Questions et problèmes rencontrés. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 87(10): 294-298
- Meignen, L., 1993. Les industries lithiques de l'abri des Canalettes, couche 2. In : Meignen, L. (Ed). L'abri des Canalettes : un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron), Éditions du C.N.R.S., Paris, pp 239-328
- Mellars, P.A., 1969. The chronology of Mousterian industries in the Perigord region of south-west France. *Prehistoric Society*. 35:134-171
- Mellars, P., 1995. The Neanderthal Legacy. An archaeological Perspective from Western Europe. Princeton University Press. Princeton. pp 471

- Mercier, N., Valladas, H., Joron, J.L., Reyss, J.L., Lévêque, F., Vandermeersch, B., 1991. Thermoluminescence dating of the late Neanderthal remains from Saint-Césaire. *Nature*, 351:737-739
- Mercier, N., Valladas, H., Joron, J.L., Reyss, J.L., 1993. Datation par thermoluminescence du site Préhistorique de la Roche à Pierrot à Saint-Césaire. In : F. Lévêque, A.M. Baker, M. Guillaud (Eds), Context of a late Neanderthal. Implications of multidisciplinary research for the transition to Upper Paleolithic adaptation at Saint-Césaire, Charente-Maritime, France. Monographs in world archeology n°16, Prehistory Press, Madison, Wisconsin, pp 15-23
- Mercier, N., Valladas, H., Valladas, G., 1995. Flint thermoluminescence dates from CFR laboratory at Gif : contributions to the study of the chronology of the Middle Paleolithic. *Quaternary Geochronology*. 14:315-364
- Michel, V., Shen, G., Shen, C.C., Fornari, M., Vérati, C., Gallet, S., Sabatier, D., 2011. Les derniers *Homo heidelbergensis* et leurs descendants les néanderthaliens: datation des sites d'Orgnac 3, du Lazaret et de Zafarraya. *Comptes Rendus Palevol*. 10:577-587
- Ministère de la culture et de la communication de France, Service Régional de l'Archéologie, 2009. Bilan scientifique de la région Poitou-Charentes 2008. Site Les Pradelles p.42-43. 201p
- Moncel, M-H, Moigne, A-M., Sam, Y., Combier, J., 2011. The Emergence of Neanderthal Technical Behavior : New Evidence from Orgnac 3 (Level 1, MIS 8), Southeastern France. *Current Anthropology*. 52(1):37-75
- Moncel, M-H., Daujeard, C., 2012. The variability of the Middle Paleolithic on the right bank of the Middle Rhône Valley (southeast France): Technical traditions or functional choices? *Quaternary International*. 247:103-124
- Moncel, M-H., Moigne, A-M., Combier, J., 2012. Towards the Middle Paleolithic in Western Europe : the case of Orgnac 3 (southeastern France). *Journal of Human Evolution*. 63(5):653-666
- Moncel, M-H., Chacón, M.G., La Porta, A., Fernandes, P., 2014. Fragmented reduction processes: Middle Paleolithic technical behaviour in the Abri du Mars shelter, southeastern France. *Quaternary International*. 350:180-204
- Moncel, M-H., Allué, E., Bailon, S., Barshay-Szmidt, C., Béarez, P., Crégut, É, Daujeard, C., Desclaux, E., Debard, É, Lartigot-Campin, A-S., Puaud, S., Roger, T., 2015. Evaluating the integrity of palaeoenvironmental and archaeological records in MIS 5 to 3 karst sequences from southeastern France. *Quaternary International*. 378:22-39

- Monnier, G., 2006. The Lower/Middle Paleolithic Periodization in Western Europe: An Evaluation. *Current Anthropology*. 47(5):709-744
- Monnier, G.F. and Missal, K., 2014. Another Mousterian Debate? Bordian facies, chaîne opératoire technocomplexes, and patterns of lithic variability in the western European Middle and Upper Pleistocene. *Quaternary International*. 350:59-83
- Rendu W. 2007. Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens. *Sciences et Environnements. Préhistoire et Géologie du Quaternaire* : Bordeaux 1
- 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. Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor
- Morin, E., Delagnes, A., Armand, D., Castel, J.C., Hodgkins, J., 2014. Millennial-scale change in archaeofaunas and their implications for Mousterian lithic variability in southwest France. *Journal of Anthropological Archaeology*. 36:158-180
- Mourre, V., Costamagno, S., Thiébault, C., Allard, M., Bruxelles, L., Colonge, D., Cravinho, S., Jeannet, M., Juillard, F., Laroulandie, V., Maureille, B., 2008. Le site moustérien de la Grotte du Noisetier à Fréchet-Aure (Haute-Pyrénées) : premiers résultats des nouvelles fouilles. In : Jaubert, J., Bordes, J.G., Ortega, I. (Eds), *Les sociétés du Paléolithique dans le Grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes. Mémoire de la Société Préhistorique Française*, Paris, pp 191-204
- Murdock, G.P., 1967. Ethnographic atlas; a summary. *Ethnology*. 6:109-236
- Mussini, C., 2011. Les restes humains moustériens des Pradelles (Marillac-le-Franc, Charente, France): étude morphométrique et réflexions sur un aspect comportemental des Néandertaliens. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux I
- Nelson, R., 1996. Technological strategies responsive to subsistence stress. In *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric South-West*. J. Tainter and B. Tainter Eds., pp 107-144. Addison-Wesley, New York
- Niven, L., Steele, T.E., Rendu, W., Mallye, J.B., McPherron, S.P., Soressi, M., Jaubert, J., Hublin, J.J., 2012. Neanderthal mobility and large-game hunting: The exploitation of reindeer during the Quina Mousterian at Chez-Pinaud Jonzac (Charente-Maritime, France). *Journal of Human Evolution*. 63:624-635
- NOAA, 2016a. Ice core datasets. <https://www.ncdc.noaa.gov/cdo/f?p=535:9>  
Consulté le 12 janvier, 2016
- NOAA, 2016b. GRIP Ice core oxygen isotope datasets. [https://www.ncdc.noaa.gov/cdo/f?p=519:1:0:::P1\\_study\\_id:17839](https://www.ncdc.noaa.gov/cdo/f?p=519:1:0:::P1_study_id:17839)  
Consulté le 12 janvier 2016

- Oswalt, W. H., 1976. *An Anthropological Analysis of Food-Getting Technology*. Wiley and Sons, New York.
- Otte, M., 2009. *La préhistoire* (3<sup>e</sup> édition). Éditions De Boeck. Bruxelles. 303p
- Papagianni D., Morse, M.A., 2013. *The Neanderthals Rediscovered: How Modern Science is Rewriting Their Story*. Thames & Hudson Press, New York, 208p
- Paravel, B., 2008. Étude typo-technologique de l'industrie lithique de la couche E du site de La Micoque. Comparaisons chronologiques et technologiques. Master 2, Université Bordeaux I, Talence
- Park, S.J., 2007. Systèmes de production lithique et circulation des matières premières au Paléolithique moyen récent et final : une approche techno-économique à partir de l'étude des industries lithiques de La Quina (Charente). Thèse de Doctorat, Université Paris X, Nanterre
- Patou-Mathis, M., 1993. Étude taphonomique et palethnographique de la faune de l'abri des Canalettes. In : Meignen, L. (Ed). *L'abri des Canalettes*. Monographie du CRA, CNRS, Paris, pp 199-237
- Patou-Mathis, M., 2008. *Néanderthal: Une autre humanité*, Éditions Perrin, Paris 373p
- Picin, A., Carbonell, E., 2016. Neanderthal mobility and technological change in the northeastern of the Iberian Peninsula: The patterns of chert exploitation at the Abric Romaní rock-shelter. *Comptes Rendus Palevol*. 15:581-594
- Ramade, F., 1994. *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale*. Deuxième édition. Ediscience International, Paris. 579p
- Ramousse, R., Le Berre, M., Le Guelte, L., 1996. Introduction aux statistiques – Choisir le test statistique approprié. <http://www.cons-dev.org/elearning/stat/St2b.html>  
Consulté le 5 avril, 2016.
- Rasmussen, S.O., Bigler, M., Blockley, S., Blunier, T., Buchardt, S.L., Clausen, H.B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J., Fisher, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Pedro, J.B., Popp, T., Seierstad, I.K., Steffensen, J.P., Svensson, A.M., Vallelonga, P., Vinther, B.M., Walker, M.J.C., Wheatley, J.J., Winstrup, M., 2014a. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the last Glacial period based on the synchronized Greenland ice-core records : refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews*. 106:14-28
- Rasmussen, S.O., Birks, H.H., Blockley, S.P.E., Brauer, A., Hajdas, I., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Moreno, A., Renssen, H., Roche, D.M., Svensson, A.M., Valdes, P., Walker, M.J.C., 2014b. Dating, synthesis, and interpretation of palaeoclimatic records of the



Last Glacial cycle and model-data integration: advances by the INTIMATE (INTEgration of Ice-core, Marine and Terrestrial records) COST Action ES0907. *Quaternary Science Reviews*. 106:1-13

Rendu, W., 2007. Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens. Cémentochronologie et approche archéozoologiques de gisements du Paléolithique moyen (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran) et du Paléolithique supérieur ancien (Isturitz). Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Talence

Rendu, W., Armand, D., 2009. Saisonnalité de prédation du Bison du gisement moustérien de La Quina (Gardes-le-Pontaroux, Charente), niveau 6c. Apport à la compréhension des comportements de subsistance. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 106(4):679-690

Rendu, W., 2010. Hunting behavior and Neanderthal adaptability in the Late Pleistocene site of Pech-de-l'Azé I. *Journal of Archaeological Science*. 37:1798-1810

Rendu, W., Bourguignon, L., Costamagno, S., Meignen, L., Armand, D., Bauval, C., David, F., Griggo, C., Guadelli, J.L., Maureille, B., Jaubert, J., Soullier, M.C. XXXX. Approche interdisciplinaire et réflexions méthodologiques sur la question des haltes de chasses au Moustérien. *Palethnologie*, YYYYY

Rendu, W., Costamagno, S., Meignen, L., Soulier, M-C., 2012. Monospecific faunal spectra in Mousterian contexts: implications for social behavior. *Quaternary International*. 246:50-58

Rendu, W., Delagnes, A., Jaubert, J., 2016. INQUA Project 1502: Reconstructing hunter-gatherer mobility: building new inter-disciplinary frameworks in the Quaternary. Allocution faite à Montréal, février 2016.

Rigaud, J.P., 1982. Le Paléolithique en Périgord: les données du Sud-Ouest sarladais et leurs implications. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux I

Rigaud, J. Ph., Simek, J.F., Gé, T., 1995. Mousterian fires from Grotte XVI (Dordogne, France). *Antiquity*. 69:902-912

Rivals, F., Schulz, E., Kaiser, T.M., 2009. Late and middle Pleistocene ungulates dietary diversity in Western Europe indicate variations of Neanderthal paleoenvironments through time and space. *Quaternary Science Reviews*. 28:3388-3400

Roebroeks, W., Gamble, C., 1999. The Middle Paleolithic Occupation of Europe. Leiden: University of Leiden Press

Rolland, N., 1988. Variabilité et classification : nouvelles données sur le «complexe moustérien». In : Otte, M. (Ed). L'Homme de Néanderthal, La Technique, vol.4. ERAUL, Liège, pp 169-183

- Rolland, N., Dibble, H.L., 1990. A new synthesis of middle Paleolithic assemblage variability. *American Antiquity*. 55:480-499
- Rowley-Conwy, P., 2001. Time, change and the archaeology of hunter-gatherers: how original is the «Original Affluent Society»? In: Hunter-Gatherers: An Interdisciplinary Perspective. C. Panter-Brick, R.H. Layton, P. Rowley-Conwy (eds). Cambridge University Press, Cambridge. pp. 39-72
- Royer, A., Lécuyer, C., Montuire, S., Escarguel, G., Fourel, F., Mann, A., Maureille, B., 2013. Late Pleistocene (MIS3-4) climate inferred from micromammal communities and  $\delta^{18}O$  of rodents from Les Pradelles, France. *Quaternary Research*. 80:113-124
- Ruebens, K., 2013. Regional behaviour among late Neanderthal groups in Western Europe: A comparative assessment of late Middle Paleolithic bifacial tool variability. *Journal of Human Evolution*. 65:341-362
- Sánchez Goñi, M.F., 2007. Introduction to climate and vegetation in Europe during MIS 5. In: Sirocko, F., Clausen, M., Sánchez Goñi, M.F., Litt, T. (Eds), *The Climate of the Past Interglacials*, Elsevier, Amsterdam, pp 197-205
- Sánchez Goñi, M.F., Landais, A., Fletcher, W.J., Naughton, F., Desprat, S., Duprat, J., 2008. Contrasting impacts of Dansgaard-Oeschger events over a western European latitudinal transect modulated by orbital parameters. *Quaternary Science Reviews*. 27(11-12):1136-1151
- Saporta, G., 2006. Probabilités, Analyse des données et Statistiques. Editions Technip, Paris. 622p
- Schvoerer, M., Rouanet, J.F., Navailles, H., Debénath, A., 1977. Datation absolue par thermoluminescence de restes humains antéwürmiens de l'Abri Suard, à la Chaise-de-Vouthon (Charente). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris. 284, série D, pp 1979-1982
- Schwarz, H.P., Blackwell, B., 1983.  $^{230}Th/^{234}U$  age of a Mousterian site in France. *Nature*. 301:236-237
- Sekaran, U., Bougie, R., 2010. Research Methodes for Business – A Skill Building Approach. Wiley Publishing, West Sussex. 468p
- Serangeli, J., Bolus, M., 2008. Out of Europe – The dispersal of a successful European hominin form. *Quartär*. 55:83-98
- Simek, J., Smith, F., 1997. Chronological changes in the stone tool assemblages from Krapina (Croatia). *Journal of Human Evolution*. 32:561-575

- Soressi, M., 2002. Le Moustérien de tradition acheuléenne du sud-ouest de la France. Discussion sur la signification du faciès à partir de l'étude comparée de quatre sites : Pech-de-l'Azé I, Le Moustier, La Rochette et la Grotte XVI. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Talence
- Soressi M., Dibble H.L. 2003 Multiple approaches to the study of bifacial technologies. Publication of The University of Pennsylvania Museum, Philadelphia, USA Monograph 115, 290 p. Tübingen, pp 343-366
- Soressi M. 2004a L'industrie lithique des niveaux moustériens de Chez-Pinaud à Jonzac (Charentes), fouilles 1998-99. Aspects taphonomiques, économiques et technologiques. *Préhistoire du Sud-Ouest*, supplément n° 8, p. 79-95
- Soressi, M., 2004b. From the Mousterian of Acheulian Tradition type A to type B: a change in technical tradition, raw material, task, or settlement dynamics? In: Conard, N. (Ed). *Settlement Dynamics in the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*. Kerns Verlag
- Soressi, M., Rendu, W., Texier, J.P., Claud, E., Daulny, L., D'Errico, F., Laroulandie, V., Maureille, B., Niclot, M., Schwartz, S., Tillier, A.M., 2008. Pech-de-l'Azé I (Dordogne, France): nouveau regard sur un gisement moustérien de tradition acheuléenne connu depuis le XIXe siècle. In : Jaubert, J., Bordes, J.G., Ortega, I. (Eds), *Les sociétés du Paléolithique dans le Grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes. Mémoire de la Société Préhistorique Française*, Paris, pp 95-132
- Soressi, M., 2011 Révision taphonomique et techno-typologique des deux ensembles attribués au Châtelperronien de la Roche-à-Pierrot à Saint-Césaire. *L'Anthropologie*, 115:569-586
- Soulier, M.C., 2007. Étude archéozoologique du carré M16 de la couche II du gisement moustérien du Roc de Marsal (Dordogne). Master I, Université Toulouse-Le Mirail, Toulouse
- StatEL, 2016. Test de corrélation de Spearman. [http://www.adscience.fr/uploads/ckfiles/files/html\\_files/StatEL/statel\\_coefficient\\_correlation\\_spearman.htm](http://www.adscience.fr/uploads/ckfiles/files/html_files/StatEL/statel_coefficient_correlation_spearman.htm)  
Consulté le 8 novembre, 2016
- Stiner, M.C., 1994. Honour among Thieves : A zooarchaeological study of Neandertal Ecology. Princeton University Press, Princeton. 447p
- Steward, J., 1955. The Patrilocal Band. In: *Theories of Culture Change – The methodology of multi-linear evolution*. Urbana. Illinois pp 122-142

- Suzuki, R., Shimodaira, H., 2016. « pvcust: Hierarchical Clustering with P-Values via Multiscale Bootstrap Resampling » R package version 2.0  
<http://www.sigmath.es.osaka-u.ac.jp/shimo-lab/prog/pvcust/>  
 Consulté le 29 juin, 2016
- Svensson, A., Andersen, K.K., Biegler, M., Clausen, H.B., DahlJensen, D., Davies, S.M., Musheler, R., Parrerin, F., Rasmussen, S.O., Rothlisberger, R., Seierstad, I., Steffesnsen, J.P., Vinther, B.M., 2008. A 60 000 year Greenland stratigraphic ice core chronology. *Climate of the Past*. 4:47-57
- Testart, A., 2012. Le paléolithique ou les deux problèmes de comparatisme. In : Avant l'Histoire: L'évolution des sociétés de Lascaux à Carnac. Gallimard, Paris. pp.198-253
- Thiébaud, C., 2005. Le Moustérien à denticulés : Variabilité ou diversité techno-économique? Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille I, Aix-en-Provence
- Thiébaud, C., Meignen, L., Lévêque, F., 2009. Les dernières occupations de Saint-Césaire (Charente-Maritime, France) : diversité des techniques utilisées et comportements économiques pratiqués. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 106(4) :691-714
- Thiébaud, C., Jaubert, J., Mourre, V., Plisson, H., 2010. Diversité des techniques employées lors de la confection des encoches et des denticulés moustériens de Mauran (Haute-Garonne, France). *Paleo*. Numéro spécial 2009-2010 : 75-106
- Thiébaud, C., 2013. Le débitage Discoïde stricto sensu : une méthode adaptée à la grande mobilité des groupes humains du Paléolithique moyen? *P@lethnologie*, Varia, 19p
- Torrence, R., 1989, Re-Tooling: Towards a behavioral Theory of Stone Tools, Time, Energy, and Stone Tools. R. Torrence Ed., pp57-66. Cambridge University Press, New York
- Turq, A., Guadelli, J.L., Quintard, A., 1999. À propos de deux sites d'habitat moustérien de type Quina à exploitation du Bison : l'exemple du Mas-Viel et de Sous-les-Vignes. In : Brugal, J.P., David, F., Enloe, J.G., Jaubert, J. (Eds). *Le Bison: Gibier et Moyen de Subsistance des Hommes du Paléolithique aux Paléoindiens des Grandes Plaines*. ADPCA, Antibes, pp 143-158
- Turq, A., 2000. Paléolithique inférieur et moyen entre Dordogne et lot. Société des Amis du Musée National de Préhistoire et de la Recherche Archéologique, Les Eyzies
- UOH (Universités Ouvertes des Humanités), 2016. Statistique et Psychométrie – Tests post-hoc.  
[http://w3.uohpsy2.univ-tlse2.fr/UOHpsy2/index.php?option=com\\_content&task=view&id=192&Itemid=30&limit=1&limitstart=2](http://w3.uohpsy2.univ-tlse2.fr/UOHpsy2/index.php?option=com_content&task=view&id=192&Itemid=30&limit=1&limitstart=2)  
 Consulté le 12 mai 2016

- Valentin, B., 2010. Le Paléolithique. Presse Universitaire de France, Paris. 127p
- Valladas, H., Chadelle, J.P., Geneste, J.M., Joron, J.L., Meignen, L., Texier, P.J., 1987. Datations par la thermoluminescence de gisements moustériens du sud de la France. *L'Anthropologie*. 91:211-226
- Valladas, H., Geneste, J.M., Meignen, L., Texier, P.J., 1988. Datations par la thermoluminescence de gisements moustériens du sud de la France. In : L'Homme de Néanderthal. Vol 1, «La Chronologie», ERAUL, Liège, pp 121-124
- Valladas, H., Mercier, N., Falguères, Ch., Bahain, J.J., 1999. Contribution des méthodes nucléaires à la chronologie des cultures paléolithiques entre 300,000 et 35,000 ans BP. *Gallia Préhistoire*. 41:153-166
- Van Andel, T.H., Tzedakis, P.C., 1996. Paleolithic Landscapes of Europe and environs, 150,000-25,000 years ago: an overview. *Quaternary Science Reviews*. 15:48-500
- Vandermeersch, B., 1976. Les Néandertaliens en Charente. La Préhistoire française. I-1:584-587
- Van Hooff, J.A.R.A., 2001. Vivre en groupe: entre contraintes sociales, sexuelles et écologiques. In : Cppens Y., Picq, P. (dir), Aux origines de l'humanité. Vol. 2 : Le propre de l'Homme. Fayard, Paris. pp. 200-241
- Vieilleville, E., Bourguignon, L., Ortega, I., Guibert, P., 2008. Analyse croisée des données chronologiques et des industries lithiques dans le grand sud-ouest de la France (OIS 10-3). *Paleo*. 20:363-383
- Wainer, K., 2010. Reconstruction climatique des derniers 200 ka à partir de l'étude isotopique et géochimique des spéléothèmes du sud de la France. Thèse de doctorat. Université Paris XI
- Wei T., Simko, V., 2016. « corrplot: Visualization of a Correlation Matrix » R package version 0.77 CRAN repository. <https://github.com/taiyun/corrplot>  
Consulté le 29 juin 2016
- Wiessner, P., 1982. Beyond Willow Smoke and Dogs' Tails : A Comment on Binford's Analysis of Hunter-Gatherer Settlement Systems. *American Antiquity*. 47(1):171-178
- Wisniewski, A., 2014. The beginnings and diversity of Levallois methods in the early Middle Palaeolithic of Central Europe. *Quaternary International*. 326-327:364-380
- XLSTAT, 2016. Test non paramétrique sur K échantillons appariés : test de Friedman. [https://help.xlstat.com/customer/fr/portal/articles/2062457-guide-de-choix-de-test-statistique?b\\_id=9283](https://help.xlstat.com/customer/fr/portal/articles/2062457-guide-de-choix-de-test-statistique?b_id=9283)  
Consulté le 6 avril 2016

Yokohama, Y., Nguyen, H.V., 1981. Datation directe de l'homme de Tautavel par spectrométrie gamma non destructive, du crâne humain fossile Arago XXI. Paris, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 292 :927-930

## Annexe 1 Base de données de Delagnes et Rendu (2011)

| Sites                   | Niveaux  | Stades isotopiques | Datations          | Techno-complexe | Concepts / méthodes | Faciès moustérien | Espèce principale                 | NISP | %NISP             |
|-------------------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|------|-------------------|
| Combe-Grenal            | 6 et 7   | 3                  |                    | 1               | LRC                 | T                 | Renne                             | 117  | 46%               |
| Combe-Grenal            | 35       | 4                  |                    | 1               | LRC/LRU             | F                 | Cerf E.                           |      | 46%               |
| Combe-Grenal            | 31 to 28 | 4                  |                    | 1               | LRU/BP/BLP          | T or F?           | Renne                             | 510  | 47%               |
| Combe-Grenal            | 32       | 4                  |                    | 1               | L                   | F                 | Bovin                             | 154  | 37%               |
| Combe-Grenal            | 27       | 4                  |                    | 1               | L                   | F                 | Renne                             | 297  | 55%               |
| Le Rescoundudou         | c1       | 5                  | <115 (U/Th)        | 1               | LRC/LRU             | T or F ?          | Cheval                            | na   | (ENTRE 50 ET 40%) |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'       | 5                  | 113-78 (U/Th TIMS) | 1               | D/LRU/P             | T                 | Cheval                            | 182  | 43%               |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10       | 5                  | 113-78 (U/Th TIMS) | 1               | LRU/LRC/D           | T                 | Cheval                            | 660  | 61%               |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9        | 5                  | 113-78 (U/Th TIMS) | 1               | P/LRU/D             | T                 | Cheval                            | 465  | 42%               |
| Grotte Vaufrey          | VII      | 6                  | 168±10 (U/Th)      | 1               | LRU                 | T                 | Cerf E.                           | 275  | 84%               |
| Grotte Vaufrey          | VIII     | 6                  |                    | 1               | LRU                 | T                 | Cerf E.                           | 1168 | 71%               |
| Abri Suard              | 51       | 6                  | 126±15 (TL)        | 1               | LRU                 | T                 | Cheval Pivetaui                   | 1764 | 65%               |
| Artenac                 | 6c       | 5-4                | 67±3 (TL)          | 1               | LRC                 | F                 | Cerf E.                           | 589  | 35%               |
| Pech-de-l'Azé IV        | I2       | ?                  |                    | 1               | L/BP                | T                 | Renne                             | 538  | 61%               |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3       | ?                  |                    | 1               | L                   | T                 | Cerf E.                           | 296  | 51%               |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3a      | ?                  |                    | 1               | L                   | AP                | Cerf E.                           | 265  | 70%               |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3b      | ?                  |                    | 1               | L                   | AP                | Cerf E.                           | 525  | 50%               |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3c      | ?                  |                    | 1               | L                   | AP                | Chevreuil (Capraeolus capraeolus) | 227  | 54%               |
| Pech-de-l'Azé IV        | Y        | ?                  |                    | 1               | L                   | T                 | Cerf E.                           | 156  | 80%               |

| Sites            | Niveaux           | Stades isotopiques | Datations                  | Techno-complexe | Concepts / méthodes | Faciès moustérien | Espèce principale | NISP | %NISP           |
|------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|------|-----------------|
| Pech-de-l'Azé II | 3                 | 5?                 | 72.8±6.6 to 42.5±5.2 (ESR) | 1               | L                   | T                 | Cerf E.           | 213  | 37%             |
| Pech-de-l'Azé II | 2G                | 5?                 | 77.4±7.3 to 45.5±4.8 (ESR) | 1               | L                   | F                 | Cerf E.           | 113  | 48%             |
| Combe-Grenal     | 36                | 5a                 |                            | 1               | LRC                 | T                 | Cerf E.           | 83   | 52%             |
| Les Canalettes   | 2                 | 5a                 | 78.7±9.7 to 67.6±6.8 (TL)  | 1               | LRC/LRU             | T                 | Cerf E.           | 571  | 31%             |
| Les Canalettes   | 3                 | 5a                 |                            | 1               | LRC/LRU             | T                 | Cerf E.           | 1331 | 48%             |
| Combe-Grenal     | 17                | 3                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 149  | 53%             |
| Combe-Grenal     | 19                | 3                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 104  | 65%             |
| Combe-Grenal     | 20                | 3                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 191  | 48%             |
| Sous les Vignes  |                   | 3                  | 44.9±2.9 to 43.6±3.3 (ESR) | 2               | D/Q                 | Q                 | Bison             | na   | (TRES ABONDANT) |
| la Rouquette     | 3                 | 3                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Cheval            | 247  | 72%             |
| Combe-Grenal     | 22                | 4                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 989  | 65%             |
| Combe-Grenal     | 23                | 4                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 1112 | 70%             |
| Combe-Grenal     | 24                | 4                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 285  | 68%             |
| Combe-Grenal     | 25                | 4                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 286  | 63%             |
| Combe-Grenal     | 26                | 4                  |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 107  | 64%             |
| Combe-Grenal     | 21                | 4-3                |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | 280  | 47%             |
| Artenac          | 7                 | 5-4                | 67±3 (TL)                  | 2               | Q                   | undet.            | Cheval            | 620  | 50%             |
| La Micoque       | E                 | 10-9               | 583±87 to 353±53 (ESR)     | 2               | D                   | Q                 | Cheval            | 1365 | 88%             |
| Chez Pinaud      | 22                | 3?                 |                            | 2               | BS/Q                | Q                 | Renne             | 1258 | 87%             |
| Les Pradelles    | faciès 2 (= 10-9) | 4 or 3             |                            | 2               | Q                   | Q                 | Renne             | na   | 97%             |



| Sites             | Niveaux    | Stades isotopiques | Datations          | Techno-complexe | Concepts / méthodes | Faciès moustérien | Espèce principale | NISP | %NISP |
|-------------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|------|-------|
| Les Tares         |            | Older than 6       |                    | 2               | Q                   | Q                 |                   |      |       |
| Pech-de-l'Azé I   | 4          | 3                  |                    | 3               | LRU/BP/BS           | MTA (A)           | Cerf E.           | 607  | 64%   |
| Pech-de-l'Azé I   | 6          | 3                  | 47±4 to 39±2 (ESR) | 3               | RU/BS               | MTA (B)           | Cerf E.           | 430  | 53%   |
| Pech-de-l'Azé I   | 7          | 3                  | 49±7 to 42±8 (ESR) | 3               | RU/BS               | MTA (B evolved)   | Cerf E.           | 147  | 61%   |
| La Quina          | 6d         | 3                  |                    | 3               | BS/D                | MTA               | Bison             | 155  | 45%   |
| Chez Pinaud       | 6          | 3                  | 39±3 (TL)          | 3               | D/BS                | MTA (A)           | Bison             | 325  | 67%   |
| Roche a Pierrot   | Egc        | 3                  |                    | 3               | ?                   | MTA               | Bison             | 107  | 64%   |
| Grotte XVI        | C          | 4-3                | 64.6±3.1 (TL)      | 3               | RU/BS               | MTA (A)           | Renne             | 6816 | 73%   |
| Combe-Grenal      | 11         | 3                  |                    | 4               | D                   | D                 | Bovin             | 172  | 38%   |
| Combe-Grenal      | 13         | 3                  |                    | 4               | D                   | D                 | Cheval            | 171  | 63%   |
| Combe-Grenal      | 14         | 3                  |                    | 4               | D                   | D                 | Cheval            | 542  | 69%   |
| Saint-Césaire     | Egpf (=10) | 3                  | 40.9±2.5 (TL)      | 4               | D                   | D                 | Cheval            | 967  | 41%   |
| La Quina          | 6a         | 3                  |                    | 4               | RU/RC               | D                 | Bison             | 982  | 62%   |
| La Quina          | 6c         | 3                  |                    | 4               | D/RU                | D                 | Bison             | 273  | 82%   |
| Les Fieux         | k          | 3                  |                    | 4               | D                   | D                 | Bison             | 104  | 87%   |
| la Rouquette      | 1          | 3                  |                    | 4               | LRC/D?              | D                 | Bison             | 796  | 83%   |
| Mauran            |            | end 4 or 3         |                    | 4               | D                   | D                 | Bison             | 4193 | 100%  |
| La Borde          |            | Older than 5b      |                    | 4               | D/LRC               | D                 | Aurochs           | 440  | 93%   |
| Champs de Bossuet |            | Post 5 or 7 ?      |                    | 4               | D                   | D                 |                   |      |       |
| Pech-de-l'Azé IV  | H2         | 3                  |                    | ?               | L?                  | T                 | Renne             | 102  | 83%   |

| Sites            | Niveaux | Stades isotopiques | Datations              | Techno-complexe | Concepts / méthodes | Faciès moustérien | Espèce principale | NISP | %NISP    |
|------------------|---------|--------------------|------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|------|----------|
| Pech-de-l'Azé IV | I1      | 3                  |                        | ?               | L?/BP?              | T                 | Renne             | 240  | 90%      |
| Le noissetier    |         | 3                  |                        | ?               | D                   | T                 | Cerf E.           | na   | na       |
| La Ferrassie     | D2      | 3                  |                        | ?               | ?                   | ?                 | Cerf E.           | 890  | 78%      |
| Chez Pinaud      | 8       | 3                  | 49±5 (TL)              | ?               | LRC                 | D                 | Bison             | 1077 | env. 60% |
| La Quina         | 4b      | 3                  |                        | 4               | ?                   | D                 | Cheval            | 886  | 57%      |
| La Quina         | 8       | 3                  | 44.5±4.2 (TL)          | ?               | LRC/D               | D                 | Renne             | 2567 | 90%      |
| Combe-Grenal     | 38      | 5                  |                        | ?               | LRC                 | D                 | Cerf E.           | 80   | 43%      |
| Coudoulous I     | 4       | 6                  | 209±31 to 140±21 (RPE) | ?               | D/LRC               | Non déterminé     | Bison             | na   | 96%      |
| Roc de Marsal    | III     | 4-3                | <68±3.9 (TL)           | ?               | D/LP                | T?                | Renne             | NA   | 87%      |

## Annexe 2 Coefficients climatiques, technologiques et cynégétiques

Les tableaux de cette annexe présentent la distribution des coefficients pour chacun des sites retenus.

Afin d'établir le type de liaison qui existe entre nos trois principales catégories de variables (climatique, technologique et cynégétique) nous avons d'abord calculé la valeur numérique de chacun de nos coefficients en faisant appel aux équations et tableaux de pointages décrits au chapitre 3. Dix coefficients climatiques furent établis dont 7 à partir des données GRIP et 3 à partir des données de Guiot. Ces tableaux des pages xxxix et xxx présentent l'ensemble des niveaux d'occupation retrouvés au tableau I. Nous y retrouvons les stades isotopiques et/ou datations associées ainsi que les divers coefficients climatiques calculés pour chacun des niveaux.

Le tableau de la page xxxi présente les coefficients technologiques calculés pour les niveaux d'occupation retenus. Outre les coefficients *Lith1* à *Lith7* nous y retrouvons l'attribution technologique initiale de Delagnes et Rendu de même que les concepts/méthodes secondaires également répertoriés et qui ont servi pour le calcul de certains de ces coefficients.

Finalement le tableau xxxii présente les 3 coefficients cynégétiques établis à partir du taxon principal identifié pour chacun des niveaux d'occupation considérés (*Faune1*, *Faune2*, *Faune3*).

Tableau XXVII. Coefficients climatiques *Clim1* à *Clim6*

| Sites                   | Niveaux  | Stade isotopique | Date (Ka)                 | <i>Clim1</i> | <i>Clim2</i> | <i>Clim3</i> | <i>Clim4</i> | <i>Clim5</i> | <i>Clim6</i> |
|-------------------------|----------|------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Combe-Grenal            | 6 et 7   | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Combe-Grenal            | 35       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 31 to 28 | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 32       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 27       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Le Rescoundudou         | c1       | 5                | <115 (U/Th)               | 0,41         | 0,36         | 0,49         | 0,13         | 0,65         | 0,20         |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'       | 5                | 113-78 (U/Th TIMS)        | 0,41         | 0,35         | 0,49         | 0,14         | 0,66         | 0,20         |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10       | 5                | 113-78 (U/Th TIMS)        | 0,41         | 0,35         | 0,49         | 0,14         | 0,66         | 0,20         |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9        | 5                | 113-78 (U/Th TIMS)        | 0,41         | 0,35         | 0,47         | 0,12         | 0,66         | 0,20         |
| Grotte Vaufrey          | VII      | 6                | 168±10 (U/Th)             | 0,42         | 0,32         | 0,47         | 0,15         | 0,98         | 0,25         |
| Grotte Vaufrey          | VIII     | 6                |                           | 0,38         | 0,29         | 0,47         | 0,18         | 0,98         | 0,16         |
| Abri Suard              | 51       | 6                | 126±15 (TL)               | 0,56         | 0,43         | 0,72         | 0,29         | 1,00         | 0,25         |
| Artenac                 | 6c       | 4                | 67±3 (TL)                 | 0,14         | 0,07         | 0,35         | 0,28         | 0,57         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé IV        | 12       | 5                |                           | 0,47         | 0,38         | 0,58         | 0,20         | 1,00         | 0,20         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3       | 5                |                           | 0,47         | 0,38         | 0,58         | 0,20         | 1,00         | 0,20         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3a      | 5                |                           | 0,47         | 0,38         | 0,58         | 0,20         | 1,00         | 0,20         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3b      | 5                |                           | 0,47         | 0,38         | 0,58         | 0,20         | 1,00         | 0,20         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3c      | 5                |                           | 0,47         | 0,38         | 0,58         | 0,20         | 1,00         | 0,20         |
| Pech-de-l'Azé II        | 3        | 4-3              | 72.8±6.6 à 42.5±5.2 (ESR) | 0,32         | 0,16         | 0,43         | 0,27         | 0,57         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé II        | 2G       | 4-3              | 77.4±7.3 à 45.5±4.8 (ESR) | 0,33         | 0,18         | 0,44         | 0,26         | 0,63         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 36       | 5a               |                           | 0,41         | 0,34         | 0,52         | 0,18         | 0,63         | 0,20         |
| Les Canalettes          | 2        | 5a               | 78.7±9.7 à 67.6±6.8 (TL)  | 0,36         | 0,15         | 0,46         | 0,31         | 0,63         | 0,00         |
| Les Canalettes          | 3        | 5a               |                           | 0,41         | 0,34         | 0,52         | 0,18         | 0,63         | 0,20         |
| Combe-Grenal            | 17       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Combe-Grenal            | 19       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Combe-Grenal            | 20       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Sous les Vignes         |          | 3                | 44.9±2.9 à 43.6±3.3 (ESR) | 0,32         | 0,27         | 0,36         | 0,09         | 0,56         | 0,13         |
| la Rouquette            | 3        | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Combe-Grenal            | 22       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 23       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 24       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 25       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 26       | 4                |                           | 0,15         | 0,10         | 0,40         | 0,30         | 0,57         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 21       | 4-3              |                           | 0,22         | 0,13         | 0,40         | 0,27         | 0,57         | 0,00         |
| Artenac                 | 7        | 4                | 67±3 (TL)                 | 0,14         | 0,07         | 0,37         | 0,30         | 0,56         | 0,00         |
| Les Pradelles           | 10-9     | 4                |                           | 0,22         | 0,13         | 0,40         | 0,27         | 0,57         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé I         | 4        | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Pech-de-l'Azé I         | 6        | 3                | 47±4 à 39±2 (ESR)         | 0,33         | 0,27         | 0,43         | 0,16         | 0,56         | 0,09         |
| Pech-de-l'Azé I         | 7        | 3                | 49±7 à 42±8 (ESR)         | 0,33         | 0,21         | 0,42         | 0,21         | 0,56         | 0,06         |
| La Quina                | 6d       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Chez Pinaud             | 6        | 3                | 39±3 (TL)                 | 0,29         | 0,15         | 0,35         | 0,20         | 0,45         | 0,09         |
| Roche a Pierrot         | Egc      | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Grotte XVI              | C        | 4                | 64.6±3.1 (TL)             | 0,14         | 0,12         | 0,21         | 0,09         | 0,57         | 0,03         |
| Combe-Grenal            | 11       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Combe-Grenal            | 13       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Combe-Grenal            | 14       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Saint-Césaire           | Egpf(10) | 3                | 40.9±2.5 (TL)             | 0,32         | 0,29         | 0,44         | 0,15         | 0,56         | 0,09         |
| La Quina                | 6a       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| La Quina                | 6c       | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Les Fieux               | k        | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| la Rouquette            | 1        | 3                |                           | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |
| Mauran                  |          | 3                |                           | 0,22         | 0,13         | 0,40         | 0,27         | 0,57         | 0,00         |
| La Quina                | 4b       | 3                | 67±3 (TL)                 | 0,30         | 0,16         | 0,40         | 0,24         | 0,56         | 0,05         |

Tableau XXVIII. Coefficients climatiques *Clim7* à *Clim10*

| Site                    | Niveaux  | Stade isotopique | Date (Ka)                 | <i>Clim7</i> | <i>Clim8</i> | <i>Clim9</i> | <i>Clim10</i> |
|-------------------------|----------|------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Combe-Grenal            | 6 et 7   | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Combe-Grenal            | 35       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 31 to 28 | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 32       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 27       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Le Rescoududou          | c1       | 5                | <115 (U/Th)               | 0,71         | 0,92         | 0,38         | 0,47          |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'       | 5                | 113-78 (U/Th TIMS)        | 0,71         | 0,92         | 0,38         | 0,47          |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10       | 5                | 113-78 (U/Th TIMS)        | 0,71         | 0,92         | 0,38         | 0,47          |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9        | 5                | 113-78 (U/Th TIMS)        | 0,71         | 0,92         | 0,38         | 0,47          |
| Grotte Vaufrey          | VII      | 6                | 168±10 (U/Th)             | 0,54         | 0,69         | 0,31         | 0,35          |
| Grotte Vaufrey          | VIII     | 6                |                           | 0,54         | 0,69         | 0,31         | 0,35          |
| Abri Suard              | 51       | 6                | 126±15 (TL)               | 0,76         | 1,00         | 0,31         | 0,35          |
| Artenac                 | 6c       | 4                | 67±3 (TL)                 | 0,40         | 0,46         | 0,31         | 0,15          |
| Pech-de-l'Azé IV        | I2       | 5                |                           | 0,77         | 1,00         | 0,38         | 0,47          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3       | 5                |                           | 0,77         | 1,00         | 0,38         | 0,47          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3a      | 5                |                           | 0,77         | 1,00         | 0,38         | 0,47          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3b      | 5                |                           | 0,77         | 1,00         | 0,38         | 0,47          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3c      | 5                |                           | 0,77         | 1,00         | 0,38         | 0,47          |
| Pech-de-l'Azé II        | 3        | 4-3              | 72.8±6.6 à 42.5±5.2 (ESR) | 0,39         | 0,84         | 0,00         | 0,23          |
| Pech-de-l'Azé II        | 2G       | 4-3              | 77.4±7.3 à 45.5±4.8 (ESR) | 0,39         | 0,84         | 0,00         | 0,23          |
| Combe-Grenal            | 36       | 5a               |                           | 0,92         | 0,95         | 0,80         | 0,47          |
| Les Canalettes          | 2        | 5a               | 78.7±9.7 à 67.6±6.8 (TL)  | 0,84         | 0,95         | 0,00         | 0,47          |
| Les Canalettes          | 3        | 5a               |                           | 0,92         | 0,95         | 0,80         | 0,47          |
| Combe-Grenal            | 17       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Combe-Grenal            | 19       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Combe-Grenal            | 20       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Sous les Vignes         |          | 3                | 44.9±2.9 à 43.6±3.3 (ESR) | 0,46         | 0,54         | 0,15         | 0,30          |
| la Rouquette            | 3        | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Combe-Grenal            | 22       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 23       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 24       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 25       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 26       | 4                |                           | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 21       | 4-3              |                           | 0,39         | 0,52         | 0,00         | 0,23          |
| Artenac                 | 7        | 4                | 67±3 (TL)                 | 0,31         | 0,46         | 0,23         | 0,15          |
| Les Pradelles           | 10-9     | 4                |                           | 0,39         | 0,58         | 0,00         | 0,15          |
| Pech-de-l'Azé I         | 4        | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Pech-de-l'Azé I         | 6        | 3                | 47±4 to 39±2 (ESR)        | 0,39         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Pech-de-l'Azé I         | 7        | 3                | 49±7 to 42±8 (ESR)        | 0,39         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| La Quina                | 6d       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Chez Pinaud             | 6        | 3                | 39±3 (TL)                 | 0,46         | 0,54         | 0,38         | 0,30          |
| Roche a Pierrot         | Egc      | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Grotte XVI              | C        | 4                | 64.6±3.1 (TL)             | 0,31         | 0,46         | 0,00         | 0,15          |
| Combe-Grenal            | 11       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Combe-Grenal            | 13       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Combe-Grenal            | 14       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Saint-Césaire           | Egpf(10) | 3                | 40.9±2.5 (TL)             | 0,46         | 0,54         | 0,42         | 0,30          |
| La Quina                | 6a       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| La Quina                | 6c       | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Les Fieux               | k        | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| la Rouquette            | 1        | 3                |                           | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |
| Mauran                  |          | 3                |                           | 0,39         | 0,58         | 0,00         | 0,30          |
| La Quina                | 4b       | 3                | 67±3 (TL)                 | 0,46         | 0,58         | 0,08         | 0,30          |

Tableau XXIX. Coefficients technologiques *Lith1* à *Lith7*

| Site                    | Niveaux   | Techno-complexe | Concepts et méthodes | <i>Lith1</i> | <i>Lith2</i> | <i>Lith3</i> | <i>Lith4</i> | <i>Lith5</i> | <i>Lith6</i> | <i>Lith7</i> |
|-------------------------|-----------|-----------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Combe-Grenal            | 6 et 7    | 1               | LRC                  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,20         | 0,29         | 0,14         | 0,17         |
| Combe-Grenal            | 35        | 1               | LRC/LRU              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,10         | 0,22         | 0,11         | 0,09         |
| Combe-Grenal            | 31 to 28  | 1               | LRU/BP/BLP           | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,13         | 0,14         | 0,22         | 0,11         |
| Combe-Grenal            | 32        | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 27        | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Rescoundudou            | c1        | 1               | LRC/LRU              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,10         | 0,22         | 0,11         | 0,09         |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'        | 1               | D/LRU/P              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,20         | 0,29         | 0,26         | 0,11         |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10        | 1               | LRU/LRC/D            | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,26         | 0,38         | 0,31         | 0,17         |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9         | 1               | P/LRU/D              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,20         | 0,28         | 0,26         | 0,11         |
| Grotte Vaufrey          | VII       | 1               | LRU                  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,07         | 0,00         |
| Grotte Vaufrey          | VIII      | 1               | LRU                  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,07         | 0,00         |
| Abri Suard              | 51        | 1               | LRU                  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,07         | 0,00         |
| Artenac                 | 6c        | 1               | LRC                  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,20         | 0,29         | 0,14         | 0,17         |
| Pech-de-l'Azé IV        | 12        | 1               | L/BP                 | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,10         | 0,07         | 0,15         | 0,09         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3        | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3a       | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3b       | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3c       | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé II        | 3         | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Pech-de-l'Azé II        | 2G        | 1               | L                    | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Combe-Grenal            | 36        | 1               | LRC                  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,20         | 0,29         | 0,14         | 0,17         |
| Les Canalettes          | 2         | 1               | LRC/LRU              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,10         | 0,22         | 0,11         | 0,08         |
| Les Canalettes          | 3         | 1               | LRC/LRU              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,10         | 0,22         | 0,11         | 0,08         |
| Combe-Grenal            | 17        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 19        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 20        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Sous les Vignes         |           | 2               | D/Q                  | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 0,80         | 0,85         | 0,85         | 0,67         |
| la Rouquette            | 3         | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 22        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 23        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 24        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 25        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 26        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Combe-Grenal            | 21        | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Artenac                 | 7         | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Les Pradelles           | 10-9      | 2               | Q                    | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         | 1,00         |
| Pech-de-l'Azé I         | 4         | 3               | LRU/BP/BS            | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,30         | 0,19         | 0,29         | 0,17         |
| Pech-de-l'Azé I         | 6         | 3               | RU/BS                | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,40         | 0,28         | 0,25         | 0,17         |
| Pech-de-l'Azé I         | 7         | 3               | RU/BS                | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,40         | 0,28         | 0,25         | 0,17         |
| La Quina                | 6d        | 3               | BS/D                 | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,50         | 0,57         | 0,57         | 0,33         |
| Chez Pinaud             | 6         | 3               | D/BS                 | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,50         | 0,57         | 0,57         | 0,33         |
| Roche a Pierrot         | Egc       | 3               | ?                    | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,40         | 0,42         | 0,42         | 0,33         |
| Grotte XVI              | C         | 3               | RU/BS                | 0,40         | 0,43         | 0,50         | 0,20         | 0,28         | 0,25         | 0,17         |
| Combe-Grenal            | 11        | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |
| Combe-Grenal            | 13        | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |
| Combe-Grenal            | 14        | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |
| Saint-Césaire           | Egpf(=10) | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |
| La Quina                | 6a        | 4               | RU/RC                | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,10         | 0,22         | 0,11         | 0,17         |
| La Quina                | 6c        | 4               | D/RU                 | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,30         | 0,42         | 0,40         | 0,17         |
| Les Fieux               | k         | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |
| la Rouquette            | 1         | 4               | LRC/D?               | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,40         | 0,50         | 0,42         | 0,25         |
| Mauran                  |           | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |
| La Quina                | 4b        | 4               | D                    | 0,60         | 0,71         | 0,50         | 0,60         | 0,71         | 0,71         | 0,33         |

Tableau XXX. Coefficients cynégétiques *Faune1* à *Faune3*

| Site                    | Niveaux   | Espèce principale | % NISP | <i>Faune1</i> | <i>Faune2</i> | <i>Faune3</i> |
|-------------------------|-----------|-------------------|--------|---------------|---------------|---------------|
| Combe-Grenal            | 6 et 7    | Renne             | 46%    | 0,40          | 1,00          | 0,46          |
| Combe-Grenal            | 35        | Cerf E.           | 46%    | 0,14          | 0,50          | 0,23          |
| Combe-Grenal            | 31 to 28  | Renne             | 47%    | 0,41          | 1,00          | 0,47          |
| Combe-Grenal            | 32        | Bovin             | 37%    | 0,30          | 0,75          | 0,28          |
| Combe-Grenal            | 27        | Renne             | 55%    | 0,50          | 1,00          | 0,55          |
| Le Rescoundudou         | c1        | Cheval            | 50-40% | 0,13          | 0,25          | 0,11          |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 8'        | Cheval            | 43%    | 0,13          | 0,25          | 0,11          |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 10        | Cheval            | 61%    | 0,23          | 0,25          | 0,15          |
| Abri Bourgeois-Delaunay | 9         | Cheval            | 42%    | 0,12          | 0,25          | 0,11          |
| Grotte Vaufrey          | VII       | Cerf E.           | 84%    | 0,36          | 0,50          | 0,42          |
| Grotte Vaufrey          | VIII      | Cerf E.           | 71%    | 0,28          | 0,50          | 0,36          |
| Abri Suard              | 51        | Cheval Pivetaui   | 65%    | 0,25          | 0,25          | 0,16          |
| Artenac                 | 6c        | Cerf E.           | 35%    | 0,08          | 0,50          | 0,18          |
| Pech-de-l'Azé IV        | I2        | Renne             | 61%    | 0,57          | 1,00          | 0,61          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3        | Cerf E.           | 51%    | 0,17          | 0,50          | 0,26          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3a       | Cerf E.           | 70%    | 0,28          | 0,50          | 0,35          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3b       | Cerf E.           | 50%    | 0,17          | 0,50          | 0,25          |
| Pech-de-l'Azé IV        | J3c       | Chevreuil         | 54%    | 0,19          | 0,00          | 0,00          |
| Pech-de-l'Azé II        | 3         | Cerf E.           | 37%    | 0,09          | 0,50          | 0,19          |
| Pech-de-l'Azé II        | 2G        | Cerf E.           | 48%    | 0,15          | 0,50          | 0,24          |
| Combe-Grenal            | 36        | Cerf E.           | 52%    | 0,18          | 0,50          | 0,26          |
| Les Canalettes          | 2         | Cerf E.           | 31%    | 0,06          | 0,50          | 0,16          |
| Les Canalettes          | 3         | Cerf E.           | 48%    | 0,16          | 0,50          | 0,21          |
| Combe-Grenal            | 17        | Renne             | 53%    | 0,48          | 1,00          | 0,53          |
| Combe-Grenal            | 19        | Renne             | 65%    | 0,61          | 1,00          | 0,65          |
| Combe-Grenal            | 20        | Renne             | 48%    | 0,42          | 1,00          | 0,48          |
| Sous les Vignes         |           | Bison             | 50%    | 0,44          | 0,75          | 0,38          |
| la Rouquette            | 3         | Cheval            | 72%    | 0,29          | 0,25          | 0,18          |
| Combe-Grenal            | 22        | Renne             | 65%    | 0,61          | 1,00          | 0,65          |
| Combe-Grenal            | 23        | Renne             | 70%    | 0,67          | 1,00          | 0,70          |
| Combe-Grenal            | 24        | Renne             | 68%    | 0,59          | 1,00          | 0,68          |
| Combe-Grenal            | 25        | Renne             | 63%    | 0,59          | 1,00          | 0,63          |
| Combe-Grenal            | 26        | Renne             | 64%    | 0,60          | 1,00          | 0,64          |
| Combe-Grenal            | 21        | Renne             | 47%    | 0,41          | 1,00          | 0,47          |
| Artenac                 | 7         | Cheval            | 50%    | 0,17          | 0,25          | 0,13          |
| Les Pradelles           | (10-9)    | Renne             | 97%    | 0,97          | 1,00          | 0,97          |
| Pech-de-l'Azé I         | 4         | Cerf E.           | 64%    | 0,24          | 0,50          | 0,32          |
| Pech-de-l'Azé I         | 6         | Cerf E.           | 53%    | 0,18          | 0,50          | 0,27          |
| Pech-de-l'Azé I         | 7         | Cerf E.           | 61%    | 0,23          | 0,50          | 0,32          |
| La Quina                | 6d        | Bison             | 45%    | 0,39          | 0,75          | 0,34          |
| Chez Pinaud             | 6         | Bison             | 67%    | 0,63          | 0,75          | 0,50          |
| Roche a Pierrot         | Egc       | Bison             | 64%    | 0,60          | 0,75          | 0,48          |
| Grotte XVI              | C         | Renne             | 73%    | 0,70          | 1,00          | 0,73          |
| Combe-Grenal            | 11        | Bovin             | 38%    | 0,31          | 0,75          | 0,29          |
| Combe-Grenal            | 13        | Cheval            | 63%    | 0,24          | 0,25          | 0,16          |
| Combe-Grenal            | 14        | Cheval            | 69%    | 0,27          | 0,25          | 0,17          |
| Saint-Césaire           | Egpf(=10) | Cheval            | 41%    | 0,12          | 0,25          | 0,10          |
| La Quina                | 6a        | Bison             | 62%    | 0,58          | 0,75          | 0,47          |
| La Quina                | 6c        | Bison             | 82%    | 0,80          | 0,75          | 0,62          |
| Les Fieux               | k         | Bison             | 87%    | 0,85          | 0,75          | 0,65          |
| la Rouquette            | 1         | Bison             | 83%    | 0,81          | 0,75          | 0,62          |
| Mauran                  |           | Bison             | 100%   | 1,00          | 0,75          | 0,75          |
| La Quina                | 4b        | Cheval            | 57%    | 0,21          | 0,25          | 0,14          |

## Annexe 3 Résultats des tests ANOVA et post-hoc de Tukey

Les deux séries de tableaux (comprenant trois tableaux chacune) de cette annexe furent générées en amont de la sélection définitive des variables dépendantes et prédictives. Ils ont servi à nous assurer que les coefficients calculés dans le cadre de ce mémoire étaient assez "robustes" pour procéder à des tests de corrélations. Le premier tableau présente comment se comportent les moyenne, écart-type, minimum, médiane en maximum de chacun des coefficients lorsque l'on subdivise les données brutes selon les techno-complexes (ce qui était un sous-ensemble naturel de la base de données de Delagnes et Rendu). Le test ANOVA (deuxième type de tableau) vise à nous assurer que les données obtenues présentent un écart suffisant entre elles pour rejeter l'hypothèse nulle. Si la valeur «Sig» est inférieure à 5% nous avons rejeté l'hypothèse d'égalité des données. Seuls les coefficients ayant passé avec succès ce test furent retenus pour ce mémoire. Lorsque ce test était concluant nous avons procédé au test suivant (troisième tableau), le post hoc de Tukey, qui lui présente des sous-ensembles encore plus petit selon les diverses permutations possibles des données afin de voir quels coefficients étaient potentiellement les plus discriminants (la valeur «Sig» plus petit que 5% permet de rejeter l'hypothèse nulle et permet de juger de l'intérêt relatifs de nos coefficients).

### Série 1 : Comparaisons des moyennes selon les technologies et les coefficients *Clim*

- 1 = Levalois
- 2 = Quina
- 3 = MTA
- 4 = Discoïde Denticulé

|       |            | Technological system |     |     |     |
|-------|------------|----------------------|-----|-----|-----|
|       |            | 1                    | 2   | 3   | 4   |
| Clim1 | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|       | Moyenne    | ,36                  | ,22 | ,28 | ,29 |
|       | Ecart type | ,13                  | ,07 | ,07 | ,03 |
|       | Minimum    | ,14                  | ,14 | ,14 | ,22 |
|       | Médiane    | ,41                  | ,22 | ,30 | ,30 |
|       | Maximum    | ,56                  | ,32 | ,33 | ,32 |
| Clim2 | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|       | Moyenne    | ,27                  | ,13 | ,18 | ,17 |
|       | Ecart type | ,12                  | ,05 | ,05 | ,04 |
|       | Minimum    | ,07                  | ,07 | ,12 | ,13 |
|       | Médiane    | ,34                  | ,13 | ,16 | ,16 |
|       | Maximum    | ,43                  | ,27 | ,27 | ,29 |
| Clim3 | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|       | Moyenne    | ,49                  | ,39 | ,37 | ,40 |
|       | Ecart type | ,09                  | ,01 | ,08 | ,01 |
|       | Minimum    | ,35                  | ,36 | ,21 | ,40 |



|        |            | Technological system |     |     |     |
|--------|------------|----------------------|-----|-----|-----|
|        |            | 1                    | 2   | 3   | 4   |
| Clim4  | Médiane    | ,47                  | ,40 | ,40 | ,40 |
|        | Maximum    | ,72                  | ,40 | ,43 | ,44 |
|        | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,22                  | ,26 | ,20 | ,23 |
|        | Ecart type | ,06                  | ,06 | ,06 | ,03 |
|        | Minimum    | ,12                  | ,09 | ,09 | ,15 |
|        | Maximum    | ,31                  | ,30 | ,24 | ,27 |
| Clim5  | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,74                  | ,57 | ,55 | ,56 |
|        | Ecart type | ,19                  | ,01 | ,04 | ,00 |
|        | Minimum    | ,56                  | ,56 | ,45 | ,56 |
|        | Médiane    | ,65                  | ,57 | ,56 | ,56 |
|        | Maximum    | 1,00                 | ,57 | ,57 | ,57 |
| Clim6  | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,13                  | ,03 | ,06 | ,05 |
|        | Ecart type | ,10                  | ,04 | ,02 | ,02 |
|        | Minimum    | ,00                  | ,00 | ,03 | ,00 |
|        | Médiane    | ,20                  | ,00 | ,05 | ,05 |
|        | Maximum    | ,25                  | ,13 | ,09 | ,09 |
| Clim7  | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,61                  | ,38 | ,42 | ,45 |
|        | Ecart type | ,21                  | ,07 | ,06 | ,02 |
|        | Minimum    | ,31                  | ,31 | ,31 | ,39 |
|        | Médiane    | ,71                  | ,39 | ,46 | ,46 |
|        | Maximum    | ,92                  | ,46 | ,46 | ,46 |
| Clim8  | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,80                  | ,52 | ,56 | ,58 |
|        | Ecart type | ,22                  | ,06 | ,05 | ,01 |
|        | Minimum    | ,46                  | ,46 | ,46 | ,54 |
|        | Médiane    | ,92                  | ,52 | ,58 | ,58 |
|        | Maximum    | 1,00                 | ,58 | ,58 | ,58 |
| Clim9  | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,28                  | ,05 | ,11 | ,11 |
|        | Ecart type | ,24                  | ,07 | ,12 | ,11 |
|        | Minimum    | ,00                  | ,00 | ,00 | ,00 |
|        | Médiane    | ,31                  | ,00 | ,08 | ,08 |
|        | Maximum    | ,80                  | ,23 | ,38 | ,42 |
| Clim10 | N valide   | 23                   | 13  | 7   | 10  |
|        | Moyenne    | ,36                  | ,21 | ,28 | ,30 |
|        | Ecart type | ,14                  | ,08 | ,06 | ,00 |
|        | Minimum    | ,15                  | ,15 | ,15 | ,30 |
|        | Médiane    | ,47                  | ,15 | ,30 | ,30 |
|        | Maximum    | ,47                  | ,30 | ,30 | ,30 |

| ANOVA  |               |                  |     |             |        |      |
|--------|---------------|------------------|-----|-------------|--------|------|
|        |               | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F      | Sig. |
| Clim1  | Inter-groupes | ,162             | 3   | ,054        | 5,911  | ,002 |
|        | Intragroupes  | ,449             | 49  | ,009        |        |      |
|        | Total         | ,611             | 52  |             |        |      |
| Clim2  | Inter-groupes | ,174             | 3   | ,058        | 7,255  | ,000 |
|        | Intragroupes  | ,391             | 49  | ,008        |        |      |
|        | Total         | ,564             | 52  |             |        |      |
| Clim3  | Inter-groupes | ,122             | 3   | ,041        | 9,877  | ,000 |
|        | Intragroupes  | ,202             | 49  | ,004        |        |      |
|        | Total         | ,324             | 52  |             |        |      |
| Clim4  | Inter-groupes | ,022             | 3   | ,007        | 2,305  | ,088 |
|        | Intragroupes  | ,157             | 49  | ,003        |        |      |
|        | Total         | ,179             | 52  |             |        |      |
| Clim5  | Inter-groupes | ,441             | 3   | ,147        | 8,860  | ,000 |
|        | Intragroupes  | ,813             | 49  | ,017        |        |      |
|        | Total         | 1,254            | 52  |             |        |      |
| Clim6  | Inter-groupes | ,101             | 3   | ,034        | 6,572  | ,001 |
|        | Intragroupes  | ,251             | 49  | ,005        |        |      |
|        | Total         | ,351             | 52  |             |        |      |
| Clim7  | Inter-groupes | ,547             | 3   | ,182        | 8,475  | ,000 |
|        | Intragroupes  | 1,055            | 49  | ,022        |        |      |
|        | Total         | 1,602            | 52  |             |        |      |
| Clim8  | Inter-groupes | ,881             | 3   | ,294        | 13,419 | ,000 |
|        | Intragroupes  | 1,072            | 49  | ,022        |        |      |
|        | Total         | 1,953            | 52  |             |        |      |
| Clim9  | Inter-groupes | ,497             | 3   | ,166        | 5,443  | ,003 |
|        | Intragroupes  | 1,491            | 49  | ,030        |        |      |
|        | Total         | 1,988            | 52  |             |        |      |
| Clim10 | Inter-groupes | ,187             | 3   | ,062        | 6,226  | ,001 |
|        | Intragroupes  | ,492             | 49  | ,010        |        |      |
|        | Total         | ,679             | 52  |             |        |      |

Tests post hoc

| Comparaisons multiples :          |                          |                          |                          |                 |       |                                |                  |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-------|--------------------------------|------------------|
| Différence significative de Tukey |                          |                          |                          |                 |       |                                |                  |
| Variable dépendante               | (I) Technological system | (J) Technological system | Différence moyenne (I-J) | Erreur standard | Sig.  | Intervalle de confiance à 95 % |                  |
|                                   |                          |                          |                          |                 |       | Borne inférieure               | Borne supérieure |
| Clim1                             | 1                        | 2                        | ,13816                   | ,03321          | ,001  | ,0498                          | ,2265            |
|                                   |                          | 3                        | ,07311                   | ,04132          | ,300  | -,0368                         | ,1830            |
|                                   |                          | 4                        | ,06339                   | ,03626          | ,310  | -,0330                         | ,1598            |
|                                   | 2                        | 3                        | -,06505                  | ,04487          | ,475  | -,1844                         | ,0543            |
|                                   |                          | 4                        | -,07477                  | ,04026          | ,260  | -,1818                         | ,0323            |
|                                   | 3                        | 4                        | -,00971                  | ,04717          | ,997  | -,1352                         | ,1157            |
| Clim2                             | 1                        | 2                        | ,13355                   | ,03099          | ,000  | ,0511                          | ,2159            |
|                                   |                          | 3                        | ,09168                   | ,03855          | ,095  | -,0108                         | ,1942            |
|                                   |                          | 4                        | ,09739                   | ,03382          | ,029  | ,0074                          | ,1873            |
|                                   | 2                        | 3                        | -,04187                  | ,04186          | ,750  | -,1532                         | ,0695            |
|                                   |                          | 4                        | -,03615                  | ,03756          | ,771  | -,1360                         | ,0637            |
|                                   | 3                        | 4                        | ,00571                   | ,04401          | ,999  | -,1113                         | ,1227            |
| Clim3                             | 1                        | 2                        | ,09321                   | ,02226          | ,001  | ,0340                          | ,1524            |
|                                   |                          | 3                        | ,11497                   | ,02769          | ,001  | ,0413                          | ,1886            |
|                                   |                          | 4                        | ,08383                   | ,02430          | ,006  | ,0192                          | ,1485            |
|                                   | 2                        | 3                        | ,02176                   | ,03008          | ,887  | -,0582                         | ,1017            |
|                                   |                          | 4                        | -,00938                  | ,02699          | ,985  | -,0812                         | ,0624            |
|                                   | 3                        | 4                        | -,03114                  | ,03162          | ,759  | -,1152                         | ,0529            |
| Clim5                             | 1                        | 2                        | ,17766                   | ,04470          | ,001  | ,0588                          | ,2965            |
|                                   |                          | 3                        | ,19733                   | ,05561          | ,005  | ,0494                          | ,3452            |
|                                   |                          | 4                        | ,18204                   | ,04880          | ,003  | ,0523                          | ,3118            |
|                                   | 2                        | 3                        | ,01967                   | ,06040          | ,988  | -,1410                         | ,1803            |
|                                   |                          | 4                        | ,00438                   | ,05419          | 1,000 | -,1397                         | ,1485            |
|                                   | 3                        | 4                        | -,01529                  | ,06349          | ,995  | -,1841                         | ,1536            |
| Clim6                             | 1                        | 2                        | ,10114                   | ,02481          | ,001  | ,0352                          | ,1671            |
|                                   |                          | 3                        | ,06652                   | ,03087          | ,150  | -,0156                         | ,1486            |
|                                   |                          | 4                        | ,07752                   | ,02709          | ,030  | ,0055                          | ,1496            |
|                                   | 2                        | 3                        | -,03462                  | ,03352          | ,731  | -,1238                         | ,0545            |
|                                   |                          | 4                        | -,02362                  | ,03008          | ,861  | -,1036                         | ,0564            |
|                                   | 3                        | 4                        | ,01100                   | ,03524          | ,989  | -,0827                         | ,1047            |
| Clim7                             | 1                        | 2                        | ,23261                   | ,05091          | ,000  | ,0972                          | ,3680            |
|                                   |                          | 3                        | ,19404                   | ,06334          | ,018  | ,0256                          | ,3625            |
|                                   |                          | 4                        | ,15961                   | ,05558          | ,030  | ,0118                          | ,3074            |
|                                   | 2                        | 3                        | -,03857                  | ,06879          | ,943  | -,2215                         | ,1444            |
|                                   |                          | 4                        | -,07300                  | ,06172          | ,640  | -,2371                         | ,0911            |
|                                   | 3                        | 4                        | -,03443                  | ,07231          | ,964  | -,2267                         | ,1579            |
| Clim8                             | 1                        | 2                        | ,28612                   | ,05133          | ,000  | ,1496                          | ,4226            |
|                                   |                          | 3                        | ,24590                   | ,06386          | ,002  | ,0761                          | ,4157            |
|                                   |                          | 4                        | ,22704                   | ,05604          | ,001  | ,0780                          | ,3761            |
|                                   | 2                        | 3                        | -,04022                  | ,06935          | ,938  | -,2247                         | ,1442            |
|                                   |                          | 4                        | -,05908                  | ,06222          | ,778  | -,2246                         | ,1064            |

**Comparaisons multiples :**

| Différence significative de Tukey |                          |                          |                          |                 |              |                                |                  |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|--------------|--------------------------------|------------------|
| Variable dépendante               | (I) Technological system | (J) Technological system | Différence moyenne (I-J) | Erreur standard | Sig.         | Intervalle de confiance à 95 % |                  |
|                                   |                          |                          |                          |                 |              | Borne inférieure               | Borne supérieure |
|                                   | 3                        | 4                        | <b>-,01886</b>           | <b>,07290</b>   | <b>,994</b>  | <b>-,2127</b>                  | <b>,1750</b>     |
| Clim9                             | 1                        | 2                        | <b>,22181</b>            | <b>,06052</b>   | <b>,003</b>  | <b>,0608</b>                   | <b>,3828</b>     |
|                                   |                          | 3                        | <b>,16422</b>            | <b>,07529</b>   | <b>,143</b>  | <b>-,0360</b>                  | <b>,3645</b>     |
|                                   |                          | 4                        | <b>,16965</b>            | <b>,06607</b>   | <b>,062</b>  | <b>-,0061</b>                  | <b>,3454</b>     |
|                                   | 2                        | 3                        | <b>-,05758</b>           | <b>,08177</b>   | <b>,895</b>  | <b>-,2751</b>                  | <b>,1599</b>     |
|                                   |                          | 4                        | <b>-,05215</b>           | <b>,07337</b>   | <b>,892</b>  | <b>-,2473</b>                  | <b>,1430</b>     |
|                                   | 3                        | 4                        | <b>,00543</b>            | <b>,08596</b>   | <b>1,000</b> | <b>-,2232</b>                  | <b>,2340</b>     |
| Clim10                            | 1                        | 2                        | <b>,14883</b>            | <b>,03476</b>   | <b>,000</b>  | <b>,0564</b>                   | <b>,2413</b>     |
|                                   |                          | 3                        | <b>,07795</b>            | <b>,04324</b>   | <b>,284</b>  | <b>-,0370</b>                  | <b>,1929</b>     |
|                                   |                          | 4                        | <b>,05652</b>            | <b>,03794</b>   | <b>,451</b>  | <b>-,0444</b>                  | <b>,1574</b>     |
|                                   | 2                        | 3                        | <b>-,07088</b>           | <b>,04696</b>   | <b>,440</b>  | <b>-,1958</b>                  | <b>,0540</b>     |
|                                   |                          | 4                        | <b>-,09231</b>           | <b>,04213</b>   | <b>,140</b>  | <b>-,2044</b>                  | <b>,0197</b>     |
|                                   | 3                        | 4                        | <b>-,02143</b>           | <b>,04936</b>   | <b>,972</b>  | <b>-,1527</b>                  | <b>,1098</b>     |

**Série 2 : Comparaisons des moyennes selon les technologies et les coefficients *Faune***

|        |            | Technological system |      |      |      |
|--------|------------|----------------------|------|------|------|
|        |            | 1                    | 2    | 3    | 4    |
| Faune1 | N valide   | 23                   | 13   | 7    | 10   |
|        | Moyenne    | ,23                  | ,53  | ,43  | ,52  |
|        | Ecart type | ,14                  | ,20  | ,22  | ,32  |
|        | Minimum    | ,06                  | ,17  | ,18  | ,12  |
|        | Médiane    | ,18                  | ,59  | ,39  | ,44  |
|        | Maximum    | ,57                  | ,97  | ,73  | 1,00 |
| Faune2 | N valide   | 23                   | 13   | 7    | 10   |
|        | Moyenne    | ,52                  | ,87  | ,68  | ,55  |
|        | Ecart type | ,27                  | ,28  | ,19  | ,26  |
|        | Minimum    | ,00                  | ,25  | ,50  | ,25  |
|        | Médiane    | ,50                  | 1,00 | ,75  | ,75  |
|        | Maximum    | 1,00                 | 1,00 | 1,00 | ,75  |
| Faune3 | N valide   | 23                   | 13   | 7    | 10   |
|        | Moyenne    | ,27                  | ,55  | ,42  | ,40  |
|        | Ecart type | ,15                  | ,22  | ,16  | ,25  |
|        | Minimum    | ,00                  | ,13  | ,27  | ,10  |
|        | Médiane    | ,24                  | ,63  | ,34  | ,38  |
|        | Maximum    | ,61                  | ,97  | ,73  | ,75  |

| ANOVA  |               |                  |     |             |       |      |
|--------|---------------|------------------|-----|-------------|-------|------|
|        |               | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F     | Sig. |
| Faune1 | Inter-groupes | ,989             | 3   | ,330        | 7,624 | ,000 |
|        | Intragroupes  | 2,118            | 49  | ,043        |       |      |
|        | Total         | 3,107            | 52  |             |       |      |
| Faune2 | Inter-groupes | 1,070            | 3   | ,357        | 5,171 | ,003 |
|        | Intragroupes  | 3,380            | 49  | ,069        |       |      |
|        | Total         | 4,450            | 52  |             |       |      |
| Faune3 | Inter-groupes | ,670             | 3   | ,223        | 5,939 | ,002 |
|        | Intragroupes  | 1,842            | 49  | ,038        |       |      |
|        | Total         | 2,512            | 52  |             |       |      |

**Tests post hoc**

| <b>Comparaisons multiples :</b>   |                          |                          |                          |                 |        |                                |                  |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|--------|--------------------------------|------------------|
| Différence significative de Tukey |                          |                          |                          |                 |        |                                |                  |
| Variable dépendante               | (I) Technological system | (J) Technological system | Différence moyenne (I-J) | Erreur standard | Sig.   | Intervalle de confiance à 95 % |                  |
|                                   |                          |                          |                          |                 |        | Borne inférieure               | Borne supérieure |
| Faune1                            | 1                        | 2                        | -,29431                  | ,07215          | ,001   | -,4862                         | -,1024           |
|                                   |                          | 3                        | -,19596                  | ,08976          | ,142   | -,4347                         | ,0427            |
|                                   |                          | 4                        | -,28639                  | ,07876          | ,004   | -,4959                         | -,0769           |
|                                   | 2                        | 3                        | ,09835                   | ,09748          | ,745   | -,1609                         | ,3576            |
|                                   |                          | 4                        | ,00792                   | ,08746          | 1,000  | -,2247                         | ,2405            |
|                                   |                          | 4                        | ,00792                   | ,08746          | 1,000  | -,2247                         | ,2405            |
| 3                                 | 4                        | -,09043                  | ,10247                   | ,814            | -,3629 | ,1821                          |                  |
| Faune2                            | 1                        | 2                        | -,34365                  | ,09114          | ,002   | -,5860                         | -,1013           |
|                                   |                          | 3                        | -,15683                  | ,11338          | ,516   | -,4584                         | ,1447            |
|                                   |                          | 4                        | -,02826                  | ,09949          | ,992   | -,2928                         | ,2363            |
|                                   | 2                        | 3                        | ,18681                   | ,12313          | ,435   | -,1407                         | ,5143            |
|                                   |                          | 4                        | ,31538                   | ,11048          | ,031   | ,0216                          | ,6092            |
|                                   | 3                        | 4                        | ,12857                   | ,12944          | ,754   | -,2157                         | ,4728            |
| Faune3                            | 1                        | 2                        | -,27930                  | ,06728          | ,001   | -,4582                         | -,1004           |
|                                   |                          | 3                        | -,15677                  | ,08369          | ,253   | -,3794                         | ,0658            |
|                                   |                          | 4                        | -,13091                  | ,07344          | ,294   | -,3262                         | ,0644            |
|                                   | 2                        | 3                        | ,12253                   | ,09090          | ,537   | -,1192                         | ,3643            |
|                                   |                          | 4                        | ,14838                   | ,08155          | ,277   | -,0685                         | ,3653            |
|                                   | 3                        | 4                        | ,02586                   | ,09555          | ,993   | -,2282                         | ,2800            |

## Annexe 4      Corrélations de Spearman entre les coefficients climatiques, technologiques et cynégétiques

|               | <i>Clim1</i> | <i>Clim2</i> | <i>Clim3</i> | <i>Clim4</i> | <i>Clim5</i> | <i>Clim6</i> | <i>Clim7</i> | <i>Clim8</i> | <i>Clim9</i> | <i>Clim10</i> |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <i>Lith1</i>  | -0,536       | -0,470       | -0,616       | 0,284        | -0,623       | -0,416       | -0,467       | -0,549       | -0,391       | -0,495        |
| <i>Lith2</i>  | -0,536       | -0,470       | -0,616       | 0,284        | -0,623       | -0,416       | -0,467       | -0,549       | -0,391       | -0,495        |
| <i>Lith3</i>  | -0,543       | -0,478       | -0,616       | NS           | -0,600       | -0,410       | -0,501       | -0,570       | -0,395       | -0,515        |
| <i>Lith4</i>  | -0,539       | -0,475       | -0,598       | NS           | -0,615       | -0,386       | -0,424       | -0,543       | -0,307       | -0,442        |
| <i>Lith5</i>  | -0,536       | -0,476       | -0,592       | NS           | -0,574       | -0,382       | -0,379       | -0,522       | NS           | -0,416        |
| <i>Lith6</i>  | -0,518       | -0,451       | -0,578       | NS           | -0,569       | -0,353       | -0,388       | -0,519       | -0,285       | -0,410        |
| <i>Lith7</i>  | -0,576       | -0,507       | -0,645       | NS           | -0,633       | -0,406       | -0,430       | -0,568       | -0,312       | -0,468        |
| <i>Faune1</i> | -0,469       | -0,395       | -0,507       | NS           | -0,343       | -0,291       | -0,374       | -0,414       | -0,421       | -0,385        |
| <i>Faune2</i> | -0,544       | -0,531       | -0,468       | 0,386        | NS           | -0,499       | -0,492       | -0,502       | -0,569       | -0,534        |
| <i>Faune3</i> | -0,492       | -0,460       | -0,451       | 0,292        | NS           | -0,405       | -0,454       | -0,433       | -0,521       | -0,461        |

|               | <i>Lith1</i> | <i>Lith2</i> | <i>Lith3</i> | <i>Lith4</i> | <i>Lith5</i> | <i>Lith6</i> | <i>Lith7</i> |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Faune1</i> | 0,576        | 0,576        | 0,563        | 0,465        | 0,455        | 0,494        | 0,511        |
| <i>Faune2</i> | 0,411        | 0,411        | 0,378        | 0,357        | 0,346        | 0,356        | 0,405        |
| <i>Faune3</i> | 0,480        | 0,480        | 0,476        | 0,380        | 0,358        | 0,388        | 0,420        |

## Annexe 5      La question des datations

Bien qu'au final nous ayons privilégié l'usage de *Clim10* et *Clim8* pour nos analyses, deux variables qui ne font pas appel aux datations des niveaux d'occupation, la majeure partie de nos coefficients ont été élaborés en faisant appel à ces datations. Les trois méthodes distinctes de datation qui sont rapportées dans la base de données de l'annexe 1 impliquent d'importantes marges d'erreur même si les résultats obtenus au final sont fiables (Guibert et al., 2008) et il existe des critiques sur la qualité des datations tant sur le plan méthodologique que sur celui de la représentativité des échantillons vis-à-vis des événements à dater. Parmi celle-ci notons particulièrement les hypothèses entourant le mode de dépôt des niveaux archéologiques. De plus, les techniques analytiques induisent elles-mêmes des erreurs expérimentales. Il s'en suit que d'importantes marges d'erreurs sont tout de même associées aux datations utilisées de par la nature même du contexte archéologique dans lequel se trouvaient le matériel daté et la manipulation de ce dernier.

La thermoluminescence, qui fut utilisée pour les sites d'Artenac (Guibert et al., 2008), Les Canalettes (Valladas et al., 1987 :1988), Chez Pinaud (Guibert et al., 2008) et Saint Césaire (Mercier et al., 1991, 1993, 1995; Valladas et al., 1999) permet la datation de la dernière chauffe de silex. Pour les sites de la Grotte XVI (Rigaud et al., 1995; Guibert et al., 1999) et Abri Suard (Schvoerer et al., 1977; Bechtel et al., 1979) cette méthode fut plutôt appliquée à des mélanges polyminéraux chauffés. Deux sources potentielles d'erreur liées à la variation temporelle de la dose annuelle d'irradiation (conséquence d'une évolution géochimique du milieu d'enfouissement) et aux variations spatiales de l'irradiation gamma (conséquence d'un remplissage sédimentaire par des matériaux naturels de radioactivité fort différente) sont ici les principales responsables des imprécisions rapportées (Guibert et al., 2008).

La résonance paramagnétique électronique (ESR) a été essentiellement appliquée à l'émail dentaire et fût utilisée pour les sites de Pech-de-l'Azé II (Schwarcz et Blakwell, 1983; Grün et al., 1991), Pech-de-l'Azé I (Soressi, 2002) et Sous les Vignes (Valladas et al., 1999). Ce type de datation nécessite la prise de plusieurs sous-échantillons provenant de la même dent et repose sur la connaissance du mode d'incorporation de l'uranium dans la dent au cours

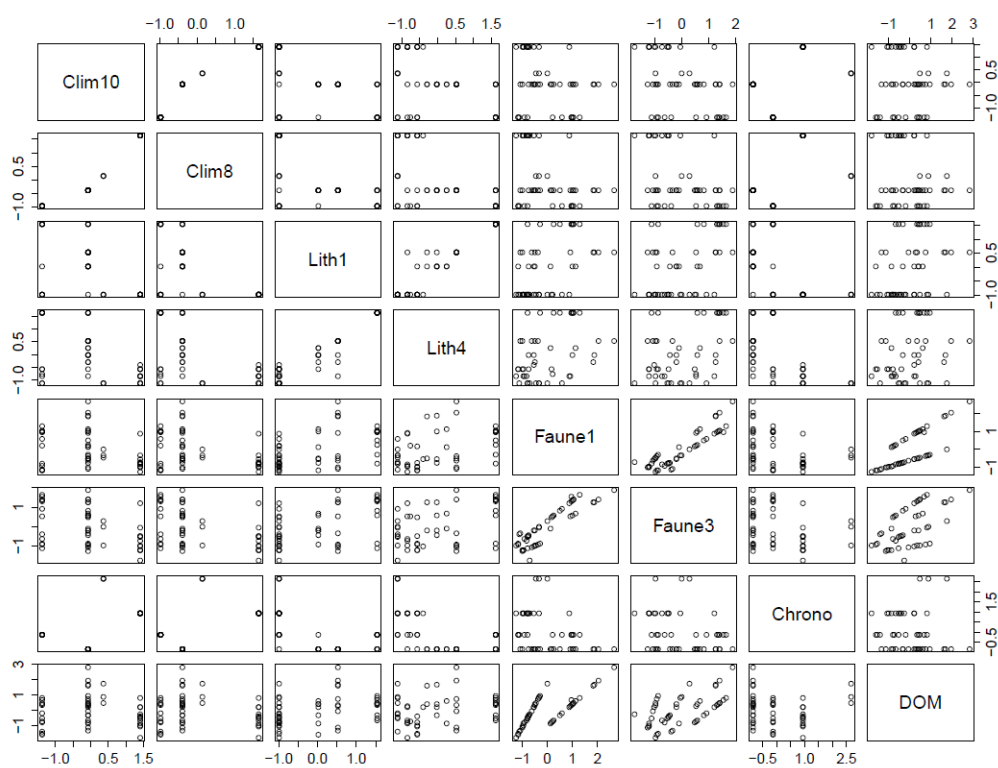


de l'enfouissement. Ceci est en fait estimé par modélisation ce qui, selon le modèle adopté, peut mener à des résultats assez différents (Guibert et al., 2008) d'où les marges d'erreur rapportées.

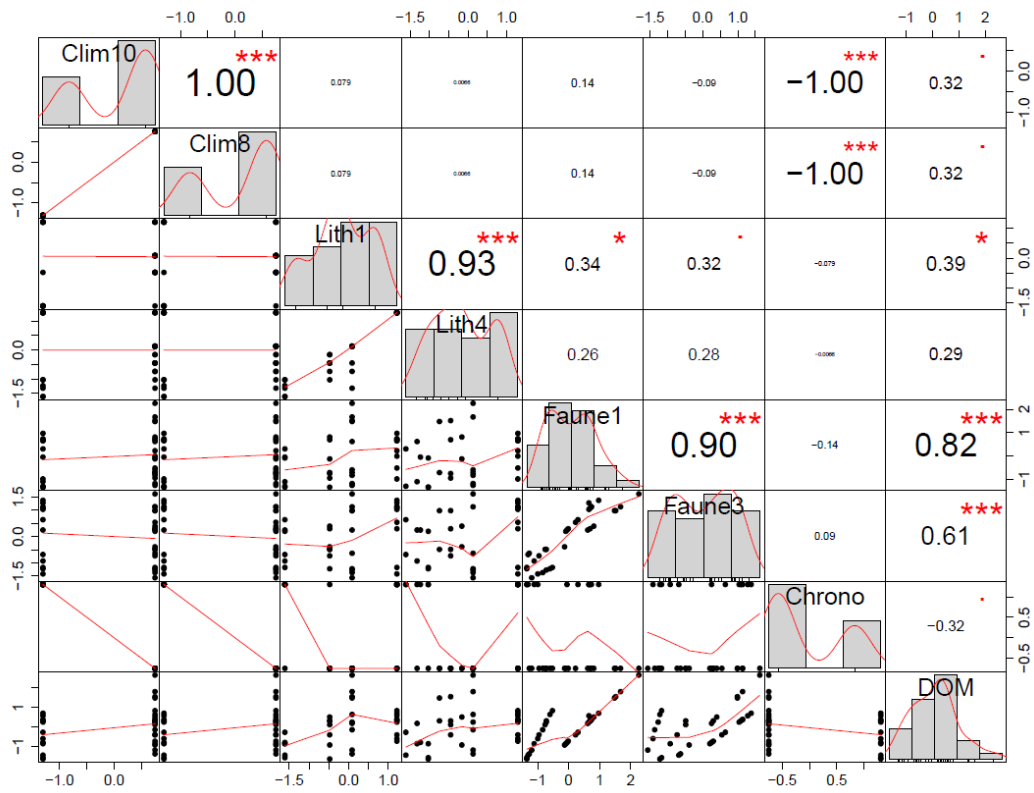
La datation par l'équilibre isotopique Uranium/Thorium (U/Th), contrairement à la thermoluminescence ou la résonance paramagnétique électronique, mène à des résultats qui dépendent peu de l'environnement, des matériaux datés et de leur évolution dans le temps. La spectrométrie de masse et la spectrométrie alpha sont ici mises à contribution. Les sites de Rescoundudou (Jaubert et al., 1992) et de la Grotte Vaufrey (Blackwell et Schwarcz, 1988) ont été datés par cette méthode. La spectrométrie de masse est parfois couplée à la thermo-ionisation (TIMS) comme ce fut le cas à l'Abri-Bourgeois-Delaunay (Blackwell et al., 1983; Couchoud, 2006). Cette technique nécessite de multiples datations sur un même objet ce qui peut mener à une plage chronologique plus étendue et se reflète dans les marges d'erreur rapportées.

# Annexe 6 Tests exploratoires à la sélection des coefficients.

Sélection des variables pour les corrélations multivariées appliquée à tous les stades isotopiques



### Sélection des variables pour les corrélations multivariées appliquée aux stades isotopiques 4 et 3



## Annexe 7 Résultats du modèle Akaike Information

### Criteria pour *Lith1* et *Lith4*

Pages xlv et xlvi : Résultats AIC pour *Lith1* appliqués à tous les stades isotopiques sur l'ensemble des niveaux d'occupation du tableau I

```
## ----- Define formulae
form.0=lm(Lith1~ 1)
form.1=lm(Lith1 ~ Chrono)
form.2=lm(Lith1 ~ Chrono + Clim8)
form.3=lm(Lith1~ Chrono + Clim8 + DOM)
form.4=lm(Lith1~ Faune1 + Clim8)
form.5=lm(Lith1~ Faune1 + Clim8 + Chrono)
form.6=lm(Lith1~ Faune1 + DOM + Clim8 + Chrono)
form.7=lm(Lith1~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim8 + DOM)
form.8=lm(Lith1 ~ Chrono + Clim10)
form.9=lm(Lith1~ Chrono + Clim10 + DOM)
form.10=lm(Lith1~ Faune1 + Clim10)
form.11=lm(Lith1~ Faune1 + Clim10 + Chrono)
form.12=lm(Lith1~ Faune1 + DOM + Clim10 + Chrono)
form.13=lm(Lith1~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim10 + Clim8 + DOM)
form.14<-stepAIC(form.13)
```

Model selection based on AICc: (Delta AICc = valeur critique; Wt = « poids »)

|         | K | AICc  | Delta | AICc | AICc | Wt     | Cum.Wt | LL |
|---------|---|-------|-------|------|------|--------|--------|----|
| form.14 | 5 | 21.67 | 0.00  | 0.22 | 0.22 | -5.12  |        |    |
| form.9  | 5 | 21.67 | 0.00  | 0.22 | 0.43 | -5.12  |        |    |
| form.3  | 5 | 22.21 | 0.54  | 0.16 | 0.60 | -5.39  |        |    |
| form.5  | 5 | 22.89 | 1.22  | 0.12 | 0.72 | -5.73  |        |    |
| form.11 | 5 | 23.56 | 1.90  | 0.08 | 0.80 | -6.07  |        |    |
| form.12 | 6 | 24.11 | 2.44  | 0.06 | 0.86 | -5.03  |        |    |
| form.6  | 6 | 24.40 | 2.73  | 0.06 | 0.92 | -5.18  |        |    |
| form.2  | 4 | 25.85 | 4.18  | 0.03 | 0.94 | -8.46  |        |    |
| form.4  | 4 | 26.76 | 5.09  | 0.02 | 0.96 | -8.91  |        |    |
| form.7  | 7 | 26.79 | 5.12  | 0.02 | 0.98 | -4.99  |        |    |
| form.8  | 4 | 27.38 | 5.72  | 0.01 | 0.99 | -9.23  |        |    |
| form.13 | 8 | 29.45 | 7.78  | 0.00 | 1.00 | -4.88  |        |    |
| form.10 | 4 | 30.64 | 8.98  | 0.00 | 1.00 | -10.86 |        |    |
| form.1  | 3 | 30.68 | 9.01  | 0.00 | 1.00 | -12.07 |        |    |
| form.0  | 2 | 50.46 | 28.79 | 0.00 | 1.00 | -23.09 |        |    |

Warning message:

In aictab.AIClm(forms, formnames, second.ord = T) :

Check model structure carefully as some models may be redundant (= le step AICc a choisi notre modèle « 9 »)

> form.14

Call:

lm(formula = Lith1 ~ Chrono + Clim10 + DOM)

Coefficients:

| (Intercept) | Chrono    | Clim10    | DOM      |
|-------------|-----------|-----------|----------|
| 0.626117    | -0.005307 | -1.015582 | 0.789006 |

```
> summary(form.14)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = Lith1 ~ Chrono + Clim10 + DOM)
```

```
Residuals:
```

```
   Min      1Q  Median      3Q      Max
-0.55213 -0.15945 -0.00057  0.16078  0.52805
```

```
Coefficients:
```

```
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.626117   0.206808   3.028 0.004113 **
Chrono      -0.005307   0.001383  -3.837 0.000395 ***
Clim10     -1.015582   0.404744  -2.509 0.015857 *
DOM         0.789006   0.275291   2.866 0.006352 **
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.2812 on 44 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5272, Adjusted R-squared:  0.4949
F-statistic: 16.35 on 3 and 44 DF, p-value: 2.778e-07
```

```
> vif(form.14) (<5 c'est bon)
```

```
  Chrono  Clim10  DOM
1.288682 1.287087 1.003288
```

**Pages xvii et xviii : Résultats test AIC sur *Lith4* appliqués à tous les stades isotopiques et sur sur l'ensemble des niveaux d'occupation du tableau I**

```
## ----- Define formulae
form.0=lm(Lith4~ 1)
form.1=lm(Lith4 ~ Chrono)
form.2=lm(Lith4 ~ Chrono + Clim8)
form.3=lm(Lith4~ Chrono + Clim8 + DOM)
form.4=lm(Lith4~ Faune1 + Clim8)
form.5=lm(Lith4~ Faune1 + Clim8 + Chrono)
form.6=lm(Lith4~ Faune1 + DOM + Clim8 + Chrono)
form.7=lm(Lith4~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim8 + DOM)
form.8=lm(Lith4 ~ Chrono + Clim10)
form.9=lm(Lith4~ Chrono + Clim10 + DOM)
form.10=lm(Lith4~ Faune1 + Clim10)
form.11=lm(Lith4~ Faune1 + Clim10 + Chrono)
form.12=lm(Lith4~ Faune1 + DOM + Clim10 + Chrono)
form.13=lm(Lith4~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim10 + Clim8 + DOM)
form.14<-stepAIC(form.13)
```

Model selection based on AICc:

|         | K | AICc  | Delta_AICc | AICcWt | Cum.Wt | LL     |
|---------|---|-------|------------|--------|--------|--------|
| form.14 | 5 | 24.09 | 0.00       | 0.15   | 0.15   | -6.33  |
| form.9  | 5 | 24.09 | 0.00       | 0.15   | 0.30   | -6.33  |
| form.11 | 5 | 24.41 | 0.33       | 0.13   | 0.43   | -6.49  |
| form.5  | 5 | 24.80 | 0.71       | 0.11   | 0.54   | -6.69  |
| form.2  | 4 | 24.90 | 0.81       | 0.10   | 0.64   | -7.99  |
| form.8  | 4 | 24.95 | 0.86       | 0.10   | 0.74   | -8.01  |
| form.3  | 5 | 25.09 | 1.00       | 0.09   | 0.83   | -6.83  |
| form.12 | 6 | 26.49 | 2.40       | 0.05   | 0.88   | -6.22  |
| form.1  | 3 | 26.87 | 2.79       | 0.04   | 0.92   | -10.16 |
| form.6  | 6 | 27.25 | 3.16       | 0.03   | 0.95   | -6.60  |
| form.4  | 4 | 27.63 | 3.55       | 0.03   | 0.97   | -9.35  |
| form.10 | 4 | 29.35 | 5.26       | 0.01   | 0.99   | -10.21 |
| form.7  | 7 | 29.40 | 5.32       | 0.01   | 1.00   | -6.30  |
| form.13 | 8 | 31.58 | 7.50       | 0.00   | 1.00   | -5.95  |
| form.0  | 2 | 42.47 | 18.39      | 0.00   | 1.00   | -19.10 |

Warning message:

In aictab.AIClm(forms, formnames, second.ord = T) :

Check model structure carefully as some models may be redundant (= de nouveau le modele 9 est egalement choisi par la procédure stepAIC)

> form.14

Call:

```
lm(formula = Lith4 ~ Chrono + Clim10 + DOM)
```

Coefficients:

```
(Intercept)   Chrono   Clim10     DOM
  0.703757  -0.004524  -0.860209  0.504348
```

> summary(form.14)

Call:

```
lm(formula = Lith4 ~ Chrono + Clim10 + DOM)
```

Residuals:

```
   Min     1Q  Median     3Q    Max
-0.5490 -0.1771 -0.0173  0.1509  0.5068
```

Coefficients:

|             | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t ) |    |
|-------------|-----------|------------|---------|----------|----|
| (Intercept) | 0.703757  | 0.212088   | 3.318   | 0.00182  | ** |
| Chrono      | -0.004524 | 0.001419   | -3.189  | 0.00263  | ** |
| Clim10      | -0.860209 | 0.415077   | -2.072  | 0.04412  | *  |
| DOM         | 0.504348  | 0.282320   | 1.786   | 0.08092  | .  |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2883 on 44 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4127, Adjusted R-squared: 0.3727

F-statistic: 10.31 on 3 and 44 DF, p-value: 2.926e-05

>

> vif(form.14)

| Chrono   | Clim10   | DOM      |
|----------|----------|----------|
| 1.288682 | 1.287087 | 1.003288 |

## Pages xlix et l : Résultats du test AIC sur *Lith4* appliqués aux stades isotopiques 4 et 3 des niveaux d'occupation du tableau I

Lithique 4

```
form.0=lm(Lith4~ 1)
form.1=lm(Lith4 ~ DOM)
form.2=lm(Lith4 ~ Chrono + Clim8)
form.3=lm(Lith4~ Chrono + Clim8 + DOM)
form.4=lm(Lith4~ Faune1 + Clim8)
form.5=lm(Lith4~ Faune1 + Clim8 + Chrono)
form.6=lm(Lith4~ Faune1 + DOM + Clim8 + Chrono)
form.7=lm(Lith4~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim8 + DOM)
form.8=lm(Lith4 ~ Chrono + Clim10)
form.9=lm(Lith4~ Chrono + Clim10 + DOM)
form.10=lm(Lith4~ Faune1 + Clim10)
form.11=lm(Lith4~ Faune1 + Clim10 + Chrono)
form.12=lm(Lith4~ Faune1 + DOM + Clim10 + Chrono)
form.13=lm(Lith4~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim10 + Clim8 + DOM)
form.14<-stepAIC(form.13)
```

Model selection based on AICc:

|         | K | AICc  | Delta_AICc | AICcWt | Cum.Wt | LL     |
|---------|---|-------|------------|--------|--------|--------|
| form.14 | 3 | 26.38 | 0.00       | 0.20   | 0.20   | -9.78  |
| form.1  | 3 | 26.38 | 0.00       | 0.20   | 0.41   | -9.78  |
| form.0  | 2 | 26.85 | 0.47       | 0.16   | 0.57   | -11.23 |
| form.9  | 4 | 28.70 | 2.31       | 0.06   | 0.63   | -9.63  |
| form.3  | 4 | 28.70 | 2.31       | 0.06   | 0.69   | -9.63  |
| form.8  | 3 | 29.28 | 2.90       | 0.05   | 0.74   | -11.23 |
| form.2  | 3 | 29.28 | 2.90       | 0.05   | 0.79   | -11.23 |
| form.11 | 4 | 29.57 | 3.19       | 0.04   | 0.83   | -10.07 |
| form.10 | 4 | 29.57 | 3.19       | 0.04   | 0.87   | -10.07 |
| form.5  | 4 | 29.57 | 3.19       | 0.04   | 0.91   | -10.07 |
| form.4  | 4 | 29.57 | 3.19       | 0.04   | 0.95   | -10.07 |
| form.6  | 5 | 31.48 | 5.10       | 0.02   | 0.97   | -9.63  |
| form.12 | 5 | 31.48 | 5.10       | 0.02   | 0.99   | -9.63  |
| form.13 | 6 | 33.05 | 6.66       | 0.01   | 0.99   | -8.91  |
| form.7  | 6 | 33.05 | 6.66       | 0.01   | 1.00   | -8.91  |

Warning message:

```
In aictab.AIClm(forms, formnames, second.ord = T) :
Check model structure carefully as some models may be redundant
```

```
> form.14
```

Call:

```
lm(formula = Lith4 ~ DOM)
```

Coefficients:

```
(Intercept)      DOM
  0.1737      0.6447
```

```
> summary(form.14)
```

Call:

```
lm(formula = Lith4 ~ DOM)
```



Residuals:

| Min     | 1Q      | Median  | 3Q     | Max    |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -0.5283 | -0.2703 | -0.1057 | 0.3750 | 0.5168 |

Coefficients:

|             | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|-------------|----------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | 0.1737   | 0.2337     | 0.743   | 0.463    |
| DOM         | 0.6447   | 0.3822     | 1.687   | 0.102    |

Residual standard error: 0.3358 on 31 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.08406, Adjusted R-squared: 0.05452

F-statistic: 2.845 on 1 and 31 DF, p-value: 0.1017

## Pages li et lii : Résultats du test AIC sur *Lith1* appliqués sur les stades isotopiques 4 et 3 des niveaux d'occupation du tableau I

```

> form.0=lm(Lith1~ 1)
> form.1=lm(Lith1 ~ DOM)
> form.2=lm(Lith1 ~ Chrono + Clim8)
> form.3=lm(Lith1~ Chrono + Clim8 + DOM)
> form.4=lm(Lith1~ Faune1 + Clim8)
> form.5=lm(Lith1~ Faune1 + Clim8 + Chrono)
> form.6=lm(Lith1~ Faune1 + DOM + Clim8 + Chrono)
> form.7=lm(Lith1~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim8 + DOM)
> form.8=lm(Lith1 ~ Chrono + Clim10)
> form.9=lm(Lith1~ Chrono + Clim10 + DOM)
> form.10=lm(Lith1~ Faune1 + Clim10)
> form.11=lm(Lith1~ Faune1 + Clim10 + Chrono)
> form.12=lm(Lith1~ Faune1 + DOM + Clim10 + Chrono)
> form.13=lm(Lith1~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim10 + Clim8 + DOM)
> form.14<-stepAIC(form.13)
Start: AIC=-66.17
Lith1 ~ Faune1 + Faune3 + Chrono + Clim10 + Clim8 + DOM

> ## ----- Summarize AIC results, including weightings. Using formaicavg package.
> forms<- list(form.0, form.1, form.2, form.3, form.4, form.5, form.6, form.7, form.8, form.9, form.10, form.11, form.12,
form.13, form.14)
> formnames<- c("form.0", "form.1", "form.2", "form.3", "form.4", "form.5", "form.6", "form.7", "form.8", "form.9",
"form.10", "form.11", "form.12", "form.13", "form.14")
> aictab(forms, formnames, second.ord=T)

```

Model selection based on AICc:

|         | K | AICc  | Delta_AICc | AICcWt | Cum.Wt | LL     |
|---------|---|-------|------------|--------|--------|--------|
| form.14 | 3 | 25.37 | 0.00       | 0.27   | 0.27   | -9.27  |
| form.1  | 3 | 25.37 | 0.00       | 0.27   | 0.54   | -9.27  |
| form.9  | 4 | 27.88 | 2.51       | 0.08   | 0.62   | -9.23  |
| form.3  | 4 | 27.88 | 2.51       | 0.08   | 0.70   | -9.23  |
| form.0  | 2 | 28.49 | 3.12       | 0.06   | 0.76   | -12.05 |
| form.11 | 4 | 29.31 | 3.94       | 0.04   | 0.80   | -9.94  |
| form.10 | 4 | 29.31 | 3.94       | 0.04   | 0.83   | -9.94  |
| form.5  | 4 | 29.31 | 3.94       | 0.04   | 0.87   | -9.94  |
| form.4  | 4 | 29.31 | 3.94       | 0.04   | 0.91   | -9.94  |
| form.12 | 5 | 30.65 | 5.27       | 0.02   | 0.93   | -9.21  |
| form.6  | 5 | 30.65 | 5.27       | 0.02   | 0.95   | -9.21  |
| form.8  | 3 | 30.71 | 5.34       | 0.02   | 0.97   | -11.94 |
| form.2  | 3 | 30.71 | 5.34       | 0.02   | 0.99   | -11.94 |
| form.13 | 6 | 32.71 | 7.34       | 0.01   | 0.99   | -8.74  |
| form.7  | 6 | 32.71 | 7.34       | 0.01   | 1.00   | -8.74  |

Warning message:

```

In aictab.AIClm(forms, formnames, second.ord = T) :
Check model structure carefully as some models may be redundant

```

```

> form.14

```

Call:

```

lm(formula = Lith1 ~ DOM)

```

Coefficients:  
(Intercept)      DOM  
0.03867    0.89682

> summary(form.14)

Call:  
lm(formula = Lith1 ~ DOM)

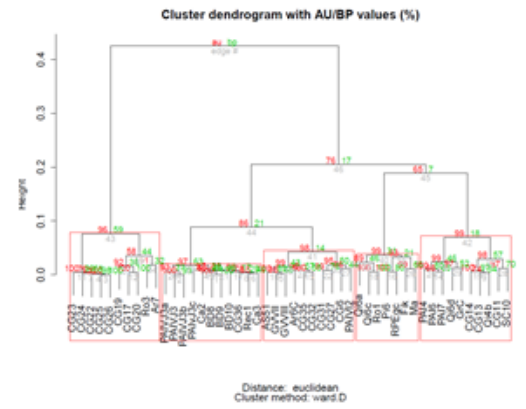
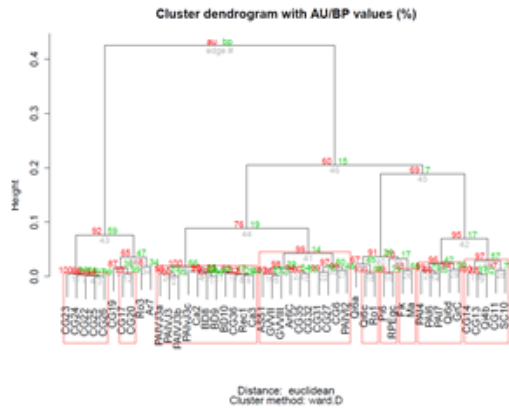
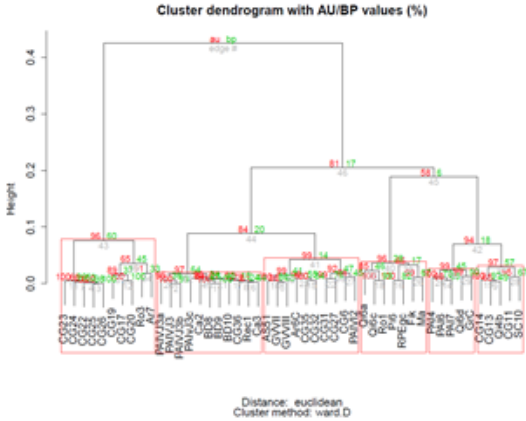
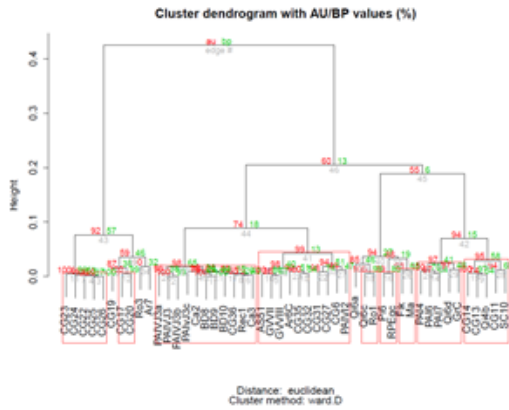
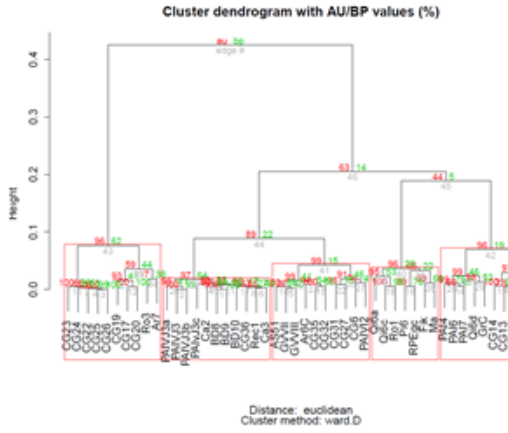
Residuals:  
Min    1Q    Median    3Q    Max  
-0.53192 -0.21890 -0.04224 0.33356 0.53086

Coefficients:  
          Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) 0.03867    0.23017    0.168 0.8677  
DOM        0.89682    0.37637    2.383 0.0235 \*

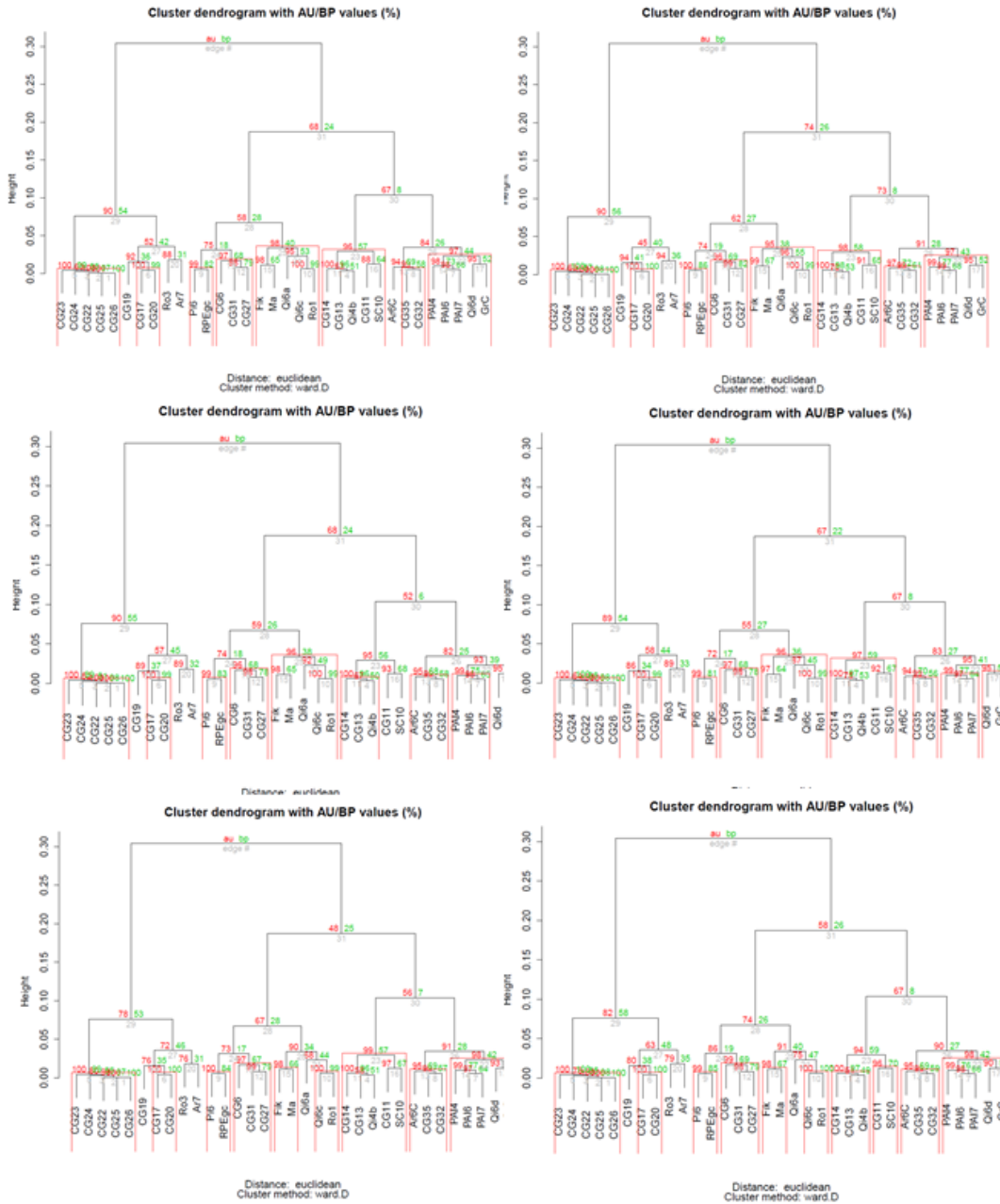
---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3306 on 31 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.1548, Adjusted R-squared: 0.1275  
F-statistic: 5.678 on 1 and 31 DF, p-value: 0.0235

# Annexe 8 Analyse de sensibilité du dendrogramme de Ward de la figure 19



# Annexe 9 Analyse de sensibilité du dendrogramme de Ward de la figure 20



## Annexe 10 Interprétation sommaire des résultats AIC sur *Lith1* et *Lith4*

Les résultats des analyses multivariées AIC appliquées à *Lith1* et *Lith4* et faisant appel à l'ensemble des variables prédictrices sélectionnées montrent qu'essentiellement le même modèle est choisi dans les deux cas mais qu'il prédit davantage la variabilité de *Lith1* (tableaux XXIV et XXV et annexe 7). Ces résultats tendent à démontrer que la culture et non le climat est le plus important des facteurs à considérer. Il faut par contre noter que les variables climatiques présentent des corrélations de Spearman fortes avec *CHRONO* (de l'ordre du +0,5 à +0,6). Ceci n'est pas étranger au fait que les stades 5 et 6 ont été les plus chauds en termes relatifs alors que les stades 3 et 4, toujours en termes relatifs, ont été les plus froids. Les variations climatiques associées aux stades isotopiques présentent donc, de façon fortuite, une certaine association avec le passage du temps ce qui rend l'interprétation difficile car ces deux variables vont donc dans le même sens. Ce résultat est possiblement la résultante de la faiblesse de nos variables climatiques attribuées à des plages temporelles trop large. Cependant avec des  $R^2$  de 0,49 et 0,37 respectivement il est clair que d'autres facteurs ont une influence sur la variabilité des *Lith*. Il apparaît également que nos variables cynégétiques *Faune1* et *Faune3* n'entrent pas dans la composition de nos équations finales de régressions. C'est plutôt la racine de ces variables, le %NISP (*DOMINANT*), qui est un meilleur prédicteur (les corrélations de Spearman que l'on retrouve entre ces variables sont de l'ordre du +0,6 à +0,75). Ces derniers résultats indiquent que la nature de la chasse (spécialisée ou non) telle que représentée par *DOMINANT* plus que la mobilité des proies en soi ait joué un rôle dans les choix technologiques ce qui nuance l'hypothèse de Delagnes et Rendu à cet effet. Néanmoins la variable *Faune1* apparaît comme prédicteur dans les quatre itérations du modèle AIC (annexe 7) qui précèdent l'établissement des équations finales pour *Lith1* et *Lith4*, une indication que la mobilité des proies aurait joué un rôle même si il apparaît comme secondaire. Il appert donc que les divers facteurs sont interreliés : *CHRONO* avec *Clim* et *DOMINANT* avec *Faune*. Au final la variabilité de *Lith1* est toutefois mieux expliquée que celle de *Lith4*. Les faunes retrouvées dans les niveaux d'occupation associés à la production Levallois de la

base de données de Delagnes et Rendu présentent un profil de mobilité réduite dans 85% des cas (figure 15 et tableaux XVI et XVII). Le fait d'avoir inscrit dans *Lith4* une graduation de mobilité dans les diverses sous-composantes du Levallois a donc pu nuire aux résultats ( $R^2 = 0,37$ ). De plus *Lith4* repose sur une l'interprétation de technologies potentiellement issue de diverses activités contemporaines ou séquentielles. Ce résultat est possiblement le reflet des limites inhérentes à notre méthodologie.