

Direction du travail :

Prof. Marie Besse - Université de Genève

Dr Jacqueline Studer - Muséum d'histoire naturelle de Genève

Tuteur scientifique :

M. Marcel Jeannet - Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Université de
Provence - Aix-Marseille 1, UMR 6636

UNIVERSITE DE GENEVE

Section de biologie

Département d'anthropologie et d'écologie

Laboratoire d'archéologie préhistorique et
d'histoire des peuplements

FACULTE DES SCIENCES

**LES MICROMAMMIFERES (*CHIROPTERA, INSECTIVORA ET RODENTIA*)
COMME INDICATEURS DE L'ENVIRONNEMENT AU TARDIGLACIAIRE ET A
L'HOLOCENE : LE CAS DU MOULIN DU ROC
(SAINT-CHAMASSY, DORDOGNE, FRANCE).**

Travail de diplôme

Par

Julien OPPLIGER

Genève 2008

Direction du travail :

Prof. Marie Besse - Université de Genève

Dr Jacqueline Studer - Muséum d'histoire naturelle de Genève

Tuteur scientifique :

M. Marcel Jeannet - Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Université de
Provence - Aix-Marseille 1, UMR 6636

Sauf mention contraire, toutes les illustrations sont de l'auteur.

L'illustration de la page de couverture, ainsi que les images en tête de chapitre ont été réalisées par Y. Reymond (Département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève).

Se donner du mal pour les petites choses, c'est
parvenir aux grandes, avec le temps.

Samuel Beckett



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier la professeure Marie Besse (Département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève) et la Dr. Jacqueline Studer (Département d'archéozoologie, Muséum d'histoire naturelle de Genève) qui ont accepté la direction de ce travail. Votre confiance, vos commentaires, discussions et conseils dispensés tout au long de l'élaboration de ce mémoire m'ont été très bénéfiques.

Mes remerciements vont également à M. Marcel Jeannet (Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme Université de Provence - Aix-Marseille 1, UMR 6636) pour avoir comblé mes nombreuses lacunes dans la détermination et la connaissance des rongeurs. Merci pour ta confiance témoignée en m'autorisant à utiliser non seulement les données de la méthode de l'écologie quantifiée en cours de publication, mais également pour tes précieux conseils, tes encouragements, ta disponibilité et l'accueil chaleureux lors de mes venues dans le mâconnais.

Je sais que sans les quelques rencontres décisives au cours de mon parcours, ce travail, mais surtout ce sujet, n'aurait probablement jamais vu le jour. En écrivant ces quelques lignes, je ne saurais oublier Philippe Morel, qui en plus de m'avoir fait découvrir les préambules de l'archéozoologie, m'a initié à la détermination des chauves-souris. Puis, ce fut la rencontre avec le professeur Louis Chaix, qui m'a accueilli ponctuellement au Muséum d'histoire naturelle de Genève et a également répondu à toutes mes interrogations de débutant en archéozoologie. Ces deux personnalités, passionnantes et passionnées, furent à l'origine de mes choix quant à la suite à donner à mes études, une fois la maturité fédérale en poche. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je souhaite également remercier le Dr. Jean-Jacques Cleyet-Merle, directeur du Musée national de préhistoire (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne, France) pour la mise à disposition des infrastructures nécessaires au tri des sédiments du Moulin du Roc, et pour avoir autorisé l'étude du matériel au Muséum d'histoire naturelle de Genève.

C'est à M. André Morala, responsable de la fouille du Moulin du Roc et assistant ingénieur au Musée national de préhistoire, que je dois d'avoir pu étudier les micromammifères de ce gisement. Tout au long de l'étude, ses conseils et la mise à disposition de toutes les données relatives aux campagnes de fouilles m'ont été d'un grand secours.

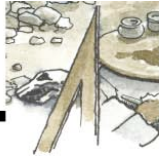
L'esthétique de ce travail serait bien moindre sans la superbe illustration de couverture réalisée par M. Yves Reymond (Département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève). Merci d'avoir su imaginer une image d'une telle originalité et qualité.

Durant les différentes phases d'élaboration de ce mémoire, j'ai eu la chance de pouvoir compter sur un certain nombre de personnes, qui de part leurs conseils, leur aide et leurs remarques, ont été d'un grand soutien. Mes remerciements s'adressent notamment à Mme Peggy Bonnet-Jacquement, Dr. Stéphane Madelaine et M. Bernard Nicolas (Musée national de Préhistoire), à la Dr. Jocelyne Desideri (Département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève), à Mme Christelle Mougin, bibliothécaire (Muséum d'histoire naturelle de Genève) et au Dr. Manuel Ruedi (Département de mammalogie et d'ornithologie, Muséum d'histoire naturelle de Genève).

Je remercie aussi les différents collaborateurs du Département d'anthropologie et d'écologie et du Muséum d'histoire naturelle, avec lesquels j'ai eu l'occasion de partager des discussions amicales.

Enfin, merci à Dédé et Claude pour m'avoir accueilli chaleureusement en terres conquises. Merci pour tous ces rires partagés. Je ne puis oublier d'avoir une pensée pour Yvette qui m'a vraiment gâté lors de mes visites et qui a supporté de nombreuses discussions préhistoriques.

Et pour terminer, c'est auprès de ma famille et amis que je trouve le plus grand soutien. Vos encouragements et votre compréhension, depuis toutes ces années, me sont extrêmement précieux et sont le moteur de ma réussite.



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
1.1. Généralités	1
1.2. Problématique et objectifs	2
2. LE MOULIN DU ROC	5
2.1. Situation géographique	5
2.2. Description du site	5
2.3. Historique des recherches	6
2.4. Stratigraphie	7
2.5. Les occupations	10
2.5.1. Néolithique	10
2.5.2. Mésolithique	11
2.5.3. Magdalénien final	11
2.5.4. Magdalénien supérieur	12
3. MATERIEL ET METHODE	15
3.1. Acquisition des données	15
3.1.1. Sur le site du Moulin du Roc	15
3.1.2. En laboratoire	15
3.1.3. Le corpus	15
3.2. Déterminations	17
3.2.1. Création d'un outil de travail	17
3.2.2. La microfaune du Moulin du Roc	17
3.2.3. Terminologie	18
3.2.4. Mesures	19
3.3. Unités de quantification	19
3.4. Paléo-environnement	21
3.4.1. Quantification	21
3.4.2. Ecologie	24
3.4.3. Autres méthodes	24
3.5. Taphonomie	25
4. ESPECES IDENTIFIEES	29
4.1. Spectre faunique	29
4.2. Les espèces	31
4.2.1. Les rongeurs	31
4.2.2. Les chiroptères	47
4.2.3. Les insectivores	53

5. DONNEES PALEO-ENVIRONNEMENTALES ET TAPHONOMIQUES	61
5.1. Conditions environnementales actuelles	61
5.2. Quantification du paléo-environnement	63
5.3. Approches taphonomiques et actualistes	65
6. ANALYSES ET INTERPRETATIONS	71
6.1. Zone centrale	71
6.1.1. Couche jaune	71
6.1.2. Couche brune s./	73
6.2. Abri sommital	77
6.2.1. Couche bigarrée	77
6.2.2. Couche sépulcrale	78
6.3. Zone est	79
6.4. Synthèse	79
6.4.1. Paléo-environnement	79
6.4.2. Taphonomie	83
7. COMPARAISONS	87
7.1. Abri-sous-roche de Pont d'Ambon	87
7.2. Grotte du Bois-Ragot	89
7.3. Synthèse	91
8. DISCUSSION	99
8.1. Paléo-environnement	99
8.2. Taphonomie	100
8.3. Milieu environnant vs Milieu de chasse	101
8.4. Occupation du site par l'Homme ou l'animal ?	102
8.5. Le paléo-environnement vu par d'autres disciplines	102
8.6. Espèces et peuplements	103
9. CONCLUSION	105
BIBLIOGRAPHIE	109
LISTE DES FIGURES	125
LISTE DES TABLEAUX	129



INTRODUCTION

1.1. Généralités

À l'heure des grands débats quant au réchauffement climatique et changements environnementaux, nous pouvons faire un rapprochement avec ce travail de recherche. En effet, ce dernier a pour but de proposer une reconstitution du climat et de l'environnement tels qu'ils auraient pu être à la fin de la dernière grande glaciation autour de l'abri-sous-roche du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) par l'étude des micromammifères. Les différents niveaux archéologiques de ce site sont, à la fois, chronologiquement proches d'un important changement climatique, mais également bien postérieurs. Ceci nous laisse ainsi entrevoir les conséquences de ces modifications sur les peuplements micromammaliens, voire humains de cette région.

Les fouilles menées sur ce gisement mirent au jour une succession d'occupations datées du Magdalénien, du Sauveterrien et du Néolithique final. Les investigations entreprises, le tamisage des sédiments, puis le tri de ceux-ci permirent de découvrir une abondante microfaune, comprenant essentiellement des micromammifères.

Les micromammifères, c'est-à-dire les rongeurs, insectivores et chiroptères, sont d'excellents indicateurs paléo-environnementaux et paléo-climatiques, de par leur grande diversité taxonomique et leur inféodation, pour la plupart d'entre eux, à des biotopes précis. Ces trois ordres regroupent, de nos jours, environ 3'845 espèces (Wilson et Reeder, 2005), soit près de 70 % des mammifères occupant l'ensemble du globe. 40 % d'entre eux sont des rongeurs, ce qui fait de cet ordre le plus important, suivi par celui des chiroptères (20 %) puis celui des insectivores (10 %). Ces proportions au sein de la classe des mammifères restent globalement les mêmes sur l'ensemble du territoire français, mais avec un nombre d'espèces beaucoup plus restreint.

L'écologie et l'éthologie de ces petits mammifères sont actuellement bien connues grâce aux études des biologistes. Par la démarche actualiste, nous considérons que les exigences de ces micromammifères en termes de biotopes n'ont pas changé au cours du temps. Cette affirmation trouve sa validation dans l'observation d'espèces, comme *Microtus gregalis*, qui ont notamment fréquenté le sud de la France durant le Pléistocène supérieur. Or, ces espèces n'ont pas réussi à supporter les nouvelles conditions climatiques post-glaciaires et ont vu leur aire de répartition se déplacer. Cette constatation prouve donc qu'elles ont des exigences écologiques déterminées (Jeannet, 1981).

La répartition actuelle de ces taxons est à mettre en relation avec les glaciations et les modifications climatiques du Quaternaire. Les périodes glaciaires ont contraint certaines espèces, comme *Microtus gregalis*, *Dicrostonyx torquatus* ou *Eptesicus nilssonii*, à se replier vers des régions favorables à leur survie, alors que d'autres (*Sorex araneus*, *Rhinolophus euryale*) ont pu coloniser d'autres lieux jusque là peu propices. Puis, lors des interglaciaires, ces espèces de climat froid se sont peu à peu retirées en altitude ou davantage vers le nord.

L'amélioration des conditions environnementales et la libération de nouveaux territoires à la suite de la fonte des glaciers ont permis aux taxons s'étant retirés dans des zones refuges plus méridionales, comme les péninsules Ibérique et Italienne, ou d'Europe centrale de recoloniser ces lieux abandonnés.

En résumé, nous pouvons dire que la distribution géographique des espèces, dont celle des micromammifères, est le fruit de nombreux facteurs, comme la température, l'humidité, la nature du sol, la végétation... L'identification des différents taxons et la connaissance de leur biologie ainsi que de leur répartition actuelle est à la base de notre démarche de reconstitution de l'environnement.

Ce présent travail s'articule en sept chapitres. Un premier (chapitre 2) présentera le site du Moulin du Roc et particulièrement sa stratigraphie. En effet, celle-ci est essentielle afin de détecter d'éventuelles variations au sein du cortège faunique. Puis, nous aborderons les méthodes utilisées pour la détermination des espèces, la quantification, la reconstitution de l'environnement et les analyses taphonomiques. Il sera également question de notre corpus d'étude, c'est-à-dire de sa localisation au sein du site et de son mode d'acquisition (chapitre 3).

Après une présentation du spectre de rongeurs, insectivores et chauves-souris mis au jour dans les différentes couches du gisement, nous donnerons des indications quant à l'éco-éthologie, l'aire de répartition, la paléontologie et les principaux éléments de détermination mobilisés pour chaque taxon identifié (chapitre 4). Ces informations complétées par les données obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée nous permettront de proposer des interprétations paléo-environnementales et paléo-climatiques des niveaux archéologiques du Moulin du Roc (chapitres 5 et 6). En utilisant le même procédé, nous tenterons de comparer nos données à celles obtenues dans les gisements de Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) et de la grotte de Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France) (chapitre 7).

Par une série de décomptes et d'observations effectués sur le matériel osseux de micromammifères, nous évoquerons quelques considérations d'ordre taphonomique (chapitres 5 et 6). L'ensemble des résultats sera discuté dans une dernière partie (chapitre 8).

1.2. Problématique et objectifs

Notre problématique principale est de proposer une reconstitution de l'environnement autour du gisement du Moulin du Roc par l'étude des micromammifères de l'ensemble des niveaux archéologiques. Cela correspond, en termes de chronologie, au Tardiglaciaire et à la deuxième moitié de l'Holocène. Pour y parvenir, nous avons étudié les restes osseux de rongeurs, insectivores et chiroptères découverts soit au moment de la fouille, soit lors du tri des sédiments issus des décapages successifs.

Dans ce travail, nous avons décidé d'aborder la question du paléo-environnement principalement par deux méthodes. La première est fondée sur l'écologie et l'éthologie des rongeurs, insectivores et chiroptères. La seconde, récemment développée (Jeannet, soumis), nous permet d'apporter des données quantifiées sur l'environnement à partir de ce corpus. La confrontation de ces deux approches devrait nous assurer de la validité de nos reconstitutions. Puis, nous comparerons nos résultats à ceux obtenus pour d'autres gisements de même période et se situant à des endroits géographiquement et climatiquement peu différents.

Le sommet de la séquence magdalénienne pourrait être selon Courtaud et Morala (2003), un niveau de transition avec l'Azilien. Sommes-nous en mesure de valider cette hypothèse avec

l'étude des micromammifères ? Là encore, la confrontation avec les gisements de comparaison pourrait suggérer une tendance générale.

Par une démarche taphonomique et actualiste, nous espérons être en mesure de pouvoir identifier le ou les prédateurs à l'origine de l'accumulation des ossements de microvertébrés découverts dans ce gisement. L'objectif est de pallier certains biais dus à la spécialisation alimentaire de certains prédateurs, afin de proposer une reconstitution de l'environnement au plus proche de la réalité préhistorique.



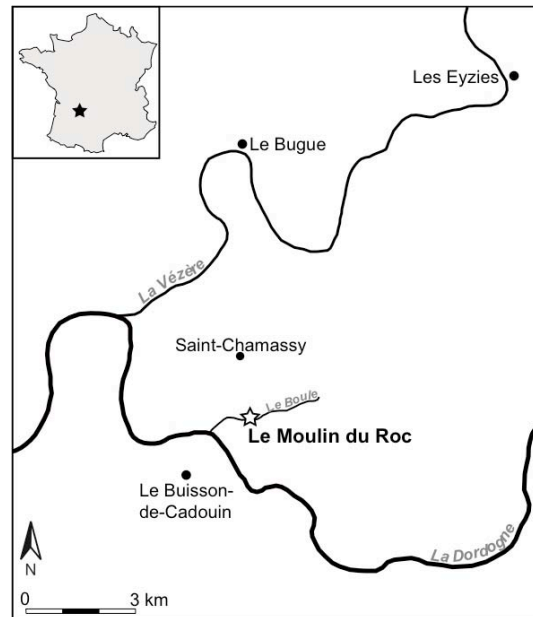
LE MOULIN DU ROC

2.1. Situation géographique

Le gisement préhistorique du Moulin du Roc est situé à 94 mètres d'altitude au lieu-dit du même nom, au sud-est de la commune de Saint-Chamassy (Dordogne, France) à environ un kilomètre à l'est de la vallée de la Dordogne (fig. 2.1).

Il se place sur la rive droite d'un petit vallon dans lequel s'écoule le ruisseau Le Boule, affluent droit de la rivière Dordogne. De plus, il se localise en retrait de la rencontre de ce vallon avec un autre provenant du plateau, où se trouve le hameau de Labatut (fig. 2.2).

Fig. 2.1 - Carte de situation du site du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).



2.2. Description du site

L'abri-sous-roche du Moulin du Roc s'ouvre dans une petite paroi rocheuse calcaire de 25 mètres de long longeant le vallon et d'orientation sud. L'abri à proprement parler ou abri sommital tel que nous pouvons aujourd'hui l'observer est une petite cavité dans la paroi atteignant à son maximum 3 mètres de profondeur. L'orifice externe est de forme ovoïde d'environ 3 mètres de long et 2.5 mètres de haut (fig. 2.2).



Fig. 2.2 - Vue générale du site du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) à la confluence des deux vallons, dont celui du Boule (à droite de la falaise). À l'arrière de la voiture, nous apercevons l'abri sommital. État juillet 2005.

Une partie du remplissage de l'abri a été affectée par des travaux de terrassement. En effet, le niveau du sol de celui-ci a été ramené à celui du chemin se trouvant légèrement en contrebas. Ce n'est que le long de la paroi que quelques placages plus ou moins importants ont pu être épargnés.

Par ailleurs, il est probable que le chemin longeant le vallon, vraisemblablement utilisé au Moyen-Âge, ait déjà entamé une partie de la séquence sédimentaire (Morala et Turq, 1990). Toutefois, il en demeure une surface préservée à l'intérieur de l'abri d'environ 5m² où les dernières campagnes de fouilles programmées ont été axées.

L'étude de la séquence stratigraphique (menée par B. Kervazo du Centre national de Préhistoire à Périgueux, Dordogne, France) a permis de montrer que le petit abri-sous-roche actuel est en fait les restes d'un abri plus important dont le toit s'est effondré probablement à différents moments au cours de l'histoire du site. C'est en partie pour cette raison que d'autres occupations ont été localisées à l'avant du porche actuel, en marge de cette petite cavité. Nous pouvons donc distinguer au moins cinq zones (fig. 2.3) :

- (1) La zone ouest où sur un petit promontoire rocheux formant une sorte de terrasse quelques vestiges sauveterriens ont été découverts.
- (2) L'abri sommital (alcôve), qui est l'abri-sous-roche encore visible de nos jours.
- (3) La zone centrale, qui correspond à la partie centrale du grand abri (avant les effondrements et désagréments du toit). Elle semble n'avoir été que très peu affectée par les travaux de terrassement contrairement aux autres secteurs.
- (4) La zone est où semble se former un petit abri dans le prolongement du grand.
- (5) La zone de fond de vallée (à plus de 15 mètres de la falaise, direction sud-ouest).

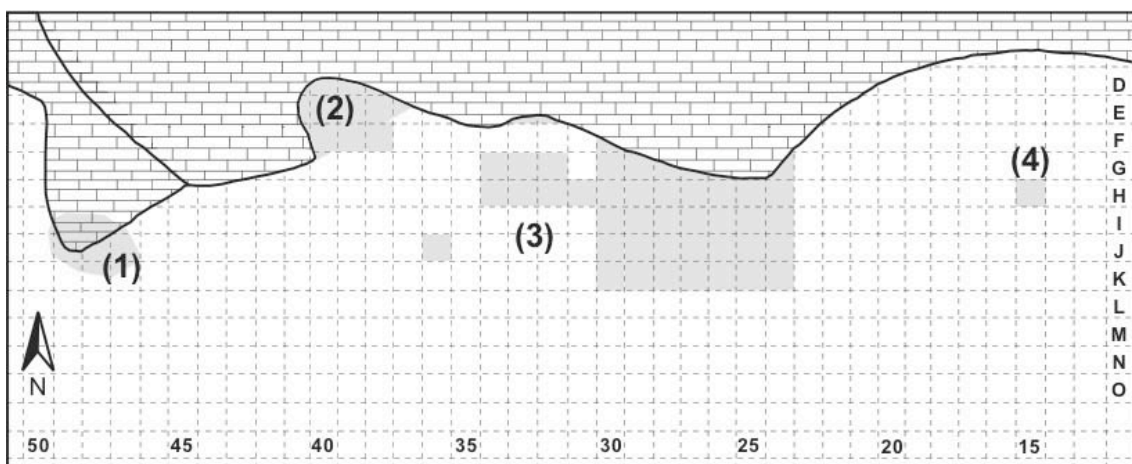


Fig. 2.3 - Localisation des différents secteurs (vue en plan) composant le gisement du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) : (1) Zone ouest ; (2) Abri sommital ; (3) Zone centrale (ou le grand abri) ; (4) Zone est. La zone de fond de vallée (5) n'a pas été représentée ici. En gris, les secteurs fouillés. D'après Morala et Turq (1990) modifiée

2.3. Historique des recherches

L'abri-sous-roche du Moulin du Roc est signalé pour la première fois par D. Peyrony comme un gisement potentiel sous le nom de l'abri « La Batut » (Peyrony, 1949). En 1989, suite à des travaux de terrassement (dégagement et nettoyage du pied de falaise) ayant affectés l'avant du gisement, A. Morala le redécouvre lors d'une promenade dominicale.

Deux campagnes de fouilles de sauvetage sont alors entreprises en 1990 sous la direction de A. Morala et A. Turq (Service régional de l'Archéologie (SRA) d'Aquitaine). Les objectifs sont de pouvoir, dans un premier temps, quantifier l'ampleur de la destruction et sauver les lambeaux de remplissage mis au jour par les travaux. Puis, il sera également question d'effectuer une série de sondages afin de mieux connaître la puissance du remplissage, l'extension du site et d'établir la stratigraphie (Morala et Turq, 1990).

Au mois de juillet 1993, le régisseur du domaine signale au SRA que le site a subi des dégradations suite à une fouille clandestine dans la partie droite de l'abri (à cheval entre les carrés F30, G30, H30, G29 et H29). Après évaluation des dégâts par A. Morala, la zone détériorée est rebouchée en attendant une autre opération. Ce n'est qu'en juin 1994, sous la direction de A. Morala (SRA Aquitaine) et P. Courtaud (Université Bordeaux 1) qu'une nouvelle fouille de sauvetage est entreprise. Elle concernera la zone affectée par une intervention clandestine, la poursuite des travaux de la sépulture néolithique et un diagnostic archéologique dans la zone est du gisement (Morala et Courtaud, 1994).

De 2003 à 2005, une fouille programmée, cette fois-ci, est entreprise au sein même de l'abri. Elle portera simultanément sur la sépulture collective néolithique (par P. Courtaud, Université Bordeaux 1) et sur le niveau magdalénien situé en-dessous (par A. Morala, Musée National de Préhistoire).

2.4. Stratigraphie

La stratigraphie reste relativement complexe à cause des difficultés de raccord et des différences de niveaux entre les secteurs. Nous essayerons ici de synthétiser les données issues, à la fois des rapports de fouilles (Morala et Turq, 1990 ; Morala et Courtaud, 1994 ; Courtaud et Morala, 2003 et 2004) et de l'article de Detrain *et al.* (1996).

Lors de la première campagne en 1990, seules deux séquences stratigraphiques ont été étudiées. Une première au niveau de l'abri et une seconde bien à l'avant de celui-ci, en fond de vallée. Malheureusement, un chaos rocheux les séparant ne permet pas de les raccorder (Morala et Turq, 1990 ; Detrain *et al.*, 1996). De nouvelles investigations menées en 1994 ont permis d'affiner les interprétations de la partie centrale de l'abri.

Au niveau de la stratigraphie générale, et ce malgré la destruction partielle du remplissage, il a été possible d'identifier plusieurs niveaux au-dessus du substratum calcaire (tab. 2.1). Nous présenterons, par secteur (fig. 2.3), les différentes couches telles qu'elles sont apparues lors de la fouille, c'est-à-dire de la plus récente à la plus ancienne :

(1) Zone ouest :

- Dépôt de colluvions argileuses d'une quarantaine de centimètres.
- Couche grise : elle correspond à une formation argileuse grise anthropisée d'environ 50 centimètres d'épaisseur. Elle est présente uniquement dans la partie ouest, sur une surface réduite. Il s'agit d'un niveau sauveterrien mal conservé.

(2) Abri sommital :

- Dépôt de colluvions argileuses d'une quarantaine de centimètres.
- Couche beige stérile.

- Couche sépulcrale : elle est composée d'un sédiment gris pulvérulent, avec de grandes dalles d'origine anthropique. D'une épaisseur d'environ 80 centimètres, il se rattache au Néolithique final.
- Couche bigarrée : elle a été qualifiée ainsi par commodité lors des fouilles de l'abri sommital. Elle est de nature sédimentaire proche de la couche brune s.s. (voir ci-dessous) et repose sur le substratum calcaire. Son épaisseur est comprise entre 20 et 40 centimètres. Elle se situe chronologiquement à la fin du Magdalénien.

Dans l'abri sommital, à l'interface des niveaux magdalénien et néolithique, il subsiste une petite zone de contact où il n'a pas toujours été possible d'attribuer les vestiges à l'un ou l'autre de ces niveaux. Par ailleurs, l'installation de la sépulture néolithique semble localement avoir perturbé le niveau magdalénien.

(3) Zone centrale (fig. 2.4) :

- Couche brun-jaune bioturbée (A) : dépôt de colluvions argileuses d'une quarantaine de centimètres, archéologiquement stérile.
- Couche brun-jaune (B et C) : la nature sédimentaire de cette couche (environ 30 centimètres) peut se rapprocher de la couche jaune, mais qui dès la moitié supérieure du niveau s'enrichit en argile et tend davantage vers la couleur brune. Même s'il n'a été mis au jour qu'un nombre restreint de vestiges, ceux-ci suggèrent également une couche attribuable au Magdalénien final. Malgré une légère différence sédimentaire, ce niveau est en tout point rattachable à la couche brune s.s..
- Couche brune s.s. (D et E) : elle est formée d'un complexe d'éboulis emballé dans une matrice argilo-sableuse de couleur brune (couche brune s.s.). D'une épaisseur variable, elle peut atteindre par endroit 50 centimètres, notamment au pied de la falaise. Elle se place chronologiquement durant le Magdalénien final.
- Couche jaune (G) : elle présente une texture sableuse, résultant de la désagrégation du calcaire. Ce niveau de 20 centimètres d'épaisseur a été scellé par l'effondrement d'une partie du toit de l'abri. Cette couche n'a été atteinte que lors du sondage profond dans les carrés J36 et H29. Observée seulement à l'avant de l'abri central, elle semble absente au pied de la falaise. Ce niveau est à rattacher au Magdalénien supérieur.

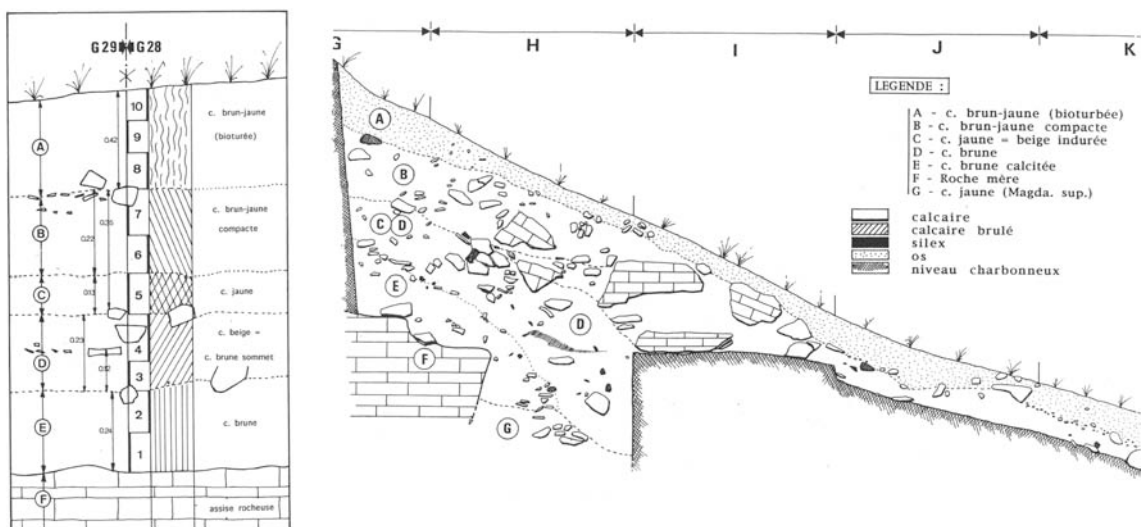


Fig. 2.4. - Stratigraphie de la zone centrale du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) d'après Morala et Courtaud (1994). À gauche, coupe frontale au contact des carrés G29 et G28. À droite, coupe sagittale nord-sud des carrés G29/28 à K29/28.

Dans les premières analyses, Morala et Turq (1990) puis Courtaud et Morala (1994) ont regroupé les couches brun-jaune et brune s.s. sous le terme de couche brune que nous qualifions dès ce point de l'étude de couche brune s./.

Abri sommital	Zone centrale	
Colluvions	Colluvions	
Couche beige		
Couche sépulcrale Néolithique final		
Couche bigarrée Magdalénien final	Couche brun-jaune Magdalénien final	Couche brune s./.
	Couche brune s.s. Magdalénien final	
	Couche jaune Magdalénien supérieur	

Tab. 2.1 - Synthèse des deux principales séquences archéologiques et sédimentaires du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) d'après Morala et Turq (1990) ; Detrain *et al.* (1996) ; Morala et Courtaud (1994) ; Courtaud et Morala (2003).

(4) Zone est :

- Il s'agit d'un petit sondage (1m²) effectué en H15 sur environ 30 centimètres de profondeur. Sous une première couche humifère sableuse se trouve un niveau argileux de couleur beige contenant quelques vestiges archéologiques attribuables au Néolithique ainsi qu'au Mésolithique (probablement Sauveterrien). Compte tenu de l'extension réduite du sondage, les renseignements obtenus demeurent très limités.

(5) Fond de vallée :

Une fosse creusée en fond de vallée proche du ruisseau afin d'accueillir de vieilles souches a permis d'observer l'épaisseur des dépôts et de révéler une séquence un peu différente :

- Complexe d'argiles sableuses brun-rouges, épais de 2 mètres et complètement stérile.
- Complexe limoneux, avec alternance de passées claires, tuffacées et sombres, riches en matière organique. Ce niveau imposant dépasse les 2 mètres d'épaisseur. En termes d'occupation, ce sondage n'a révélé que quelques traces de brefs passages et de rares tessons de céramique.
- Éboulis brun-noir, anthropisé. Épaisseur d'environ 50 centimètres (Mésolithique récent ou Néolithique ancien).
- Éboulis emballé dans une matrice brune de 40 centimètres d'épaisseur (Magdalénien).

Cet important remplissage de fond de vallée suggère un profond changement géomorphologique du vallon au cours du Post-glaciaire. En effet, les observations géologiques semblent indiquer que le remblaiement est bien marqué dès le Mésolithique récent ou le Néolithique ancien. Elles indiquent également que la partie inférieure du vallon a été inondée par des eaux calmes et que ce phénomène a été entrecoupé par des périodes d'assèchement ayant permis l'établissement des Hommes. Une importante nappe de colluvions vient couvrir le tout. À l'heure actuelle, le ruisseau qui s'écoule au sommet de cette séquence n'exerce qu'une faible action érosive.

2.5. Occupations

Actuellement, le matériel prélevé lors des diverses campagnes de fouilles est encore en cours d'analyse, à l'exception des ossements de léporidés issus des fouilles de 1990, 1994 et peut-être 2003 qui ont fait l'objet d'une recherche menée par E.L. Jones dans le cadre d'une thèse de doctorat (Jones, 2004). Nous présenterons donc ici les premiers résultats, certes parfois sommaires, de l'étude des vestiges archéologiques du Moulin du Roc, afin de pouvoir mettre en avant les différentes phases d'occupations. L'essentiel de ce bilan, sauf mention contraire, est extrait des différents rapports de fouilles.

2.5.1. Néolithique

Contre la paroi du petit abri, une sépulture collective datée du Néolithique final a été mise au jour. Il s'agit d'une structure aménagée de dalles de calcaire (d'environ 1.5 mètres de long dans l'axe nord-sud pour une largeur avoisinant les 50 centimètres), qui pourrait évoquer une petite chambre funéraire effondrée.

Les travaux de terrassement ont, par chance, peu affecté la structure, notamment grâce à sa position au fond de l'alcôve. Les fouilles méthodiques de ce gisement ont permis d'appréhender ce dépôt funéraire particulier tant au niveau de sa structure que de sa position chronologique rare dans la région.

Par ailleurs, la position du niveau sépulcral juste au-dessus de la couche magdalénienne semble indiquer que la cavité a été nettoyée avant l'installation de la sépulture. De plus, il a été observé la présence d'une ou de plusieurs petites fosses installées dans la partie profonde (côté ouest) de l'abri, qui seraient venues perturber un peu la couche bigarrée. En effet, cette dernière, en biseau, s'amincit en s'approchant de la paroi. Les éventuels dégâts qui auraient pu affecter le niveau magdalénien sont de faible amplitude.

La découverte de plusieurs tessons de céramique et deux datations ^{14}C ($4'390 \pm 100$ BP (AA-5525) et $4'050 \pm 80$ BP (AA-5526)) permettent de situer l'occupation à l'Artenac. En 2004, lors des fouilles de la partie haute de la couche bigarrée (à la limite du niveau sépulcral), les fouilleurs ont mis au jour un pariétal humain. Afin d'écartier la possibilité d'un dépôt magdalénien, une troisième datation a été réalisée : $4'560 \pm 50$ BP (Beta-200578). Après calibration de ces trois datations (tab. 2.3), Courtaud et Morala (2004) émettent l'hypothèse que l'utilisation de l'abri s'est probablement étalée sur neuf siècles.

L'étude en cours des vestiges anthropologiques met en avant la présence d'une dizaine d'individus (NMI pas encore établi) de sexe et d'âge différents (de l'adulte à l'enfant en bas âge), ce qui semble suggérer qu'il n'y a eu aucune sélection des sujets en fonction de l'âge et du sexe. Actuellement, quelques maigres indices (dont deux vertèbres en connexion notamment) tendraient à émettre l'hypothèse d'une sépulture primaire.

Les observations de terrain indiquent une relativement bonne conservation des ossements, ce qui pourrait suggérer que la sédimentation s'était déjà mise en place avant l'effondrement du toit de la chambre funéraire. Il est également intéressant de noter que tous les petits os ont été retrouvés sur l'ensemble de l'épaisseur de la couche. Toutefois, certains ossements ont été affectés par l'action des animaux (présence de terriers) qui ont perturbé ce niveau. D'ailleurs, le remaniement d'une partie de cette couche rend difficile la distinction entre la faune (majoritairement de la microfaune) néolithique et subactuelle.

Courtaud et Morala (2003 et 2004) proposent différentes étapes qui pourraient expliquer la stratigraphie observée dans l'abri sommital :

- Sur le substratum calcaire mise en place du dépôt magdalénien (couche bigarrée),
- Creusement d'une ou plusieurs fosses contre la paroi côté ouest,
- Aménagement de caisson(s) sans mortier,
- Mise en place des individus,
- Installation d'une couverture de dalles et sédiments,
- Bioturbations (remaniement),
- Feu sur les sédiments de couverture,
- Colluvions argileuses,
- Travaux de terrassement.

Au début de la fouille, des colluvions argileuses venaient au contact du plafond du petit abri dans la partie ouest, alors qu'à l'est une partie du niveau a été attaquée par la pelle mécanique.

Lors du sondage effectué dans la partie est du gisement, les fouilleurs ont dégagé quelques silex taillés, des tessons de céramique apparemment non tournée et un peu de faune (surtout des esquilles difficilement attribuables à un taxon). Malheureusement, il n'a pas été possible d'établir un quelconque lien avec la sépulture, notamment en ce qui concerne la contemporanéité.

2.5.2. Mésolithique

Les renseignements disponibles sont très lacunaires pour le Mésolithique. La zone ouest a particulièrement été endommagée par les travaux d'aménagement. Quant à la partie est (sondage), aucun élément ne vient compléter ce hiatus. Toutefois, d'après la typologie des pièces lithiques (triangles scalènes, isocèles et une lamelle Montbani), ce Mésolithique se rapprocherait du Sauveterrien. Les quelques données relatives à la faune (tab. 2.2) montrent la présence d'espèces de climat plutôt tempéré, ce qui semble être en concordance avec la position chronologique du niveau.

2.5.3. Magdalénien final

Les couches brune *s.l.* et bigarrée se sont avérées d'une grande richesse archéologique, non seulement en termes d'outillage lithique et de faune, mais également par la présence de structures d'habitat de type foyer aménagé ou de surface ocrée. Ces deux niveaux sont interprétés comme le résultat d'une succession d'occupations de courte durée et répétées de groupes d'individus culturellement proches et ce sur une courte période.

L'industrie lithique de la couche brune est essentiellement orientée vers une production laminaire. L'outillage, typiquement magdalénien, se compose surtout de grattoirs courts, de burins, de lamelles à dos et de pointes aziliennes. Le nombre élevé de produits de mise en forme de nucléus indique une exploitation sur place de la matière première. L'industrie osseuse n'est pas en reste, avec des bases de sagaie, des fragments d'aiguille à chas et quelques éléments de parure (dentales). Quant à la couche bigarrée, elle est en tout point comparable à la couche brune *s.l.*, même au niveau de la provenance de la matière première siliceuse.

Les parties sommitales des couches brune et bigarrée semblent indiquer que, dans un même technocomplexe, se sont rencontrées des formes typologiques caractéristiques à la fois du Magdalénien final et de l'Epipaléolithique (Laborien). Par ailleurs, le débitage soit au percuteur organique soit à la pierre tendre, caractéristique de chacune de ces périodes vient conforter cette hypothèse d'un éventuel faciès de transition (Courtaud et Morala, 2003).

Les données provisoires (d'après les fouilles de 1990 et 1994) relatives à la grande faune étudiée par S. Madelaine (Musée National de Préhistoire) sont synthétisées ci-dessous (tab. 2.2) et complétées par les travaux récents sur les léporidés de E.L. Jones (2004 et 2007).

Les proportions relatives des différents taxons d'herbivores nous permettent une première approche paléo-environnementale¹, qu'il convient tout de même de pondérer à cause du faible nombre de restes. Pour ce niveau, cette méthode tend à indiquer un climat beaucoup plus nuancé par rapport à celui du Magdalénien supérieur. En effet, dans un contexte encore froid, apparaîtraient une certaine humidité et un radoucissement du climat prouvés par l'existence dans la thanatocénose d'animaux de forêt, comme *Capreolus capreolus* et *Cervus elaphus*. Par ailleurs, le faible nombre de bovinés et d'*Equus caballus* pourrait suggérer l'importance du couvert végétal (Detrain *et al.*, 1996).

Des observations similaires, pour la même période, ont déjà été releées notamment sur les sites de la Gare de Couze (Lalinde, Dordogne) (Delpech, 1983), du Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne) (Delpech, 1983 ; Célérier, 1994) et du Bois-Ragot (Gouex, Vienne) (Griggo, 1995 et 1996).

Deux datations ¹⁴C apportent une certaine validité chronologique à la coexistence de *Rangifer tarandus* et de *Capreolus capreolus*. Le premier est daté à 12'700 ± 50 BP (Beta-180048) et le second à 12'810 ± 60 BP (Beta-180049). Une troisième datation dans la partie haute de la séquence, donne une date de 11'340 ± 170 BP (Ly-5444) (tab. 2.3).

Notons également la très forte proportion de restes osseux d'*Oryctolagus cuniculus* qui est un phénomène récurrent à la fin du Paléolithique supérieur (par exemple Cochard, 2004a ; Cochard et Brugal, 2004 ; Jones 2004).

Pour ce qui est de la couche bigarrée, le tableau 2 (tab. 2.2) ne donne qu'un bref aperçu, car tous les vestiges issus des fouilles récentes n'ont pas encore été analysés. Toutefois, à voir le matériel et les refus de tamis, il semblerait qu'*Oryctolagus cuniculus* soit aussi très bien représenté.

2.5.4. Magdalénien supérieur

Ce niveau n'a été atteint qu'à deux reprises lors des campagnes de 1990 et 1994, dans les carrés J36 et H29. Cependant, la fouille de ce niveau ne s'est opérée qu'en J36. Il a été mis au jour quelques pièces lithiques, ainsi que quelques éléments de grande faune et de léporidés (tab. 2.2). L'étude de l'industrie lithique place ce niveau durant le Magdalénien supérieur, ce qui pourrait être confirmé par la datation ¹⁴C de 15'600 ± 1'200 BP (Ly-5445) (tab. 2.3). Néanmoins, au vu de l'important écart-type, il convient de considérer ce résultat avec une certaine prudence.

Quant à la grande faune, la présence de *Rangifer tarandus* et d'*Equus caballus* au sein de la même couche suggère des conditions climatiques probablement rigoureuses et sèches (Detrain *et al.*, 1996).

¹ D'après les travaux de Delpech (1983).

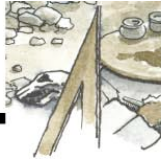
De plus, au vu de la surface fouillée (1m²) et du peu de matériel récolté, les renseignements obtenus sont relativement limités notamment en ce qui concerne la fonction du site.

Espèces	Zone est		Abri sommital		Zone centrale			
	Sauveterrien		Magda. final		Magda. final		Magda. sup.	
	C. grise		C. bigarrée		C. brune		C. jaune	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
<i>Rangifer tarandus</i>	0	0.0	15	5.7	115	1.7	53	43.1
<i>Cervus elaphus</i>	3	15.0	5	1.9	34	0.5	0	0.0
<i>Capreolus capreolus</i>	4	20.0	7	2.7	17	0.2	0	0.0
<i>Bos/Bison</i>	0	0.0	0	0.0	3	0.0	0	0.0
<i>Sus scrofa</i>	3	15.0	0	0.0	23	0.3	0	0.0
<i>Equus caballus</i>	1	5.0	1	0.4	11	0.2	3	2.4
<i>Vulpes vulpes</i>	0	0.0	3	1.1	2	0.0	0	0.0
<i>Lynx sp.</i>	0	0.0	0	0.0	2	0.0	0	0.0
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	9	45.0	230	88.1	6596	96.9	64	52.0
<i>Lepus sp.</i>	0	0.0	0	0.0	5	0.1	3	2.4
Total	20		261		6808		123	

Tab. 2.2 - Le spectre faunique de la faune paléolithique du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) d'après Morala et Turq (1990) ; Detrain *et al.* (1996) ; Jones (2004). Les données quant à la grande faune sont provisoires.

Culture	Couche	Secteur	Datations		Fonction	Chronozone
			bp	bc à 2σ		
Néolithique	Sépulcrale	Abri sommital	4'560 ± 50 4'390 ± 100 4'050 ± 80	3'250 ± 150 3'150 ± 250 2'700 ± 200	Sépulture	Subboréal
Néolithique	Beige ?	Est	n/a		n/a	?
Sauveterrien	Grise	Ouest / Est ?	n/a		n/a	?
Magdalénien final	Bigarrée	Abri sommital	11'340 ± 170	11'350 ± 250	Habitats	Allerød
	Brune s.l.	Centrale	12'700 ± 50 12'810 ± 60	13'050 ± 250 13'250 ± 250		Fin Dryas ancien - Bølling
Magdalénien sup.	Jaune	Centrale	15'600 ± 1'200	16'500 ± 3'000	Habitats ?	Dryas ancien - Bølling ?

Tab. 2.3 - Résumé de la séquence chronostratigraphique du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) d'après Morala et Turq (1990) ; Detrain *et al.* (1996) ; Morala et Courtaud (1994) ; Courtaud et Morala (2003 et 2004). Toutes les dates ont été calibrées à l'aide du logiciel CALIB5.0.2 de M. Stuiver et P.J. Reimer. Remarque : La datation de la couche jaune est à considérer avec prudence, au vu de l'important écart-type.



MATERIEL ET METHODE

3.1. Acquisition des données

3.1.1. Sur le site du Moulin du Roc

Dès 1994, les fouilles se sont opérées par décapages successifs, par mètre carré ou quart de mètre carré en relevant les différentes cotes altitudinales. Chaque prélèvement a ensuite été tamisé (avec une maille à 0.5 millimètre) à l'eau dans Le Boule. Pour les niveaux magdaléniens, mis à part quelques refus de tamis³ triés et dont les sédiments n'ont pas été gardés (moins de 10% de l'ensemble des échantillons), tous ont été stockés tels quels, en attendant d'être triés. Par contre, pour la couche néolithique, tout le matériel tamisé a été trié et les refus de tamis n'ont pas été conservés.

3.1.2. En laboratoire

Tout le matériel provenant du Moulin du Roc est actuellement déposé au Musée national de Préhistoire aux Eyzies-de-Tayac (Dordogne, France). C'est donc dans ces locaux, et grâce à l'obligeance de son directeur J.-J. Cleyet-Merle et de A. Morala, responsable de la fouille du Moulin du Roc, que nous avons notamment entrepris le tri des sédiments.

En juillet et en novembre 2007, nous avons consacré un mois au tri de tous les refus de tamis (198 environ) issus des campagnes de fouilles de 1994, 2003, 2004, 2005 et partiellement de 1990. Pour les données de 1990, nous avons sélectionné les prélèvements dont la position stratigraphique ne faisait aucun doute. En plus des refus de tamis, nous avons passé en revue tous les objets cotés et non-cotés.

La nature du sédiment, essentiellement granuleuse, présentant des grains de taille millimétrique à centimétrique, nous a permis d'opérer un tri visuel optimal. Ceci nous a permis de trouver des dents isolées de chiroptères ou de petits rongeurs. Dans ce travail, l'ensemble des ossements et dents de micromammifères trouvés lors du tri d'un refus de tamis correspond à un échantillon.

3.1.3. Le corpus

Nous avons trié 102 kg de sédiment, ce qui équivaut à 198 refus de tamis. 189 d'entre eux ont livré de la microfaune. À ces 189 échantillons, il faut en ajouter 21 déjà triés et 70 provenant des fouilles du niveau néolithique, dont le tri avait été entrepris antérieurement par d'autres personnes.

Quant à la répartition planimétrique des échantillons (fig. 3.1), elle est de taille restreinte au niveau de la zone centrale, car l'extension de la fouille (en gris clair sur la figure 3.1) n'a été que superficielle et visait avant tout à l'installation d'une protection des niveaux archéologiques encore en place.

³ C'est-à-dire tous les éléments qui ne passent pas au travers des mailles du tamis. Lors des fouilles, tous les décapages ont été systématiquement tamisés.

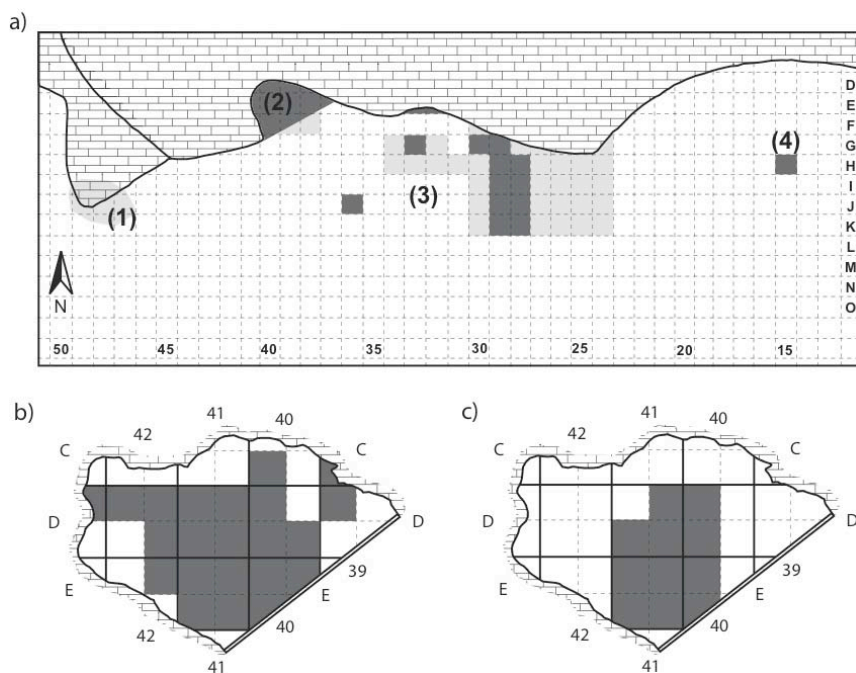


Fig. 3.1 - Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) - (a) En gris clair, les carrés fouillés ; en gris foncé, localisation planimétrique des échantillons contenant de la microfaune et utilisés dans ce travail. Abri sommital : En gris foncé, provenance des échantillons (b) de la couche bigarrée que nous avons considéré en place et (c) à l'interface des couches sépulcrales (Néolithique final) et bigarrée.

À l'intérieur de l'abri, la fouille de la sépulture collective concernait l'ensemble de la surface, alors que pour le niveau magdalénien, elle était axée sur la partie centrale. Sur le pourtour de cette zone, le rocher a été atteint au terme des travaux portant sur la sépulture. Entre la couche sépulcrale (Néolithique) et magdalénienne, il demeure une zone d'interface qui semble remaniée. Comme déjà mentionné, lors de la fouille du sommet de la couche bigarrée, un pariétal humain a été dégagé et attribué après datation ^{14}C , au Néolithique. Pour la couche bigarrée, nous avons donc pris en considération uniquement les données dont le positionnement stratigraphique était clair (fig. 3.1). Le tableau 3.1 donne un aperçu des échantillons exploités dans ce travail.

Zone	Culture	Couche	Observation	Nb échan.
Zone centrale	Magdalénien final	Couche brune s.l.	Une séquence presque complète en H29 notamment, ainsi que d'autres souvent tronquées ou partiellement fouillées.	92
	Magdalénien sup.	Couche jaune	Sondage profond dans le carré J36.	4
Abri est	Sauveterrien ?	Grise ?	Peu de matériel. Très mauvais état de conservation des ossements de microfaune.	4
Abri sommital	Néolithique	Sépulcrale	Niveau remanié par bioturbation, mais scellé par une couche de limon.	70
	n/a	Interface	Zone de contact entre les couches sépulcrales et bigarrées. Remaniement possible.	52
	Magdalénien final	Couche bigarrée	En place dans le carré E41 et dans les sous-carrés E40A/C, D40A/C et D41B/C/D.	58
Total				280

Tab. 3.1 - Récapitulatif des provenances et du nombre d'échantillons par couches et secteurs obtenus du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

3.2. Déterminations

3.2.1. Création d'un outil de travail

Dans la première phase de ce travail, il nous a paru important de dresser une liste des différents micromammifères actuels et fossiles qu'il nous serait à priori possible de rencontrer dans la thanatocénose du Moulin du Roc.

Par ailleurs, nous avons également limité notre sélection d'espèces au Pléistocène supérieur et à l'Holocène. Pour ce faire, nous avons eu recours à deux types de données. Les premières à partir de la répartition actuelle des espèces d'après Saint-Girons (1973), Niethammer et Krapp (1978 ; 1982 ; 1990), Corbet (1978), Fayard (1984), Hausser (1995), Macdonald et Barrett (1995), Maurin et Haffner (1995), Schober et Grimmberger (1998), Mitchell-Jones *et al.* (1999), Krapp (2001 ; 2004), Le Louarn et Quéré (2003), Lugon-Moulin (2003), Shenbrot et Krasnov (2005), IUCN (2007). Puis, les secondes issues des différentes études sur la microfaune de gisements préhistoriques, comme Chaline (1972), Jullien (1972), Jammot (1971), Pasquier (1974) ; Sevilla Garcia (1988), Marquet (1993), Eastham (1995), Jeannet (2001 ; 2002 ; 2005) et des résultats épars trouvés dans différentes synthèses, notamment Delpech (1983), Célérier (1994)...

De plus, lors de la réalisation de cette compilation, nous avons pris soin d'intégrer les nouvelles espèces récemment mises en évidence par les biologistes (ADN, acoustique...), comme *Pipistrellus pygmaeus* (Leach 1825), *Plecotus macrobullaris* (Kuzjakin 1965), *Myotis alcaethoe* (Helvesen et Heller 2001), afin d'être au plus proche de la systématique actuelle. Pour toutes les questions taxonomiques, nous nous sommes référés principalement à Mitchell-Jones *et al.* (1999) et Wilson et Reeder (2003).

Au total, 102 espèces (dont plus de la moitié concerne les rongeurs) actuelles et fossiles ont été retenues pour la constitution de notre outil de détermination. Ce sont celles susceptibles d'être rencontrées sur le territoire français durant la fin du Pléistocène et/ou l'Holocène. Toutefois, il convient de rester prudent quant à ce choix, et de garder à l'esprit l'éventualité de la présence d'autres taxons.

À partir de cette liste d'espèces, nous avons élaboré une clé de détermination regroupant les principaux caractères crâniens, mandibulaires et dentaires, dans l'optique de pouvoir aborder un corpus archéologique composé d'os fragmentés. Nous avons créé cet outil à partir de compilations bibliographiques, des collections de comparaison des départements d'archéozoologie, de mammalogie et d'ornithologie du Muséum d'histoire naturelle de Genève et de la collection de M. Jeannet à Charnay-Lès-Mâcon (France).

Pour ce qui est de la littérature, nous avons eu recours principalement aux travaux de Chaline (1972), Chaline *et al.* (1970 ; 1974), Pasquier (1974), Niethammer et Krapp (1978 ; 1982) pour les rongeurs, de Jammot (1971), Ruprecht (1971), Chaline *et al.* (1974), Niethammer et Krapp (1990), Turni (1999) pour les insectivores et de Menu et Popelard (1987), Sevilla Garcia (1986 ; 1988), Ruprecht (1987), Schober et Grimmberger (1998), Krapp (2001 ; 2004) et Dodelin (2002) quant aux chiroptères. Dans le sous-chapitre présentant les espèces (4.2) de micromammifères découvertes dans les différents niveaux du site du Moulin du Roc, nous donnons quelques éléments de détermination que nous avons utilisés.

3.2.2. La microfaune du Moulin du Roc

Nous avons analysé chaque échantillon selon la même procédure. En premier lieu, nous avons trié les ossements par ordre ou famille, puis par pièce anatomique latéralisée. À ce stade, nous étions dès lors en mesure d'effectuer les déterminations spécifiques grâce aux

dents principalement, mais également aux mandibules et crânes. Quant aux éléments du squelette, nous les avons, dans la mesure du possible, distribués dans cinq principaux groupes : *Rodentia*, *Insectivora*, *Talpidae*, *Chiroptera* et autres, c'est-à-dire les Amphibiens, les reptiles et les micromammifères indéterminés.

Pour la détermination des os longs de rongeurs, nous pouvons citer l'étude de Vigne (1995) portant sur les principales parties du squelette appendiculaire des genres *Arvicola*, *Eliomys*, *Glis* et *Rattus*. Actuellement, très peu de travaux en la matière ont été effectués et la détermination spécifique par l'analyse des os longs semble difficile pour les espèces du genre *Microtus*, *Clethrionomys*... De ce fait, pour ce travail, la détermination des os longs s'est limitée à l'ordre pour les rongeurs et les insectivores, sauf pour les *Talpidae* qui présentent une morphologie typique du squelette pour lequel nous avons pu déterminer l'espèce.

Toutefois, concernant les chiroptères, à plusieurs reprises, il nous a été possible d'identifier les espèces sur l'humérus ou le radius en se basant par exemple sur les travaux de Felten *et al.* (1973) pour les extrémités distales d'humérus. Dodelin (2002) apporte un complément pour les humérus ainsi qu'une clé de détermination des épiphyses proximales de radius. Pour les deux principaux os des membres antérieurs de *Rhinolophidae* nous renvoyons à Cerveny et Zahman (1974).

Notre clé de détermination couplée avec la collection de comparaison nous a permis d'effectuer l'essentiel des déterminations. Celles-ci ont été menées à l'aide d'une loupe binoculaire possédant divers grossissements et du mesuroscope à projection Nikon V12 du département de mammalogie et d'ornithologie du Muséum d'histoire naturelle de Genève.

3.2.3. Terminologie

Les terminologies dentaires utilisées dans ce travail sont issues pour les *Muridae* de Michaux (1971) et Kawamura (1988), pour les *Gliridae* de Daams (1981) et Kawamura (1988). Quant à la terminologie pour les molaires des *Arvicolinae*, nous l'avons reprise et simplifiée d'après Van der Meulen (1973) et Kawamura (1988) (fig. 3.2).

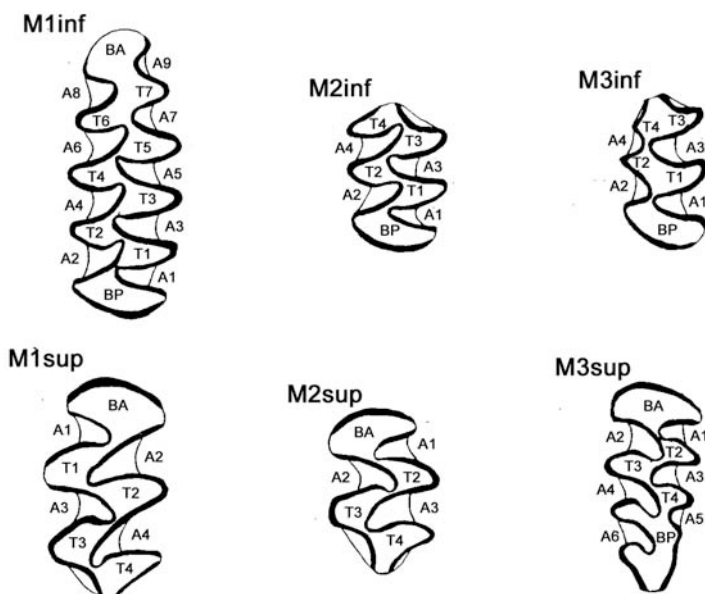


Fig. 3.2 - Terminologie pour les molaires supérieures et inférieures d'*Arvicolinae* d'après Van der Meulen (1973) et Kawamura (1988) modifié. BA = Boucle antérieure ; BP = Boucle postérieure.

Quant à celle servie pour les *Soricidae* et les *Talpidae*, nous nous sommes référés à Jammot (1971). Pour les chiroptères, les différents termes employés proviennent de Menu et Popelard (1987) et Sevilla Garcia (1986 et 1988).

Et pour terminer, l'essentiel de la terminologie anatomique crânienne et mandibulaire des rongeurs est issue des travaux de Niethammer et Krapp (1978), celle des *Soricidae* et des *Talpidae* de Jammot (1971) et Chaline *et al.* (1974), et de Sevilla Garcia (1988) pour les mandibules de chiroptère.

Concernant les os longs, Barone (1999) fournit une première base, complétée par Jammot (1971) et Chaline *et al.* (1974) pour les *Soricidae* et les *Talpidae* et dans une moindre mesure par Vigne (1995) pour les rongeurs. Felten *et al.* (1973) et Sevilla Garcia (1988) apportent des précisions quant à l'humérus de chauve-souris.

3.2.4. Mesures

Toutes les mesures ont été effectuées au département de mammalogie et d'ornithologie du Muséum d'histoire naturelle de Genève, à l'aide du mesuroscope à projection Nikon V12 couplé à un appareil de mesure digitale d'une précision de 0.001 mm, sauf les quelques os de chiroptères que nous avons mesurés au pied à coulisse.

Lors de la phase de détermination, nous avons eu recours à la biométrie pour déterminer certaines espèces. Niethammer et Krapp (1990) résument l'essentiel des mesures crâniennes, mandibulaires et dentaires réalisables chez les insectivores. Menu et Popelard (1984) et Sevilla Garcia (1986 et 1988) font de même pour les chiroptères, ainsi que Kawamura (1988) pour les rongeurs.

Dans une étude visant à distinguer *Microtus brecciensis* (Giebel 1847) de *Microtus cabreræ* (Thomas 1906), Cabrera-Millet *et al.* (1982) proposent différents caractères dont la symétrie de la M_1 .

La méthode pour évaluer la symétrie consiste à établir le rapport (R) de deux mesures : la largeur de t2 (distance entre BSA 2 - LRA 2 selon la terminologie de Van der Meulen, 1973) sur la largeur de t3 (distance entre BRA 2 - LSA 3), que nous avons résumé par : distance RQ / distance PN (fig. 3.3). Le résultat de ce rapport détermine le degré de symétrie :

- $0.7 < R < 0.8$ = symétrique
- $R > 0.8$ = rien
- $R < 0.7$ = dissymétrique

En plus de s'appliquer à *Microtus brecciensis* et *Microtus cabreræ*, cette méthode peut également être utilisée pour distinguer *Microtus arvalis* de *Microtus agrestis* (Cabrera-Millet *et al.*, 1982) et *Arvicola terrestris* d'*Arvicola sapidus*.

Pour effectuer la mesure PN, il est nécessaire de s'aligner sur les angles saillants T et P. Ce positionnement nous a aussi permis de mesurer la largeur de la dent (TP jusqu'à Q) et la longueur (extrémité externe de BP jusqu'à l'extrémité externe de BA). Ces points de tangence sont les seuls à être stables et précis dans la mesure de la M_1 .

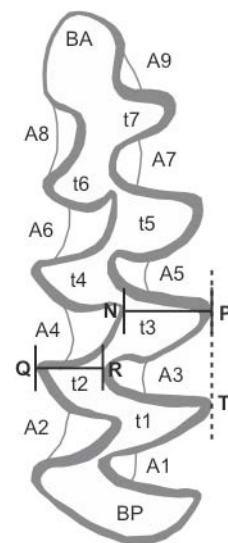


Fig. 3.3 - Evaluation de la symétrie d'une M_1 d'*Arvicolinae* (rapport RQ/PN) d'après Cabrera-Millet *et al.* (1982)

3.3. Unités de quantification

Bien que les études portant sur les micromammifères se limitent généralement au NMI seul (Chaline, 1972, 1977 ; Chaline et Brochet, 1989 ; Cordy, 1992 ; Marquet, 1993 ; Lopez

Antonanzas et Cuenca Bescos, 2002 ...) ou associé au NR (Cochard, 2004b ; Vigne et al., 1994a ; Vigne, 1988 ; 1997...) ou parfois au NR seul (Peman, 1985 ; ...), afin de présenter notre corpus, nous avons eu recours au NR (nombre de restes) et au NMI (nombre minimal d'individus). Leur utilisation conjointe permet de mieux décrire quantitativement l'assemblage osseux du gisement du Moulin du Roc.

L'établissement du NR consiste à compter le nombre d'ossements d'un échantillon. Toutefois, comme le souligne Chaplin (1971), cette méthode de décompte est étroitement liée au degré de fragmentation d'un corpus. La méthode de quantification du NMI vient notamment pallier ce défaut du NR (Gauthier, 1984 ; Grayson, 1984). Elle permet d'estimer le nombre de sujets en utilisant principalement les différentes techniques de détermination anatomique, du taxon et de la latéralisation. L'utilisation de ces différents éléments conduit à l'existence de plusieurs NMI, décrits par Poplin (1976). Dans ce travail, seul le NMI de fréquence a été employé. Il consiste à comptabiliser la partie la plus fréquente, et donne un résultat peu élevé, mais fiable.

Concernant le NR, il est important de préciser la méthodologie adoptée car deux déterminateurs n'ont pas forcément la même approche (Poplin, 1976). Nous avons comptabilisé comme NR tous les ossements. Si, par exemple, deux fragments ont pu être recollés, ils ne comptent que pour un reste. Les os non épiphysés (c'est-à-dire composés de plusieurs éléments), sont, par analogie avec les os adultes, comptés comme un reste, dans la mesure où l'épiphyse a pu être mise en relation avec la diaphyse. Au vu de la taille des ossements de micromammifères, ces deux derniers points n'ont jamais été utilisés, sauf exception.

Quant à notre choix méthodologique concernant la reconstitution du paléo-environnement, il ne nécessite que l'emploi de l'espèce, au contraire d'autres méthodes qui tiennent également compte du NMI, comme celles de Chaline (1977) et Chaline et Brochet (1989). Dans ce cas précis, l'utilisation du NMI aurait tendance à biaiser les résultats en favorisant certains taxons. Par exemple, à la suite d'hivers doux et d'abondance de nourriture, les populations de certaines espèces, comme *Microtus arvalis*, connaissent cycliquement (tous les 3 à 5 ans) des périodes de pullulation. Durant ces moments, il est dénombré entre 1'000 et 1'500 individus par hectare. Saint-Girons (1973) montre, dans une étude en Somme (France) sur les pelotes de réjection de *Tyto alba*, que 44 % des vertébrés concernaient *Microtus arvalis* (1'599 individus). Cette proportion passe à 80% lors d'une pullulation et peut tomber à 16% durant les périodes de faible effectif. Il apparaît donc que le rapace recherche une certaine facilité, surtout lorsqu'on sait que le taux de réussite des captures varie habituellement entre 20 et 50% (Aebischer, 2007). Donc, pour minimiser ses dépenses énergétiques, le rapace préfère s'attaquer à des proies médiocres, facilement capturables, bien qu'il soit capable de grands exploits de chasse (Géroudet et Cuisin, 2000).

Comme le rappellent Chaline *et al.* (1974), les rapaces capturent de préférence les proies les plus faciles à attraper, et *Microtus arvalis*, en dehors des périodes de pullulation, reste un excellent candidat. En effet, ce campagnol fréquente essentiellement des milieux ouverts à herbe rase, et n'est pas un très bon coureur. Au contraire, de *Glis glis* et *Eliomys quercinus* par exemple, qui sont des espèces discrètes, se retrouvant souvent dans les buissons où ils y trouvent une bonne protection contre les rapaces. Ces espèces ne figurent que rarement dans les pelotes de réjection, mais davantage dans les déjections de carnivores arboricoles (Saint-Girons, 1973 ; Le Louarn et Quéré, 2003).

De plus, les données relatives à la biologie des espèces montrent une certaine disparité en termes de reproduction, notamment selon le nombre de portées et de petits par an. En effet, des espèces comme *Microtus arvalis*, dont les femelles peuvent mettre bas jusqu'à 4 portées annuelles de 2 à 12 petits sont probablement plus sujettes à se faire attraper que d'autres taxons moins prolifiques, comme *Eliomys quercinus*.

En résumé, il en ressort que l'emploi du NMI pour une reconstitution paléo-environnementale aurait tendance à induire en erreur les résultats en favorisant les espèces les plus abondantes et/ou les plus aisément capturables. De ce fait, le NMI ne sera pas employé dans notre approche paléo-environnementale. Cependant, il sera utilisé dans la démarche taphonomique, pour le calcul du pourcentage de représentation (voir chapitre 3.5).

3.4. Paléo-environnement

Au cours du Quaternaire, pour des raisons climatiques, les aires de répartition des animaux n'ont jamais été stables et se sont déplacées. Chaque espèce recherche une zone géographique favorable à ses exigences climatiques et écologiques et, de ce fait, à sa survie. Actuellement, grâce aux données fauniques, nous connaissons bien les écosystèmes propices au développement des différentes espèces animales, ainsi que leur répartition biogéographique. Par la démarche actualiste, nous considérons que les exigences climatiques et écologiques des taxons encore présents de nos jours n'ont pas changé durant le Quaternaire.

3.4.1. Quantification

Historique :

Hokr (1951) est l'un des premiers chercheurs à avoir proposé une approche quantitative de paléoclimatologie quaternaire à partir de l'étude d'associations de mammifères. Selon cet auteur, l'aire de répartition d'une espèce est toujours limitée par des extrêmes climatiques, c'est-à-dire par le minimum et le maximum d'un facteur climatique (ou « domaine climatique » pour reprendre le terme de Chaline et Brochet, 1989), comme la température, la pluviométrie...

Puis, pour un paramètre climatique par association (un niveau archéologique par exemple), il convient d'appliquer la formule suivante :

$$X_{\text{association}} = \frac{\sum_{i=1}^N X_{\text{taxon } i}}{N}$$

X = un domaine (ou paramètre) climatique (pluviométrie...).

N = nombre de taxons présents.

Selon Delpech (1983), cette méthode présente, dans une étude archéozoologique sur la grande faune, le désavantage de ne pas tenir compte des taux de représentation des différentes espèces. Ce même auteure propose dès lors une nouvelle méthode se basant sur la comparaison du taux de représentation d'associations d'herbivores de différents gisements. Cependant, ce système de reconstitution paléo-environnementale est limité par le choix anthropique, le mode d'habitat (saisonnier vs permanent) et la position géographique du gisement.

Chaline et Brochet (1989) ont appliqué aux rongeurs de la Baume de Gigny (Jura, France), la méthode d'Hokr mais pondérée. C'est-à-dire qu'en plus d'ajouter les données climatiques relatives à l'Europe de l'Ouest, ils ont, pour chaque domaine climatique de chaque espèce, affecté le pourcentage de représentation du taxon (calculé en fonction du NMI). L'emploi ici du NMI a tendance, comme nous l'avons déjà évoqué, à favoriser certaines espèces aux dépens d'autres.

Toujours à partir d'Hokr (1951), mais également des travaux d'Atkinson *et al.* (1986 ; 1987) sur les fossiles de scarabées, Griggo (1995 et 1996) propose une nouvelle méthode de

quantification des paléoclimats du Pléistocène supérieur à partir des associations de mammifères (ou reconstitution semi-quantifiée). Dans son étude, Griggo (1995) a retenu les 5 paramètres climatiques suivants : les températures moyennes du mois de janvier, du mois de juillet et annuelle, le nombre de jours de gel par an et la quantité de précipitations totales par an.

Dans un premier temps, ce système a nécessité la création d'un référentiel découlant de la superposition de l'aire de répartition d'un taxon à la carte de positionnement des stations météorologiques d'Europe (fig. 3.4). Par la suite, il a sélectionné les stations météorologiques comprises à l'intérieur de cette aire de répartition. Par une simple moyenne des mêmes paramètres de chacune des stations, il a été possible de donner les valeurs climatiques, définies ci-dessus, pour un taxon.



Fig. 3.4 - Superposition de la carte de localisation des stations météorologiques à celle de l'aire de répartition de *Microtus oeconomus* dans l'optique de connaître les exigences climatiques de cette espèce. D'après Griggo (1996), Van Apeldoorn (1999) et Shenbrot et Krasnov (2005). Nous avons, par commodité, centré nos cartes sur l'Europe. Pourtant *Microtus oeconomus* se retrouve bien plus à l'est, jusqu'à l'ouest de l'Alaska, donc les données climatiques les plus orientales proviennent de cette région.

Griggo (1995 et 1996) crée ainsi un référentiel pour 29 mammifères (dont les plus petits sont *Erinaceus europaeus* et *Sciurus vulgaris*) et 3 oiseaux. La caractérisation du paléoclimat s'effectue, pour chacun des paramètres, par une simple moyenne. Dans le calcul, cet auteur prend en compte non seulement la présence/absence des espèces (fig 3.5a), mais aussi la représentation relative des espèces calculée sur le NR et le NMI (fig. 3.5b).

(a) Présence/absence	(b) NR ou NMI
$X_{\text{association}} = \frac{\sum_{i=1}^N X_{\text{taxon } i}}{N}$	$X_{\text{association}} = \frac{\sum_{i=1}^N X_{\text{taxon } i} \cdot \text{NR (ou NMI) taxon } i}{\sum_{i=1}^N \text{NR (ou NMI) taxon } i}$

Fig. 3.5 - Caractérisation du paléoclimat d'après la méthode de Griggo (1995 et 1996). Calculs pour un paramètre (X) pour une association pour : (a) une liste d'espèces en fonction du nombre de taxons (N) (b) ou en ajoutant les données quant au % NR et au % NMI.

Ainsi, par l'étude de la faune d'un gisement préhistorique, on obtient pour chaque niveau (correspondant à une association) 5 moyennes, ce qui nous permet de réaliser une courbe synthétique par paramètre en regroupant les différents niveaux. Griggo (1996), en comparant les différentes courbes obtenues en fonction des espèces seules, du % NR et du % NMI, remarque une certaine similitude de forme des profils. Cependant, la courbe établie à partir des espèces présentes aurait tendance à masquer l'impact éventuel des facteurs anthropiques, notamment pour les animaux chassés. De plus, si les différences sont minimales entre les associations, les écarts entre les extrêmes tendraient à se réduire, et la courbe climatique à s'uniformiser. En fin de compte, l'utilisation du % NR semble préférée par cet auteur au % NMI, car ce dernier favoriserait la surestimation des espèces qui ne sont représentées que par un nombre limité de restes (Ducos, 1968).

Écologie quantifiée :

Dans la continuité des travaux de Hokr (1951) puis de Griggo (1995 ; 1996) sur les grandes faunes et de Chaline et Brochet (1989), Chaline *et al.* (1995), Hernandez Fernandez (2006) sur les rongeurs, Jeannet (soumis) propose un référentiel construit sur le modèle de la méthode de la reconstitution semi-quantifiée, pour les rongeurs, insectivores, chiroptères, batraciens et reptiles, dont la présence est attestée actuellement et/ou dans les gisements préhistoriques. Quant au cadre géographique, il couvre le Paléarctique. Ce sont les données s'étalant sur 30 ans⁴ de plus de 300 stations météorologiques qui ont été prises en compte. La nouveauté vient dans le nombre de paramètres exploités, une quinzaine au total. Pour ce travail, nous avons retenu les paramètres climatiques les plus pertinents :

- la température moyenne annuelle,
- la température moyenne du mois le plus chaud (juillet),
- la température moyenne du mois le plus froid (janvier),
- la quantité de précipitation (en centimètre) par année,
- le nombre de jour de pluie, de gel, d'ensoleillement,
- la durée, en nombre de jour, de la couverture neigeuse.

Ce référentiel a gracieusement été mis à notre disposition pour cette étude par M. Jeannet, à qui nous adressons nos sincères remerciements.

En climatologie, comme dans d'autres disciplines, il est possible que certaines mesures soient affectées par une erreur due, par exemple à une défektivité d'un appareil. De plus, la précision de certaines d'entre-elles sont dépendantes d'un milieu qui est le siège d'incessantes variations (Arléry *et al.* 1973). Donc, comme ces auteurs le soulignent, l'erreur accidentelle ne peut être évitée, mais par le biais de la moyenne de n mesures, elle se trouve, alors, divisée par \sqrt{n} . La moyenne permet donc de minimiser le poids des valeurs aberrantes. C'est pourquoi nous utiliserons ci-dessous uniquement la moyenne. Cependant, nous donnerons les minima et les maxima, afin de donner une idée de l'ampleur de la variation.

Pour compléter ces données météorologiques, Jeannet (2000 ; soumis) propose une quantification des informations environnementales liées à la végétation et à l'hygrométrie du sol. Cette approche se fonde sur nos connaissances actuelles de l'écologie des microvertébrés. Elle consiste pour chaque taxon à évaluer le pourcentage de fréquentation des différents éléments formant un biotope. Pour la partie concernant la végétation, ces derniers sont de cinq types. Jeannet (2000), dans un premier essai d'application de la méthode de l'écologie quantifiée, les définit comme suit :

- rocaille : sol nu formé de pierres, éboulis, lichens, mousses,
- prairie : surface couverte de plantes herbacées dont principalement des graminées, la steppe par exemple,
- broussaille : zone composée d'arbrisseaux de 0.5 à 2 mètres de haut,
- taillis : présence d'arbres et d'arbustes de faible dimension, de 2 à 5 mètres de haut (garrigue, maquis),
- futaie : arbres de plus de 5 mètres de haut (forêt).

⁴ Il s'agit du nombre minimal d'années nécessaires pour obtenir une normale climatique, c'est-à-dire pour que les données soient représentatives, afin que certains phénomènes météorologiques rares puissent être pris en compte (Hufty, 2001).

Par exemple pour *Crocidura russula*, Jeannet (2000) obtient les pourcentages suivants : 20% sol rocailleux, 25% prairie, 40% broussaille, 10% taillis et 5% forêt.

Quant à la caractérisation hygrométrique du sol, souvent dépendante de sa texture, elle repose également sur cinq types :

- sec : il s'agit d'un sol bien drainé, sableux, rocailleux, ou semi-désertique,
- frais : sol meuble gardant un minimum d'humidité (sol forestier par exemple),
- marécageux : le terrain reste continuellement imbibé, comme les tourbières ou les étangs avec une forte végétation aquatique,
- étang : étendue d'eau stagnante dont la végétation aquatique est rare ou absente,
- eaux vives : ruisseau et rivière.

À partir de l'évaluation des différents pourcentages de caractérisation de la végétation (surtout du taillis et de la futaie) et de l'humidité du sol, Jeannet (soumis) estime des taux de fréquentation d'une espèce dans un milieu hygrophile et sylvicole.

La validité de cette approche quantitative est confirmée en Quercy où les résultats obtenus en termes de climat par l'étude de la microfaune de plusieurs gisements sont en concordance avec les données isotopiques, palynologiques et de la susceptibilité magnétique (Jeannet, à paraître).

3.4.2. Ecologie

Les méthodes de quantification du paléo-environnement présentent l'avantage de fournir des résultats chiffrés. Toutefois, tout ne peut pas l'être, comme l'éthologie. Une bonne connaissance de l'écologie, de l'éthologie et de l'aire de répartition actuelle des espèces permet d'aborder également des pistes de réflexion paléo-environnementales (voir chapitres 4.1 et 6.1).

3.4.3. Autres méthodes

Dans cette même optique de reconstitution des paléo-environnements à partir des micromammifères, il existe d'autres méthodes, et nous évoquerons les plus couramment utilisées. Dans ce travail, nous ne les avons pas appliquées telles quelles, mais nous nous en sommes inspiré. En effet, malgré certains défauts que nous pouvons leur imputer, elles tendent toutes vers un même objectif, proposer une reconstitution du milieu et du climat au plus proche de ce qui aurait pu être la réalité préhistoire.

Climatogramme : Développé pour les rongeurs par Chaline (1975 ; 1977) puis repris et complété par Marquet (1993), le principe de cette méthode est de grouper les rongeurs selon leur biotope de prédilection. Le climatogramme consiste à répartir les pourcentages du NMI des espèces en fonction de leur groupe (au nombre de 12). Bien que le NMI biaise ces résultats, l'idée de classement des taxons par écosystème permet une première approche d'un assemblage, quoiqu'il faille des catégories moins figées.

Cénogramme et diversité : La constitution d'un cénogramme se base sur le poids des espèces, déterminé par une corrélation dents-poids (Legendre, 1989). Ce procédé recourt à l'utilisation de l'ensemble de la faune (sauf les chiroptères et les carnivores) (Montuire, 1995). Utilisé couramment pour les faunes tertiaires, il doit être, d'après Griggo (1995), employé avec beaucoup de prudence pour le Pléistocène supérieur. De plus, il n'apporte guère d'informations pour les espèces de micromammifères, car elles sont regroupées dans un même ensemble. La variation de la diversité spécifique peut être mise en relation avec

des modifications climatiques (Montuire, 1994). Cette constatation a pu être établie sur la base d'un référentiel portant sur les *Arvicolinae* (Montuire *et al.* 1997) et les *Murinae* (Montuire, 1994) en fonction de la température moyenne de l'aire de répartition. D'après Montuire (1995), lors d'épisodes froids, le nombre d'espèces d'*Arvicolidae* diminuerait, alors qu'il augmenterait au moment des déglaciations. Le critère de diversité ne permet pas à lui seul de savoir si le niveau étudié correspond à un épisode froid ou chaud. Griggo (1995) reproche à cette méthode de ne pas tenir compte de l'écologie des espèces.

3.5. Taphonomie

Depuis sa création par Efremov en 1940, la définition de la taphonomie s'est élargie à un champ d'application plus vaste. Comme définition actuelle, nous retiendrons celle proposée par Horard-Herbin et Vigne (2005), c'est-à-dire : « la taphonomie est l'étude des transformations successives qui accompagnent le passage d'un animal ou d'une communauté d'animaux vivants à un état d'assemblage fossile de restes squelettiques ».

Au moyen de cette discipline, il est par exemple possible d'expliquer les différentes étapes ayant conduit à la formation d'un gisement de microvertébrés. Nous résumerons ici les principaux éléments donnés par Denys (1985). D'abord, ce sont les processus de concentration primaire puis secondaire qui interviennent. Pour le premier, il peut s'agir de la mort en masse d'individus causée par des catastrophes naturelles (inondations, épizooties...) (ou catastrophocénose, pour reprendre le terme employé par Denys (1985)). Mais également de nécrocénose, c'est-à-dire de « collection d'ossements » apportés par certains animaux, comme le porc-épic dans son terrier, ou de cachettes de mustélidés par exemple. Toutefois, la catastrophocénose et la nécrocénose n'ont qu'un rôle mineur, sauf exception, comparé à la coprocénose, qui comprend les pelotes de réjections de rapaces (diurnes et nocturnes) et les déjections de carnivores. La mort naturelle et isolée d'un micromammifère est un cas rare et peu favorable à la fossilisation (Denys *et al.*, 1997).

Il intervient, par la suite, une seconde phase qui vient remanier, transporter, altérer (sédimentocénose) et enfouir (taphocénose) l'assemblage de départ, induisant ainsi un certain biais.

Dans une majorité de sites archéologiques, il est admis que la plupart des restes osseux de micromammifères proviennent d'une ou de plusieurs accumulations de pelotes de réjection de rapaces (Chaline, 1972 et 1977 ; Denys, 1985 ; Chaline et Brochet, 1989 ; Marquet, 1993).

Depuis les travaux initiateurs de Denys (1985) et Andrews (1990) notamment, il a été proposé différentes méthodes permettant d'identifier le ou les prédateurs (rapaces ou carnivores) responsables de ces accumulations de microvertébrés. Ces démarches, fondées sur une approche actualiste, permettent selon Kowalski (1990), Fernandez-Jalvo (1995), Denys *et al.* (1997) et Sanchez *et al.* (1997) de pallier les biais dus à la spécialisation alimentaire de certains rapaces, afin de pouvoir proposer une meilleure interprétation paléo-environnementale. De plus, elles apportent d'autres informations utiles, comme la fragmentation par exemple.

Représentation des éléments du squelette :

C'est à Dodson et Wexlar (1979) que nous devons la première tentative de quantification de la représentation d'ossements provenant de pelotes de réjection de rapaces nocturnes, afin d'en évaluer la perte due à la digestion. Dès lors, le pourcentage de représentation (PR) est

défini ainsi :
$$PR = \frac{FO}{FT \cdot NMI} \cdot 100$$

où FO = Fréquence observée d'un élément squelettique dans l'assemblage ; FT = Fréquence théorique de représentation de cet os pour un individu complet, soit 1 crâne, 12 molaires, 2 mandibules, 2 coxaux, 2 fémurs, 2 tibias, 2 fibulas, 2 astragales, 2 calcaneus, 2 scapulas, 2 humérus, 2 radius, 2 ulnas, 20 métatarsiens et métacarpiens (métapodes), 56 phalanges, 1 sacrum, 24 côtes et 54 vertèbres.

Andrews (1990), Denys et Mahboubi (1992) et Sanchez *et al.* (1997) distinguent un PR moyen total et un PR moyen où certains petits éléments (comme les molaires isolées, côtes, métapodes et phalanges) ont été exclus, afin de minimiser les biais du tamisage et éventuellement du tri.

Tous les pourcentages obtenus pour chaque os sont représentés graphiquement afin d'obtenir un profil pour un niveau par exemple. Ce dernier peut ensuite être facilement comparé à ceux obtenus avec des référentiels actuels, comme ceux proposés par Andrews (1990). D'après Denys (1985), cette méthode permet de mettre en évidence aisément une accumulation de rapace(s) nocturne(s), où les os longs sont généralement bien préservés.

La destruction préférentielle ou la perte des parties distales et proximales des os longs sont caractéristiques de beaucoup de prédateurs (Sanchez *et al.* 1997). Dans les pelotes de *Tyto alba* au contraire, les os longs sont généralement bien préservés. Andrews (1990) présente deux rapports, le premier permettant d'évaluer la proportion du nombre d'humérus et de fémurs (partie proximale ou distale) par rapport à celle des mandibules et crânes (PR1) :

$$PR1 = \frac{\text{Fémur} + \text{Humérus}}{\text{Mandibule} + \text{Maxillaire}} \cdot 100$$

Denys et Mahboubi (1992) reprennent ce premier calcul, mais en proposant de remplacer le tibia par l'humérus (PR1') :

$$PR1' = \frac{\text{Fémur} + \text{Tibia}}{\text{Mandibule} + \text{Maxillaire}} \cdot 100$$

Le second rapport nous renseigne sur la proportion entre les parties distales et proximales des membres (PR2) :

$$PR2 = \frac{\text{Tibia} + \text{Radius}}{\text{Fémur} + \text{Humérus}} \cdot 100$$

La comparaison des valeurs obtenues à celles de références pour chaque type de prédateur, peuvent apporter quelques précisions quant au(x) responsable(s) de concentration de microvertébrés.

Sanchez *et al.* (1997) proposent de comparer la proportion des principaux os longs à celles des mandibules, crânes et molaires, pondérées par le nombre théorique de chacun des éléments compris dans la formule :

$$PRm = \frac{\text{Fémur} + \text{Tibia} + \text{Humérus} + \text{Radius} + \text{Ulna}}{\text{Mandibule} + \text{Maxillaire} + \text{Molaires isolées}} \cdot \frac{16}{10} \cdot 100$$

Par ce calcul, nous pouvons évaluer l'abondance des molaires dans l'assemblage.

Fragmentation :

Toujours d'après Dodson et Wexlar (1979), le pourcentage de fragmentation (PF) peut s'estimer par le rapport entre la fréquence d'os cassés (FCA) sur la fréquence observée (FO) pour une même partie ($PF = \frac{FCA}{FO} \cdot 100$), ou inversement avec la fréquence d'un même os

complet. D'après Andrews (1990), l'ingestion de proies par un grand rapace nocturne, qui les avale en entier, ne fragmente que peu les ossements, au contraire des carnivores ou rapaces diurnes qui les broient ou les déchiquettent.

Comme la représentation, la fragmentation peut également renseigner quant au type de prédateur à l'origine de la présence de microvertébrés sur un gisement (Sanchez *et al.*, 1997), en comparant les différents profils obtenus à des référentiels actuels (Andrews, 1990). Dans les déjections de carnivores par exemple, beaucoup d'ossements sont habituellement indéterminés⁵, quoiqu'il est remarqué une bonne conservation de la mandibule, des fémurs et des tibias (Denys, 1985).

Complément :

Il est possible de mener une investigation avec un microscope électronique à balayage (MEB) pour mettre en avant les traces d'abrasion et/ou de l'action des sucs gastriques sur les os. Cette démarche permettrait également de déterminer le ou les prédateur(s) responsable(s) de la concentration de micromammifères, en se basant sur l'intensité de l'action du suc gastrique et de la fréquence des éléments digérés (Andrews, 1990 ; Denys *et al.*, 1995).

Chez les rapaces diurnes, le suc gastrique est plus acide par rapport à celui des rapaces nocturnes, et souvent, il est observé la perte de l'émail des dents, des diaphyses pointues et des arrêtes dissoutes (Denys, 1985).

Limites :

D'autres facteurs peuvent influencer le taux de fragmentation et les fréquences de représentation des os, comme les processus post-dépositionnels (bioturbation, diagenèse...). N'oublions pas, non plus, de mentionner l'impact humain, qui par piétinement, a pu affecter l'état de conservation du matériel osseux. Par ailleurs, d'autres biais au niveau de la fragmentation notamment, peuvent être introduits par les techniques de fouilles, tamisage, brossage... (Denys, 1985).

⁵ Nous préférons utiliser « indéterminé » à « indéterminable », car ce dernier ne permet aucune issue, alors que le précédent reflète l'incapacité du déterminateur.



ESPECES IDENTIFIEES

4.1. Spectre faunique

Au terme de la détermination des vestiges ostéologiques de micromammifères mis au jour dans le gisement du Moulin du Roc, nous avons établi la liste d'espèces composant la thanatocénose de ce site. Le cortège faunique (tab. 4.1) se compose de 23 espèces présentes à différents moments ou continuellement dans la séquence stratigraphique.

La couche jaune, la plus ancienne, fouillée sur un seul mètre carré, s'est avérée, en nombre de restes, d'une plus grande richesse par rapport aux autres niveaux, où les vestiges ont été collectés sur une plus grande surface. Quant à la couche brune, nous l'avons, dans un premier temps, considérée dans son ensemble (couche brune *s.l.*). Cependant, comme nous le discuterons ultérieurement, il semblerait qu'elle puisse être divisée en plusieurs unités stratigraphiques.

À l'intérieur de l'abri sommital, les mélanges éventuels entre le sommet de la couche bigarrée et la base du niveau néolithique nous ont obligé à considérer une zone d'interface. Ce découpage permet d'individualiser les couches bigarrée et sépulcrale, afin d'éviter d'éventuelles contaminations entre les niveaux. Enfin, le petit sondage effectué à l'est du site n'a livré qu'un nombre restreint de vestiges. Leur mauvaise conservation a compliqué et limité les travaux de détermination.

Au sein de la liste de faune, l'ordre des rongeurs est de loin le plus abondant tant en nombre d'espèces, de restes que d'individus. Les obstacles liés à la détermination spécifique des principaux os du squelette appendiculaire de ces espèces, comme celles du genre *Microtus*, nous ont contraint à les classer sous *Rodentia* indéterminé. Quant aux vertèbres et côtes notamment, elles ont été placées dans la catégorie des micromammifères pour des raisons pratiques de détermination.

Talpa europaea est l'espèce la mieux représentée chez les insectivores. Ses ossements sont robustes et de taille bien plus importante par rapport aux *Soricidae*, et sont, de ce fait, généralement très bien conservés. Au contraire, le squelette des *Soricidae*, plus petit et fragile, peut payer un lourd tribut lors du tamisage par exemple. Là encore, la détermination des différents taxons repose essentiellement sur les caractères dentaires, mandibulaires et crâniens, ce qui est un avantage dans cette étude, car la majorité des pièces préservées concernent ces éléments. Ceci nous a permis d'identifier plusieurs espèces de *Soricinae* et de *Crocidurinae*.

Par contre, pour les chiroptères, le nombre de restes osseux est moindre et comporte presque exclusivement des os longs. Cependant, nous avons pu déterminer l'espèce ou le groupe d'espèces.

	Zone centrale		Zone est	
	Magdalénien supérieur Couche jaune NR	Magdalénien final Couche brune s.l. NR	Magdalénien final Couche bigarrée NR	Sauveterrien Couche grise NR
Rodentia	37	19	8	-
<i>Arvicola terrestris</i>	-	3	-	-
<i>Arvicola sapidus</i>	76	30	7	6
<i>Arvicola terrestris/sapidus</i>	22	77	21	1
<i>Microtus arvalis</i>	5	13	10	1
<i>Microtus agrestis</i>	3	2	3	1
<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	6	50	17	3
<i>Microtus gregalis</i>	4	4	-	-
<i>Microtus oeconomus</i>	3	22	4	-
<i>Microtus subterraneus</i>	-	2	-	-
<i>Clethrionomys glareolus</i>	-	1	-	-
<i>Mus musculus</i> sp.	-	1	-	-
<i>Glis glis</i>	-	1	4	-
<i>Elomys quercinus</i>	-	4	1	-
<i>Apodemus sylvaticus</i>	-	31	2	-
<i>Cricetidae</i> sp.	60	99	7	1
<i>Rodentia</i> indé.	549	955	718	37
	761	1311	868	50
Insectivora	42	119	64	7
<i>Crocidura russula</i>	-	4	1	-
<i>Crocidura suaveolens</i>	-	-	-	-
<i>Sorex cf. araneus</i>	-	1	-	-
<i>Sorex coronatus</i>	-	1	1	-
<i>Sorex coronatus/araneus</i>	-	-	1	-
<i>Sorex minutus</i>	-	1	3	-
<i>Sorex</i> sp.	-	-	1	-
<i>Soricinae</i> sp.	-	-	-	-
<i>Crocidura</i> sp.	-	-	2	-
<i>Soricidae</i> sp.	-	6	1	-
<i>Talpa europaea</i>	51	41	59	6
	51	54	68	6
Chiroptera	11	8	11	2
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	-	-	-	-
<i>Rhinolophus cf. euryale</i>	-	-	-	-
<i>Miniopterus schreibersii</i>	-	-	-	-
<i>Myotis myotis</i>	-	-	-	-
<i>Myotis blythii</i>	-	1	1	-
<i>Myotis talie moyenne</i>	-	1	-	-
<i>Pipistrellus</i> sp.	-	-	-	-
<i>Chiroptera</i> indé.	-	-	-	-
	0	2	1	0
Micromammifères	9	226	303	6
Total	821	1593	1240	62
NR total	53	129	76	9

	Magdalénien final		Abri sommital		Néolithique	
	Couche bigarrée NR	NMI	n/a Interface NR	NMI	Sépulture NR	NMI
	12	8	20	9	12	4
	-	-	2	1	1	1
	11	7	11	4	2	2
	35	21	17	10	4	3
	10	3	3	3	1	1
	34	17	29	18	-	-
	-	-	-	-	-	-
	7	4	-	-	-	-
	-	-	-	-	1	1
	-	-	-	-	1	1
	-	-	-	-	1	1
	4	1	19	4	119	43
	1	1	3	1	9	7
	7	2	10	4	25	13
	29	-	30	-	30	-
	718	-	694	-	875	-
	868	64	785	27	1081	77
	1	1	1	1	6	2
	-	-	-	-	1	1
	-	-	-	-	-	-
	1	1	-	-	-	-
	1	1	-	-	-	-
	3	3	1	1	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	1	1	1	1
	2	2	-	-	-	-
	1	-	4	-	6	-
	59	3	49	3	29	6
	68	11	56	6	43	10
	-	-	-	-	3	2
	-	-	1	1	-	-
	-	-	-	-	1	1
	-	-	1	1	3	2
	1	1	1	1	-	-
	-	-	1	1	2	2
	-	-	-	-	1	1
	-	-	1	1	-	-
	1	1	5	5	10	8
	303	-	297	-	309	-
	1240	76	1143	38	1443	95

Tab. 4.1 - Spectre faunique du gisement du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) exprimé en NR et NMI.

La séquence du Moulin du Roc est par la diversité des espèces et par le nombre de restes (n = 6302) très intéressante. L'association des taxons de ces trois ordres nous permettra pour la suite d'aborder la problématique liée au paléo-environnement de façon relativement complète. De plus, il nous paraît important de rappeler encore ici que le NMI n'est donné qu'à titre indicatif et éventuellement comparatif pour d'autres études. Il ne sera plus utilisé dans la suite de ce travail, car il fournit une vision biaisée, en favorisant certaines espèces ou proies, surtout si le prédateur responsable de l'accumulation a un régime alimentaire peu diversifié.

4.2. Les espèces

Nous avons identifié dans la thanatocénose du Moulin du Roc 23 espèces réparties en 7 familles et 14 genres. Pour chacun de ces taxons, nous donnons d'abord les principaux éléments de détermination mobilisés dans cette étude. Ensuite, nous axerons principalement notre propos sur l'écologie et l'éthologie de ces petits animaux. Il sera également question de répartition actuelle en France et sur l'ensemble du Paléarctique, de paléontologie et de systématique.

La présentation de ces espèces s'inscrit, avec la méthode de l'écologie quantifiée, dans une démarche visant à la reconstitution de l'environnement et du climat des derniers temps du Pléistocène et de l'Holocène.

4.2.1. Les rongeurs

Ordre **Rodentia** (Bowdich, 1821)

Sous-ordre **Sciuromorpha** (Brandt, 1855)

Famille **Cricetidae** (Fischer, 1817)

Sous-famille **Arvicolinae** (Gray, 1821)

Quelques éléments diagnostiques : Les molaires d'*Arvicolinae* sont hypsodontes, ce qui leur confère une hauteur de couronne importante. Elles sont formées de l'assemblage de prismes à base triangulaire. La face occlusale présente un contour polygonal dont le bord est défini par une ligne souvent continue d'émail. Ainsi, au niveau de la surface d'usure, il apparaît une série de triangles plus ou moins fermés qui s'alternent ou confluent entre l'extérieur et l'intérieur de la dent. Ils s'insèrent entre deux complexes, un antérieur et un postérieur de formes différentes.

Les critères de détermination dentaire portent essentiellement sur la première molaire inférieure, car elle est souvent la plus caractéristique. Les principaux éléments de reconnaissance sont le nombre de triangles clos et de ce fait d'angles, qui peuvent varier d'un taxon à l'autre. De plus, la boucle antérieure, souvent typique, est essentielle à la détermination, car elle porte les stigmates de l'évolution des espèces.

Les angles rentrants sont comblés par le ciment qui vient consolider la dent. Au sein de cette sous-famille, en plus de la morphologie générale de la dent, il est possible de se baser sur l'absence ou la présence de celui-ci. En effet, chez des espèces comme *Ondatra zibethicus* (Linnaeus 1766), *Lagurus lagurus* (Pallas 1773), *Dicrostonyx torquatus* (Pallas 1779) et les genres *Pliomys* (Méhely 1914) et *Dinaromys* (Kretzoi 1955), les dents en sont dépourvues.

Genre *Arvicola* (Lacépède, 1799)

• Espèce *Arvicola sapidus* (Miller, 1908) - **Campagnol amphibie**

Quelques éléments diagnostiques : Avec *Arvicola terrestris*, ces deux espèces sont de taille plus importante par rapport à celles du genre *Microtus*. La M_1 est dissymétrique et ne présente que 3 triangles clos et 5 angles saillants externes. La boucle antérieure chez *Arvicola sapidus* (fig. 4.1), dans les cas les plus typiques, forme un petit angle sur son bord interne.

Paléontologie : Selon Chaline et Mein (1979), ce groupe est un des plus beaux exemples de lignée anagénétique chez les rongeurs⁶. Sans entrer dans les détails, nous pouvons dire que l'histoire évolutive de ces deux taxons commence au cours du Pliocène inférieur, pour se poursuivre au Pliocène supérieur avec le genre *Mimomys* (Forsyth Major 1902).

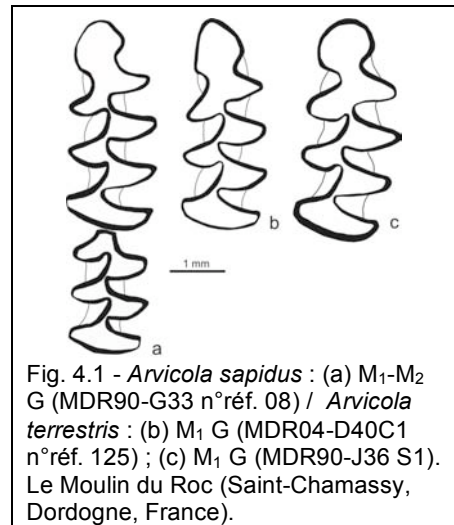


Fig. 4.1 - *Arvicola sapidus* : (a) M_1 - M_2 G (MDR90-G33 n°réf. 08) / *Arvicola terrestris* : (b) M_1 G (MDR04-D40C1 n°réf. 125) ; (c) M_1 G (MDR90-J36 S1). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

La caractéristique de cette lignée est l'acquisition progressive au fil du temps de la croissance continue des dents (Chaline et Mein, 1979). En effet, les molaires des formes ancestrales étaient brachyodontes. Progressivement la couronne des molaires s'est élevée aux dépens des racines, qui finirent par disparaître. Le gain de l'hypsodontie sera complet avec l'apparition d'*Arvicola cantiana* (Hinton 1927) au Pléistocène moyen. Cette espèce subsiste jusqu'à l'Eémien et se scinde en deux espèces principales : *Arvicola terrestris* et *Arvicola sapidus*, présentant, tous deux, une différence quant à la position de l'épaisseur de l'émail sur les molaires par rapport à leur ancêtre (Heinrich, 1990 ; Koenigswald et Heinrich, 1999). Toutefois, nous ignorons encore si la séparation en deux taxons s'est faite simultanément ou non.

D'après Marquet (1993), *Arvicola sapidus* est beaucoup plus rare et n'est généralement représenté que par quelques individus dans les remplissages du Pléistocène supérieur. Au contraire *Arvicola terrestris* est, dans la plupart des cas, présent. Cependant, au vu de la difficulté de détermination sur des dents isolées, il convient d'être prudent.

Répartition actuelle : L'aire de répartition d'*Arvicola sapidus* est réduite à la France et à la péninsule Ibérique (Le Louarn et Quéré, 2003 ; IUCN, 2007). Globalement, cette espèce occupe les zones atlantiques et méridionales.

En France, *Arvicola sapidus* occupe une bonne partie du territoire français, sauf le nord-est. Le sud de la France est une zone intéressante, car cette espèce y est observée avec *Arvicola terrestris*. Elles partagent un même territoire géographique sans toutefois s'hybrider (espèces sympatriques).

Habitat : *Arvicola sapidus* se rencontre dans des zones où la végétation est dense près des rivières à faible courant, des ruisseaux et également des marais. Il a été observé jusqu'à 2'000 mètres d'altitude dans les Pyrénées (Le Louarn et Quéré, 2003).

Biologie et comportement : Cette espèce se nourrit essentiellement de plantes de bord de rivière, mais également de crustacés, de grenouilles et de poissons. Elle est active de jour comme de nuit. Les femelles peuvent mettre bas 4 à 6 petits, 2 à 5 fois par an.

⁶ C'est-à-dire qu'il est possible de suivre la transformation graduelle d'une espèce en une autre.

Les prédateurs d'*Arvicola sapidus* et *Arvicola terrestris terrestris* sont essentiellement liés au milieu aquatique. Il s'agit de *Lutra lutra* et de *Mustela putorius* (Saint-Girons, 1973). Dans un biotope humide, Le Louarn et Quéré (2003) constatent que *Tyto alba* peut en capturer.

• Espèce ***Arvicola terrestris*** (Linnaeus, 1758) - **Rat taupier ou campagnol terrestre**

Quelques éléments diagnostiques : Voir *Arvicola sapidus* et les figures 4.1 et 4.2. M_1 plutôt symétrique.

Paléontologie : Voir *Arvicola sapidus*.

Répartition actuelle : La distribution géographique d'*Arvicola terrestris* couvre une bonne partie de l'Eurasie, du nord du Portugal jusqu'au lac Baïkal (sud de la Sibérie) et au fleuve Léna en Sibérie. Il s'étend du cercle arctique jusqu'au sud de l'Iran. En Europe, il est absent du sud de la péninsule Ibérique et de l'Irlande (Le Louarn et Quéré, 2003 ; IUCN, 2007).



En France, *Arvicola terrestris* est absent du pourtour méditerranéen et du nord-ouest.

Habitat : *Arvicola terrestris* peut être classé selon deux écotypes, à savoir : la forme semi-aquatique (*Arvicola terrestris terrestris* ou *Arvicola amphibius*) et la forme terrestre (*Arvicola terrestris scherman*). Les différences entre ces deux taxons ne sont toujours pas suffisamment établies pour les passer au rang d'espèce (Le Louarn et Quéré, 2003).

La forme aquatique occuperait l'ensemble du territoire décrit ci-dessus, alors que la forme fouisseuse ne serait présente que dans une bande comprise entre le nord de la péninsule Ibérique et la Hongrie et se limitant au nord de la France (Le Louarn et Quéré, 2003).

L'habitat de la forme aquatique d'*Arvicola terrestris* est similaire à celui d'*Arvicola sapidus*. Cette espèce se rencontre essentiellement en plaine et jusqu'en faible altitude. Quant à la forme fouisseuse, elle affectionne particulièrement les sols frais et humides dans des milieux de prairie. Elle est présente surtout dans les zones de moyenne montagne et jusqu'à environ 2'500 mètres d'altitude.

Biologie et comportement : *Arvicola terrestris terrestris* (comme *Arvicola sapidus*) creuse son terrier dans les berges. Il se nourrit, en plus de plantes de bord de rivière, de crustacés, de grenouilles et de poissons. Au contraire, *Arvicola terrestris scherman* creuse des terriers profondément dans le sol. Sa nourriture se compose en grande partie de plantes, mais aussi de racines d'arbres. En montagne, les terriers de ces derniers sont parfois moins profonds, car ils bénéficient d'une protection thermique offerte par la neige empêchant ainsi le sol de se refroidir lorsqu'il gèle (Le Louarn et Quéré, 2003).

D'une manière générale, *Arvicola terrestris* est nocturne et diurne, quoique d'après Macdonald et Barrett (1995), il est surtout actif le jour. Les femelles peuvent avoir 2 à 5 portées annuelles comprenant 4 à 6 petits. Leur maturité sexuelle varie entre 3 et 6 mois.

Baudoin (1984a) mentionne en plus des rapaces, *Mustela erminea* comme prédateur potentiel. Voir aussi *Arvicola sapidus*.

Par ailleurs, la population d'*Arvicola terrestris* connaît une pullulation périodique dont les effectifs peuvent atteindre 1'000 à 1'500 individus par hectare. Dans le Jura français, ce phénomène se répéterait sur un cycle de 5 à 8 ans, mais dépendrait notamment de conditions clémentes lors de l'hiver, favorisant ainsi l'accès à la nourriture (Baudoin, 1984a).

→ **Distinction *Arvicola terrestris* - *Arvicola sapidus*** : Un des critères retenus pour la différenciation de ces deux espèces morphologiquement proches est la symétrie de M₁ (au niveau du trigonide). En effet, chez *Arvicola terrestris* au contraire d'*Arvicola sapidus*, elle est symétrique. De plus, la position du foramen mandibulaire par rapport aux processus condyloïde et coronoïde semble aussi être un bon élément diagnostique.

Enfin, d'après Le Louarn et Quéré (2003), les incisives supérieures sont proclives (inclinées vers l'avant, donc plus adaptées à creuser) chez *Arvicola terrestris* et protusives chez *Arvicola sapidus*.

Genre *Microtus* (Schrank, 1798)

Systématique : Avant les années 1980, pour le Paléarctique, les genres *Pitymys* (Mc Murtrie 1831), c'est-à-dire les campagnols souterrains et *Microtus* étaient distingués par, notamment, le fait que chez l'un les triangles T4 et T5 sont confluent, ce qui correspond au rhombe pitymyen et alternes pour l'autre. À la suite d'analyses biochimiques, dont nous trouverons une synthèse dans Niethammer et Krapp (1982), toutes les espèces découlant du genre *Pitymys* ont été attribuées au genre *Microtus*.

Les travaux de Chaline *et al.* (1988) ont mis en évidence une évolution indépendante des campagnols souterrains du Paléarctique et du Néarctique. Deux sous-genres furent alors proposés : *Pitymys* (Mc Murtrie 1831) et *Terricola* (Fatio 1867). Nous pouvons donc résumer la situation comme suit :

- *Microtus (Terricola)* : pour les campagnols souterrains du Paléarctique, comme *Microtus (terricola) subterraneus* (de Sélys-Longchamps 1836), *Microtus (terricola) multiplex* (Fatio 1905), *Microtus lusitanicus* (Gerbe 1879), *Microtus duodecimcostatus* (de Sélys-Longchamps 1839)...
- *Microtus (Pitymys)* : pour les campagnols souterrains du Néarctique, comme *Microtus (Pitymys) pinetorum* (Le Conte 1830)...
- *Microtus (Microtus)* : pour les autres espèces du genre *Microtus*, c'est-à-dire celles ne possédant pas le rhombe pitymyen, comme *Microtus (Microtus) arvalis* (Pallas, 1778)...

Paléontologie : Dès le début du Pléistocène, *Allophaiomys pliocaenicus* (Kormos 1932) avec un autre rongeur, *Lagurus arankae*, sont les premiers campagnols à acquérir des molaires à croissance continue. La cladogenèse⁷ d'*Allophaiomys* peut se suivre au niveau de la morphologie des dents. En effet, l'évolution dentaire se réalise par l'apparition de nouveaux triangles, par la fermeture et l'isolement de triangles jusqu'alors plus ou moins confluent (Chaline et Mein, 1979). Ces différentes transformations au cours du temps se remarquent par le passage à des formes intermédiaires qui vont conduire à l'apparition de différents genres et espèces, dont les *Microtus*. L'évolution des différentes lignées en fonction des conditions locales et des grands changements climatiques au cours du Pléistocène ont considérablement complexifié la phylogénie de ces taxons (Chaline, 1972).

Quelques éléments diagnostiques : Molaires arhizodontes ; M₁ avec plus de 3 triangles clos.

⁷ Diversification d'une espèce en plusieurs autres lignées distinctes.

Sous-genre *Microtus* (Schrank, 1798)

• Espèce *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) - **Campagnol des champs**

Quelques éléments diagnostiques : M_1 avec 5 triangles clos, A8 et A9 sont marqués, T6 et T7 sont confluent. L'extrémité de la boucle antérieure est généralement de forme arrondie. Les triangles internes et externes sont approximativement égaux (symétriques). Sur la M^2 , le troisième triangle sortant est absent. Le foramen mandibulaire se trouve sur le bord antérieur de la protubérance formée par la racine de l'incisive inférieure. Il est souvent difficile de distinguer cette espèce de *Microtus agrestis*, morphologiquement très proche. Néanmoins, le recours à une série de mesures afin d'évaluer la symétrie, nous permet d'en séparer une bonne partie. Au niveau du trigonide, M_1 est symétrique chez *Microtus arvalis*.

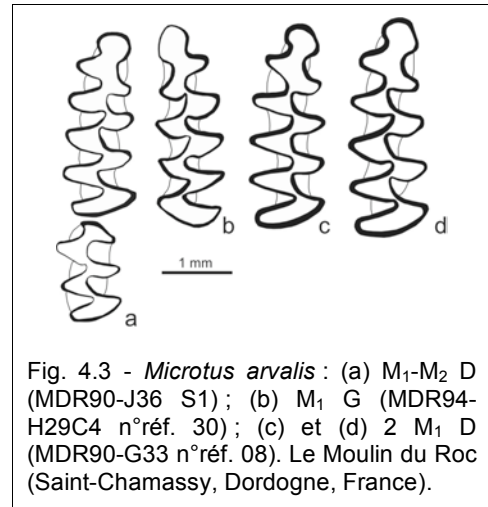


Fig. 4.3 - *Microtus arvalis* : (a) M_1 - M_2 D (MDR90-J36 S1); (b) M_1 G (MDR94-H29C4 n°réf. 30); (c) et (d) 2 M_1 D (MDR90-G33 n°réf. 08). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Paléontologie : Les deux lignées *arvalis* et *agrestis* se sont différenciées dès le Pléistocène moyen. Ces deux taxons sont donc présents dans les sites datés de la fin du Pléistocène moyen. La lignée *arvalis* va évoluer différemment selon les régions au cours du Pléistocène supérieur, ce qui sera à l'origine de quelques sous-espèces (Chaline, 1972). Malgré certaines difficultés de détermination de ces proches taxons, il semblerait que *Microtus arvalis* (fig. 4.3) soit plus abondant dans la plupart des gisements (Marquet, 1993).

Répartition actuelle : L'aire géographique de *Microtus arvalis* comprend un vaste territoire, du nord de l'Espagne jusqu'au centre de la Russie. La limite septentrionale de sa distribution se situe au sud de la Finlande. Au sud, il se rencontre jusqu'au nord de l'Iran et du Kazakhstan. Il est toutefois absent du pourtour du bassin méditerranéen, de la Scandinavie et des îles de la Grande-Bretagne, sauf celles des îles Orcades où l'espèce semble avoir été introduite (Shenbrot et Krasnov 2005 ; IUCN, 2007).

En France, il est présent sur la quasi totalité du pays, sauf à l'extrême ouest du massif armoricain (Finistère et ouest des Côtes d'Armor), d'une partie des Landes et sur les bords de la Méditerranée. Son observation sur plusieurs îles de l'Atlantique comme Oléron, Yeu... pourrait correspondre à une population relique de la fin du Pléistocène (Le Louarn et Quéré, 2003).

Habitat : Ce rongeur affectionne particulièrement les prairies plutôt sèches et les talus où l'herbe est rase. Par contre, il évite les prairies très humides à végétation haute. Il fréquente les milieux ouverts de plaine et de montagne, comme les prairies naturelles alpines au-dessus de la limite de la forêt, jusqu'à 2'600 mètres d'altitude (Macdonald et Barrett, 1995 ; Spitzenberger, 2001). L'absence de *Microtus arvalis* sur les bords de la Méditerranée pourrait s'expliquer par le climat plus sec et la profondeur peu importante du sol (Saint-Girons, 1973 ; Le Louarn et Quéré, 2003).

Biologie et comportement : *Microtus arvalis* est essentiellement crépusculaire et nocturne, quoiqu'il puisse être visible de jour lors des périodes de pullulation. Ce phénomène cyclique se réitère, de nos jours, tous les 3 à 5 ans. Durant ces périodes, la population peut être estimée à plus de 1'000 individus par hectare. Il construit son « nid » et son grenier dans les galeries de son terrier. Herbivore, ce campagnol mange majoritairement les parties vertes des plantes et parfois des insectes.

Au cours de la période de reproduction, les femelles peuvent mettre bas une portée de 2 à 12 petits, 3 à 4 fois par an. Après 15 jours, certaines femelles peuvent déjà être gestantes (Macdonald et Barrett, 1995).

Par ailleurs, il est intéressant de mentionner que *Microtus arvalis* après *Crocidura russula* est un envahisseur rapide de nouvelles terres, lors de défrichement par exemple (Le Louarn et Quéré, 2003).

• Espèce ***Microtus agrestis*** (Linnaeus, 1761) - **Campagnol agreste**

Quelques éléments diagnostiques : La M_1 est au niveau du corps dissymétrique, mais ce seul critère ne suffit pas toujours. Il convient de voir en plus la dissymétrie de la boucle antérieure, la présence éventuelle de 6 triangles clos par exemple. Dans les cas les plus caractéristiques, il est remarqué un pincement sur le côté interne de la boucle antérieure. Dans environ 95% des cas, M^2 possède 3 angles sortants internes. Le foramen mandibulaire se positionne sur la protubérance.

Paléontologie : Voir aussi *Microtus arvalis*. Même si sa différenciation avec *Microtus arvalis* reste dans certains cas problématiques, il est retrouvé dans de nombreux sites archéologiques (Marquet, 1993).

Répartition actuelle : *Microtus agrestis* (fig. 4.4) a une répartition plus septentrionale et couvrant une plus grande partie de la région paléarctique que *Microtus arvalis*. Il est présent du nord du Portugal jusqu'au Lac Baïkal, et de l'extrême nord de la Scandinavie jusqu'au sud de la Roumanie, ainsi qu'en Grande-Bretagne (Shenbrot et Krasnov 2005 ; IUCN, 2007).

En France : Observé sur l'ensemble du territoire, il est, cependant, manquant ou rare en Provence, mais il fait totalement défaut dans la plupart des îles atlantiques (sauf Groix) (Le Louarn et Quéré, 2003).

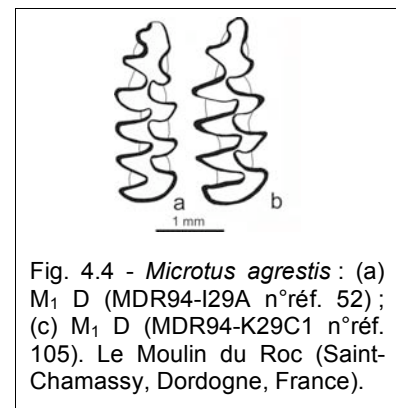


Fig. 4.4 - *Microtus agrestis* : (a) M_1 D (MDR94-I29A n°réf. 52) ; (c) M_1 D (MDR94-K29C1 n°réf. 105). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Habitat : Cette espèce fréquente des biotopes humides, couverts par des herbes hautes par exemple et dans une plus large gamme, à savoir : champs, clairières, haies, taillis, bois clairs et tourbières. Le sol forestier lui convient également (Macdonald et Barrett, 1995 ; Le Louarn et Quéré, 2003). Il se rencontre en plaine et jusqu'à 2'000 mètres d'altitude environ.

Biologie et comportement : Ce mammifère quitte son terrier essentiellement la nuit. Il construit des galeries superficielles où il installe son « nid ». Il se nourrit de la partie verte des plantes, de jeunes pousses, sporadiquement d'insectes et, souvent en hiver, de l'écorce des petits arbres. Durant une partie de l'année, les femelles peuvent mettre bas 2 à 5 fois des portées de 3 à 6 petits. La maturité sexuelle des femelles est à environ 28 jours. (Macdonald et Barrett, 1995 ; Le Louarn et Quéré, 2003).

Les populations de Scandinavie sont soumises à des pullulations cycliques, alors qu'en France, il semblerait que ce phénomène existe, mais de nature plus régionale (Saint-Girons, 1973 ; Le Louarn et Quéré, 2003), donc pas aussi spectaculaire que celles concernant *Microtus arvalis*. Cette différence entre *Microtus arvalis* et *agrestis* pourrait s'expliquer pour ce dernier par des exigences écologiques différentes et un taux de fécondité moins important.

→ **Distinction *Microtus arvalis* - *Microtus agrestis*** : Au niveau du trigonide, M_1 est symétrique chez *Microtus arvalis* et dissymétrique chez *Microtus agrestis*. Le foramen mandibulaire se positionne sur la protubérance chez *Microtus agrestis* alors qu'il se trouve sur son bord antérieur chez *Microtus arvalis*.

• Espèce ***Microtus oeconomus*** (Pallas, 1776) - **Campagnol nordique**

Quelques éléments diagnostiques : M_1 ne compte que 4 triangles clos. La boucle antérieure est de forme typique, avec notamment l'absence de A8.

Paléontologie : Connu à la fin du Pléistocène moyen (à la fin du Riss), *Microtus oeconomus* (fig. 4.5) se développera surtout pendant le Pléistocène supérieur. Les différentes phases d'extension des populations en France apportent de précieuses informations paléoclimatiques (Chaline, 1972 ; Marquet, 1993). Il est d'ailleurs souvent mentionné dans les thanatocénoses de gisements de la fin du Würm et du Tardiglaciaire. À l'Holocène, il est présent encore jusqu'à l'Atlantique dans certaines zones montagneuses. Notons enfin la découverte d'une population relique sur un site de l'âge du Fer mis au jour sur l'île d'Ouessant, située à la pointe de la Bretagne (Vigne et Pascal, 2003).

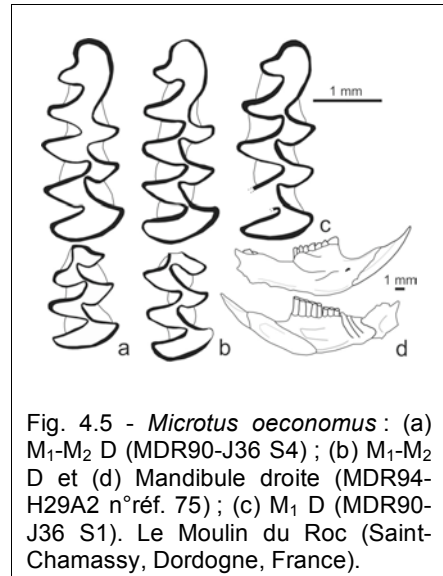


Fig. 4.5 - *Microtus oeconomus* : (a) M_1 - M_2 D (MDR90-J36 S4) ; (b) M_1 - M_2 D et (d) Mandibule droite (MDR94-H29A2 n°réf. 75) ; (c) M_1 D (MDR90-J36 S1). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Répartition actuelle : *Microtus oeconomus* est une espèce holarctique, c'est-à-dire que son aire de répartition dépasse le Paléarctique. En effet, ce dernier se trouve du nord-est de l'Allemagne jusqu'à l'ouest de l'Alaska. Au nord, son aire de répartition atteint le cercle polaire. Quant au sud, elle se limite au nord du Kazakhstan et du sud de la Pologne et de l'Ukraine. Toutefois, il est absent des côtes de la mer Baltique et d'une partie des territoires suédois, norvégiens et finlandais. En Europe demeurent également quatre petits îlots de population au niveau des Pays-Bas, du sud de la Norvège, du sud-ouest de la Finlande et à l'ouest de la Hongrie (Shenbrot et Krasnov, 2005 ; IUCN, 2007).

Habitat : Cette espèce fréquente les prairies humides, les terrains marécageux, les berges et les tourbières, où la végétation a une forte densité. Son habitat se trouve souvent à proximité de l'eau (Tast, 1982 ; Macdonald et Barrett, 1995 ; van Apeldoorn, 1999). Il se rencontre, en Eurasie, dans les zones de toundra et de taïga, sur des terrains humides en été, et plus secs en hiver (Marquet, 1993).

Biologie et comportement : Ce campagnol construit un « nid » au-dessus du sol ou dans un terrier. Il est plutôt nocturne en été et diurne en hiver. Essentiellement herbivore, le carex⁸ constitue une grande partie de son alimentation (Macdonald et Barrett, 1995). Il peut, parfois, consommer quelques insectes (Tast, 1982). Les femelles peuvent mettre bas 2 à 5 fois pendant l'année des portées de 2 à 11 petits (Macdonald et Barrett, 1995).

⁸ Ou laïche. Il s'agit d'une plante qui croît au bord de l'eau, dans les zones humides et également dans les prairies sèches et le sable.

• Espèce ***Microtus gregalis*** (Pallas, 1779) - **Campagnol des hauteurs**

Quelques éléments diagnostiques : M_1 possède 5 triangles clos. A8 est absent, par contre A9 est fortement marqué. La boucle antérieure est dissymétrique par rapport à l'ensemble de la dent.

Paléontologie : Ce rongeur est connu dès la fin du Pléistocène moyen. Par la suite, il évoluera par augmentation de la taille (Chaline, 1972). Durant la phase du Würm, la présence de *Microtus gregalis* en France est bien marquée.

Représentant des derniers grands froids du Tardiglaciaire, l'espèce s'est rapidement retirée vers les régions montagneuses avec le début du réchauffement holocène. Elle abandonnera le territoire français probablement au cours de l'Atlantique (Vigne, 2003a) certainement pour des raisons climatiques.

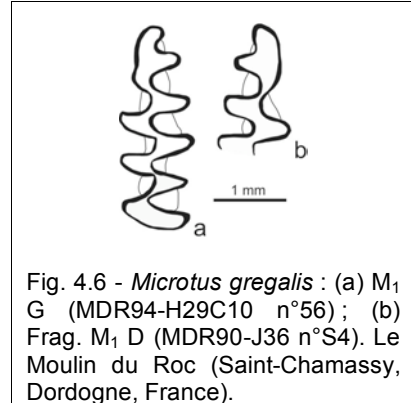


Fig. 4.6 - *Microtus gregalis* : (a) M_1 G (MDR94-H29C10 n°56) ; (b) Frag. M_1 D (MDR90-J36 n°S4). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Répartition actuelle : Absent de l'Europe, il est présent dans au moins trois aires géographiques différentes : sur une petite bande de toundra entre la mer Blanche, et la rivière Kolyma ; en Alaska ; dans les steppes du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan et jusqu'en Mandchourie, en passant pour le sud-ouest de la Sibérie, de la Yakoutie et de la Mongolie. Le froid semble être un point commun entre ces différentes zones.

Cette fragmentation géographique, ainsi que les différences morphologiques observées mettent en avant l'existence de plus de 10 sous-espèces. De nouvelles études taxonomiques devraient apporter davantage de précisions (IUCN, 2007).

Habitat : *Microtus gregalis* (fig. 4.6) vit à la fois dans la toundra et les steppes boisées, en plaine comme en montagne. C'est dans le milieu herbeux des steppes ainsi que dans les prairies alpines et inondables que la densité maximale de population a pu être remarquée. Dans les zones forestières et semi-désertiques, il occupe les secteurs herbeux. Des observations font mention de l'espèce jusqu'à 4'000 mètres d'altitude (IUCN, 2007).

Biologie et comportement : Actif de jour comme de nuit, il creuse d'importants réseaux de galeries. Il consomme diverses plantes herbacées, dont le carex. Le nombre de portées peut être de 4 voire 5 par an d'une douzaine de petits.

Sous-genre ***Terricola*** (Fatio 1867)

• Espèce ***Microtus subterraneus*** (de Sélys-Longchamps, 1836) - **Campagnol souterrain**

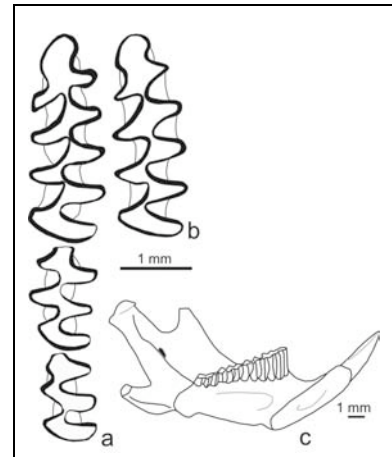
Quelques éléments diagnostiques : M_1 est symétrique, à 3 triangles clos et avec les triangles T4-T5 (rhombe pitymyen) et T6-T7 confluents. La boucle antérieure est arrondie. Entre cette dernière et le complexe T6-T7, il y a un étranglement important. La M^3 est de type complexe, c'est-à-dire qu'elle possède 2 triangles bien clos et 4 angles saillants internes et 3 externes. Toutefois, pour *Microtus subterraneus*, il existe, dans certains cas, une variabilité quant au nombre de triangles clos et d'angles saillants sur M^3 .

Paléontologie : Comme pour les autres *Microtus*, cette espèce aurait évolué depuis *Allophaiomys pliocaenicus* par cladogenèse. Le premier *Microtus subterraneus* différencié au niveau spécifique est connu dès la moitié du Pléistocène moyen dans le gisement d'Orgnac 3 (Ardèche, France) (Jeannet, 1981). Marquet (1993) mentionne la présence régulière de

cette espèce, sans toutefois être abondante. Ceci est probablement à mettre en corrélation avec l'éthologie de l'espèce (faible natalité, vie souterraine...).

Répartition actuelle : *Microtus subterraneus* (fig. 4.7) se retrouve essentiellement en Europe, de la Bretagne jusqu'à l'ouest de la Russie, aux environs de la Volga, et du nord de la Pologne au nord de la Turquie. En plus de cette zone, il existe des populations isolées en Estonie et entre Saint-Petersbourg et la Volga. Il est absent de la périphérie de la mer Méditerranée, de la péninsule Ibérique, des pays baltes et d'une grande partie de l'Italie (Shenbrot et Krasnov 2005 ; IUCN, 2007).

Fig. 4.7 - *Microtus subterraneus* (a) M₁-M₃ G et (c) Mandibule gauche (MDR94-H15C n°réf. 54) ; (b) M₁ G (MDR03-D40R11). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).



En France, il est absent au sud d'une ligne reliant Bordeaux à Genève passant par le sud du massif central (Le Louarn et Quéré, 2003).

Habitat : Actuellement, ce rongeur se retrouve dans les prairies surtout humides, champs, forêts claires de feuillus généralement, clairières, tourbières, milieux herbacés et prairies alpines recouvertes d'arbustes nains et de myrtilles. Il se rencontre donc davantage dans des milieux humides, quoiqu'il puisse également supporter des conditions environnementales plus sèches. Il se rencontre en plaine et jusqu'à 2'300 mètres d'altitude (Macdonald et Barrett, 1995 ; Krystufek, 1999a ; Le Louarn et Quéré, 2003).

Biologie et comportement : Nocturne et crépusculaire, cette espèce discrète se déplace généralement sous un couvert herbacé ou arbustif important. Elle passe la majeure partie de sa vie dans ses galeries où elle installe son « nid ». En montagne par contre, il semblerait que l'activité de surface soit plus importante qu'en plaine (Le Louarn et Quéré, 2003). Par ailleurs, *Microtus subterraneus* présente des adaptations manifestes à cette vie souterraine : yeux minuscules, petits pavillons des oreilles... (Saint-Girons, 1973).

Ce rongeur mange des racines, rhizomes et bulbes. Les femelles ne possèdent que deux paires de mamelles, ce qui réduit le nombre de petits par portées, généralement 2 à 3 jeunes et plusieurs portées durant l'année (Saint-Girons, 1973).

→ **Distinction *Microtus subterraneus* - *Microtus multiplex*** : En utilisant la différence de position d'une perpendiculaire à une droite reliant les extrémités de deux angles du côté interne, il est possible de différencier *Microtus subterraneus* de *Microtus multiplex*. Il existe d'autres éléments de détermination au niveau de M₂ et de M₃. Il est également envisageable de déterminer les différentes espèces par une analyse morphométrique (Brunet-Lecomte, 1988).

Genre *Clethrionomys* (Tilesius, 1850)

Systématique : Certains auteurs, dont Carleton *et al.* (2003) et Wilson et Reeder (2005) ont retenu le genre *Myodes* (Pallas, 1811) au détriment de *Clethrionomys*, et ce, en se basant sur le principe de priorité défini par le code de la commission internationale de nomenclature zoologique (article 23.1). Toutefois, d'après cette même commission, *Clethrionomys* reste prioritaire, car il a été couramment utilisé dans la littérature zoologique depuis plus de 50 ans

(article 23.9). Actuellement, aucun de ces noms ne semble faire l'unanimité chez les zoologues et les deux se rencontrent dans la littérature. Pour ce travail, nous utiliserons *Clethrionomys*, comme c'est le cas dans la plupart des travaux zoologiques et paléontologiques menés en Europe de l'Ouest.

Paléontologie : Chaline *et al.* (1999) suggèrent une origine « mimomyenne » sans toutefois donner plus de précision quant à son évolution. Au Pliocène, Kurten (1968) mentionne la découverte de fossiles attribuables au groupe « *glareolus* ». *Clethrionomys glareolus* serait attesté dès le début du Pléistocène moyen (Kurten, 1968).

Quelques éléments diagnostiques : Les molaires sont rhizodontes, surtout chez les adultes. L'émail de celles-ci est peu différencié et les triangles ont des bords plutôt arrondis. Sur M₁, A8 et A9 sont absents ou réduits, T4 et T5 sont alternes. T1 et T2 de M₂ sont confluent.

Dans les zones froides du nord de l'Europe, il existe deux autres espèces *Clethrionomys rutilus* (Pallas 1779) et *Clethrionomys rufocanus* (Sundevall 1846), qui sont morphologiquement proches de *Clethrionomys glareolus*. Ces deux premiers taxons n'ont pas (encore) été mentionnés dans les gisements d'Europe occidentale. La distinction au niveau dentaire est possible. D'après Viro et Niethammer (1982), la forme de la partie arrière du palais permettrait de séparer également *Clethrionomys glareolus* de *Clethrionomys rutilus*.

• Espèce ***Clethrionomys glareolus*** (Schreber, 1780) - **Campagnol roussâtre**

Quelques éléments diagnostiques : voir genre *Clethrionomys*.

Paléontologie : Voir genre *Clethrionomys*. Jeannet (1981) signale à Orgnac 3 (Ardèche, France), la découverte d'une forme intermédiaire, *Clethrionomys glareolus combieri*, entre *Mimomys* et *Clethrionomys glareolus*. Apparue au début de Pléistocène moyen, cette espèce sera trouvée dans de nombreux gisements du Pléistocène supérieur (Kurten, 1968). Marquet (1993) en a retrouvée dans un grand nombre de sites préhistoriques français, mais jamais de façon abondante.

Répartition actuelle : Cette espèce paléarctique se retrouve de la Grande-Bretagne jusqu'au lac Baïkal par l'Europe continentale. Au nord, son aire de répartition s'étend au-delà du cercle arctique et au sud, jusqu'au nord du Kazakhstan et de la Turquie. *Clethrionomys glareolus* (fig. 4.8) est absent du sud de la péninsule Ibérique, des îles de la Méditerranée et du pourtour nord de la mer Noire (Shenbrot et Krasnov 2005 ; IUCN, 2007).

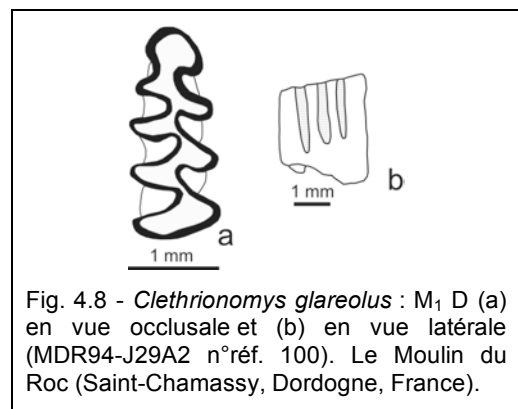


Fig. 4.8 - *Clethrionomys glareolus* : M₁ D (a) en vue occlusale et (b) en vue latérale (MDR94-J29A2 n°réf. 100). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

En France : Ce campagnol occupe tout le pays à l'exception des îles atlantiques et de la Corse. La population est, par ailleurs, moins dense sur les côtes méditerranéennes.

Habitat : Il est, généralement, observé dans les forêts de feuillus et mixtes, résineux en Scandinavie par exemple, les sous-bois denses et les haies. Ce campagnol affectionne les milieux tempérés, humides et parfois un peu secs. L'habitat se situe habituellement dans des terrains couverts à forte densité de végétation. Les observations écologiques ont montré que ce rongeur avait une préférence pour les bois dont le sol est jonché d'amas de branchages, formant ainsi une litière sous laquelle il peut circuler (Viro et Niethammer, 1982 ; Macdonald et Barrett, 1995).

Selon Saint-Girons (1973), la présence de ce taxon jusqu'à plus de 2'000 mètres d'altitude dans les Alpes notamment, est limitée par la disparition des arbres et des buissons.

Biologie et comportement : Nocturne, il peut également se rencontrer en journée, sauf lorsque certaines espèces de campagnols pullulent. Il installe son « nid » dans ses galeries proches de la surface ou, parfois, dans des trous d'arbres. Essentiellement végétarien, ce rongeur se nourrit de baies, de graines, de racines, d'écorce, de fruits secs et de la partie verte des plantes. Il lui arrive de consommer des insectes, des vers et des escargots. Dans de bonnes conditions, la reproduction peut avoir lieu toute l'année. Habituellement, 4 à 5 fois durant l'année, naissent 3 à 5 petits (Macdonald et Barrett, 1995 ; Le Louarn et Quéré, 2005).

Il n'est pas observé de pullulation dans la nature, mais juste une augmentation, souvent localisée, des effectifs, lorsque la nourriture a été abondante l'année d'avant (Saint-Girons, 1973).

Famille **Gliridae** (Muirhead, 1819)

Quelques éléments diagnostiques : Les molaires et les prémolaires sont basses et brachyodontes. Elles possèdent plus de deux crêtes transversales sur la face occlusale.

Paléontologie : Sommairement, le genre *Glis* apparaît au cours du Miocène moyen et supérieur pour le genre *Eliomys* (Chaline et Mein, 1979).

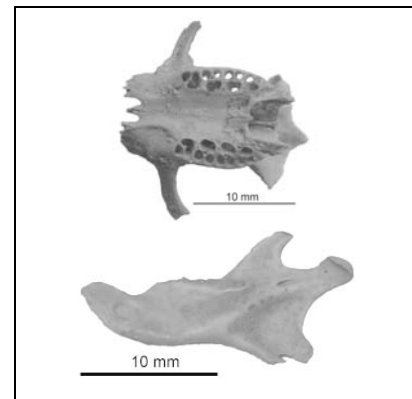
Sous-famille **Glirinae** (Muirhead, 1819)

Genre **Glis** (Brisson, 1762)

• Espèce ***Glis glis*** (Linnaeus, 1766) - **Loir**

Quelques éléments diagnostiques : La couronne des prémolaires et des molaires est légèrement concave. En vue occlusale, les dents présentent une série de crêtes transversales alternativement larges et étroites. Entre ces dernières, il se développe des petites crêtes secondaires. Absence d'une petite perforation au niveau du processus angulaire de la mandibule.

Fig. 4.9 - *Glis glis* : Maxillaire (MDR05-D42B1 n°réf. 185) ; Mandibule droite (MDR03-D42R14 n°réf. 27). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).



Paléontologie : Le loir est représenté en France, dès le début Pléistocène moyen, par une espèce de petite taille (*Glis minor* Kowalski, 1965). Il semblerait que la forme actuelle apparaisse à la fin du Pléistocène moyen (Kurten, 1968 ; Chaline, 1972). Avec le réchauffement post-würmien, *Glis glis* devient abondant.

Répartition actuelle : Cette espèce, plutôt méridionale, occupe une grande partie de l'Europe, du nord de l'Espagne, chaîne Cantabrique, jusqu'à l'ouest de la Russie, vers la région du Tatarstan et le Caucase. *Glis glis* (fig. 4.9) est également présent en Italie et en Grèce. La limite septentrionale de son aire de distribution se situe au nord de la Pologne. Il est absent du nord de la Belgique, des Pays-Bas et du nord de l'Allemagne (Corbet, 1978 ;

Macdonald et Barrett, 1995 ; Le Louarn et Quéré, 2003, IUCN, 2007). Sa présence en Grande-Bretagne est le fait d'une introduction au début du 20^e siècle (Saint-Girons, 1973).

En France : Il est fréquent dans la région méditerranéenne et dans tout l'est du pays. Toutefois, il serait absent des Landes, de la Bretagne, de la Normandie et de la région Nord-Pas-de-Calais (Le Louarn et Quéré, 2003), probablement à cause de l'humidité marquée de ces régions.

Habitat : Le loir est une espèce forestière fréquentant les futaies de feuillus et les lisières. En effet, ce sont dans ces deux biotopes qu'une densité maximale et une meilleure reproduction ont été remarquées. Il a également pu être observé dans les zones de bocage et dans les massifs rocheux (Baudoin, 1984b ; Le Louarn et Quéré, 2003). *Glis glis* se rencontre essentiellement en plaine et jusqu'aux premiers contreforts montagneux (800 mètres d'altitude) (Marquet, 1993), et parfois jusqu'à 2'000 mètres d'altitude (Macdonald et Barrett, 1995).

Très agile dans les arbres bas et les buissons, il y trouve également un lieu de protection, notamment contre les rapaces. De nos jours, il n'hésite pas à occuper les abris offerts par les constructions humaines (Baudoin, 1984b ; Le Louarn et Quéré, 2003).

Biologie et comportement : Ce rongeur construit son « nid » dans des trous d'arbres, à quelques mètres du sol, dans des nids d'oiseaux, ou dans des anfractuosités que peut offrir la roche. Parfois, notamment pour la période hivernale, *Glis glis* peut s'installer dans des trous, d'une profondeur atteignant les 80 centimètres, qu'il a, parfois, creusé lui-même (Le Louarn et Quéré, 2003)..

L'alimentation du loir est essentiellement végétale, quoiqu'il puisse parfois consommer de jeunes oiseaux. Durant une bonne partie de l'automne, il va accumuler une importante réserve de graisse, jusqu'à doubler son poids, afin d'hiberner. L'hibernation peut durer entre 6 et 7 mois, d'où l'expression « dormir comme un loir ».

Il s'agit d'une espèce relativement sédentaire, dont les déplacements maximums sont évalués à environ 1'200 mètres. En été, il est souvent observé en couple ou en groupe (jusqu'à 5 individus). Généralement, les femelles mettent bas une portée annuelle de 2 à 8 jeunes (Chaline *et al.*, 1974 ; Le Louarn et Quéré, 2003). La maturité sexuelle n'est pas réalisée avant deux ans.

D'après Baudoin (1984b) et Le Louarn et Quéré (2003), les principaux prédateurs sont les petits carnivores arboricoles comme *Mustela erminea*, *Felis sylvestris*, *Martes Martes* et les rapaces. Selon ces mêmes auteurs, *Glis glis* est rarement au menu de *Tyto alba* et d'*Asio otus*, mais davantage à celui de *Strix aluco*. Enfin, il faut savoir que les Romains appréciaient tout particulièrement la chair et la graisse de cette espèce lors des banquets.

Sous-famille ***Leithiinae*** (Lydekker, 1896)

Genre ***Eliomys*** (Wagner, 1840)

• Espèce ***Eliomys quercinus*** (Linnaeus, 1766) - **Lérot**

Quelques éléments diagnostiques : La couronne des prémolaires et des molaires est concave. Les dents jugales présentent des tubercules élevés sur les bords externes, qui sont au nombre de trois pour les inférieures et de deux pour les supérieures. En vue occlusale, notons également la présence de crêtes transversales sur les molaires et d'une crête médiane qui disparaît au milieu de la dent (surtout pour les supérieures). Les prémolaires ont

la forme de cupule. À noter également l'existence de molaires déciduales. Au niveau du processus angulaire, il est observé une perforation.

Paléontologie : Au cours du Pléistocène, il est possible de suivre l'évolution anagénétique depuis la forme fossile *Eliomys intermedius* (Friant 1953) jusqu'à celle actuelle. Au début du Pléistocène moyen, *Eliomys intermedius* reste l'espèce la mieux représentée dans les gisements, alors que les premiers *Eliomys quercinus* primitifs⁹ sont observés. À la fin du Pléistocène moyen, cette forme primitive est remplacée par *Eliomys quercinus quercinus* (Chaline, 1972). L'évolution morphologique du genre *Eliomys* présente un intérêt majeur pour la biostratigraphie du Pléistocène.

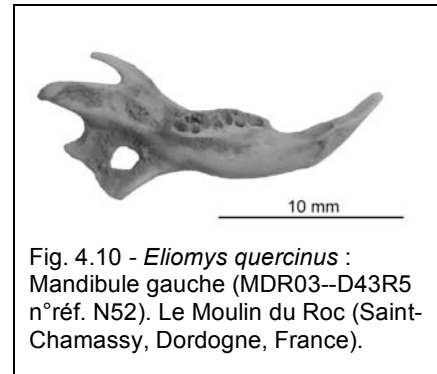


Fig. 4.10 - *Eliomys quercinus* : Mandibule gauche (MDR03--D43R5 n°réf. N52). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Répartition actuelle : *Eliomys quercinus* (fig. 4.10) se retrouve principalement en Europe de l'Ouest, du sud de la péninsule Ibérique jusqu'à l'ouest de l'Autriche. Sa répartition est uniforme dans la partie ouest de l'Europe, et plutôt irrégulière à l'est. En effet, à l'est, les populations sont confinées dans plusieurs zones géographiques, dont la plus orientale atteint l'Oural et la plus septentrionale le nord de la Finlande. Il est absent de la péninsule Scandinave, du nord de l'Allemagne et de la Pologne et du sud-est de l'Europe (Grèce, Bulgarie) (Macdonald et Barrett, 1995 ; Le Louarn et Quéré, 2003 ; IUCN, 2007).

En France : Il est réparti sur l'ensemble du territoire. Toutefois, sa présence est plutôt rare en Bretagne (Saint-Girons, 1973).

Habitat : C'est une espèce forestière fréquentant les forêts de résineux comme de feuillus. Rongeur saxicole, sa présence est favorisée par l'existence de milieux rocaillieux. Cette particularité peut, très probablement, expliquer les observations de cette espèce à 2'220 mètres d'altitude dans les Alpes et les Pyrénées (Le Louarn et Quéré, 2003). Il est, toutefois, peu courant en plaine. Ce taxon vit davantage au sol que dans les arbres ou arbustes.

Ce rongeur essentiellement nocturne installe son « nid » dans des buissons ou à l'intérieur de trous (arbres, rochers). Pour l'hibernation, le lérot s'installe dans des arbres creux, des anfractuosités (des trous de mur par exemple) et des grottes.

Biologie et comportement : Le régime alimentaire de ce rongeur est omnivore. Il se compose de fruits, de baies, d'insectes et parfois de petits animaux, comme des batraciens et des oisillons. Il semblerait qu'en fonction de la zone géographique, la proportion du nombre d'insectes peut varier. Les réserves acquises durant la belle saison lui permettent d'hiberner plusieurs mois, d'octobre à avril environ, la durée peut varier en fonction de l'altitude notamment (Le Louarn et Quéré, 2003).

Eliomys quercinus est une espèce sédentaire qui vit durant la bonne saison, en petit groupe. Les femelles n'ont qu'une portée annuelle de 2 à 5 jeunes et ne peuvent se reproduire qu'une année après leur naissance (Macdonald et Barrett, 1995).

→ **Distinction *Glis glis* - *Eliomys quercinus*** : Sur les dents jugales, en plus de la concavité, c'est également la disposition et la forme des crêtes qui permettent de différencier aisément ces deux espèces. Au niveau du processus angulaire, présence d'une petite perforation chez *Eliomys quercinus*, qui diffère de celle de *Muscardinus avellanarius*, de part sa position et sa taille. Cette dernière est absente sur les mandibules de *Glis glis*.

⁹ *Eliomys quercinus helleri* (Janossy 1962).

Famille *Muridae* (Illiger, 1811)

Quelques éléments diagnostiques : Les molaires sont basses et à tubercules. Ces derniers sont placés en trois rangées longitudinales, cependant sur la série dentaire inférieure la plus externe peut être réduite ou absente. À l'arrière du crâne, il n'y a pas de crêtes temporales.

Sous-famille *Murinae* (Illiger, 1811)

Genre *Apodemus* (Kaup, 1829)

Quelques éléments diagnostiques : La forme et la disposition des tubercules sont caractéristiques de ce genre. Sur le bord externe de M_1 , il y a au moins 2 ou 3 tubercules. La M^1 a trois racines et un tubercule t_7 .

Paléontologie : Le genre *Apodemus* apparaît au Miocène supérieur (Michaux *et al.*, 1997) à la suite de différentes phases évolutives depuis une probable forme ancestrale, qui d'après ces mêmes auteurs n'est pas évidente à déceler dans ces niveaux du Miocène.

Remarques : Actuellement en France, il coexiste dans différentes régions trois espèces du genre *Apodemus* : *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis* (Melchior 1834) et *Apodemus alpicola* (Heinrich 1952) dans les Alpes.

Dans son étude sur la microfaune du site de l'Igue des Rameaux (Tarn-et-Garonne), Jeannet (2005) fait une première fois mention d'*Apodemus agrarius* (Pallas 1771) et d'un probable *Apodemus uralensis* (Pallas 1811) (ou *microps*) dans des niveaux de la fin du Pléistocène moyen et début du Pléistocène supérieur. Récemment, une investigation en Quercy a fourni une nouvelle preuve de la présence d'*Apodemus agrarius* dans la partie occidentale de l'Europe. Une datation au ^{14}C ($15'990 \pm 70$ bp, GrA n°34357) vient le placer à la fin du Pléistocène supérieur (Aguilar *et al.*, 2008).

• Espèce *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) - **Mulot gris ou sylvestre**

Quelques éléments diagnostiques : Le tubercule postéro-interne t_9 est peu proéminent et allongé sur M^2 (bien visible) ainsi que sur M^1 . La longueur totale des dents jugales inférieures et supérieures est inférieure à 4.1 millimètres.

Paléontologie : Chaline (1972) signale *Apodemus sylvaticus* dans un gisement à *Allophaiomys* daté du début du Pléistocène moyen. Cette espèce est retrouvée dans de nombreux sites du Pléistocène moyen et supérieur.

Répartition actuelle : L'aire de répartition d'*Apodemus sylvaticus* s'étend sur l'ensemble de l'Europe, des côtes portugaises jusqu'à l'est de l'Ukraine. La limite septentrionale se trouve au sud de la Norvège et de la Suède. Au sud, il est observé jusqu'au nord de l'Algérie et du Maroc. De plus, il est présent sur la majorité des îles de l'Atlantique, dont l'Islande et de la Méditerranée (Wilson et Reeder, 2005 ; IUCN, 2007).

De nouvelles études (Montgomery, 1999 ; IUCN, 2007) ont montré que l'aire de répartition de ce rongeur était moins importante que ce qu'il était présenté dans les publications antérieures (Corbet, 1978 ; Macdonald et Barrett, 1995 par exemple).

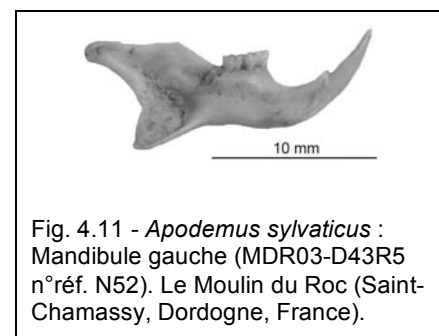


Fig. 4.11 - *Apodemus sylvaticus* : Mandibule gauche (MDR03-D43R5 n°réf. N52). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Habitat : *Apodemus sylvaticus* (fig. 4.11) est une espèce ubiquiste pouvant s'adapter à des milieux non aquatiques très variés, comme les bois, les champs, les bosquets, les haies, les forêts... et même aux zones arides méditerranéennes. Cependant, ces différents biotopes ne doivent pas être totalement dépourvus de végétation herbacée et de buissons. Il se rencontre dans les forêts, de feuillus surtout, mais principalement à la lisière de celle-ci. En montagne, il peut occuper les alpages parsemés de buissons jusqu'à une altitude supérieure à 2'000 mètres (Montgomery, 1999 ; Le Louarn et Quéré, 2003).

Biologie et comportement : Nocturne, ce mulot construit dans ses galeries des nids et greniers. Omnivore, son régime alimentaire est en fonction des ressources disponibles. En plus de graines, jeunes plantes, fruits mous et durs, il peut manger des escargots et des vers de terre. Les femelles peuvent avoir une à deux portées annuelles de 4 à 5 (parfois 7) petits.

Le Louarn et Quéré (2003) considèrent *Apodemus sylvaticus* comme une espèce pionnière dans la (re)colonisation de certains milieux, notamment dans les zones de défrichement.

Genre **Mus** (Linnaeus, 1758)

Systématique : Le genre *Mus* compte un peu plus d'une douzaine d'espèces qui sont le fruit d'une histoire évolutive complexe. Les premiers essais, par les zoologues, de classification et de distinction de ces taxons, en fonction de leur morphologie, n'ont pas permis de les séparer. Toutes ces espèces ont donc été classées au sein d'un même taxon *Mus musculus* (Schwarz et Schwarz 1943) (Cucchi, 2005). À la suite d'analyses biochimiques (Bonhomme *et al.*, 1984), ce sont plusieurs espèces qui ont pu être identifiées en Europe :

- *Mus musculus* (Linnaeus 1758) - Souris domestique
- *Mus spretus* (Lataste 1883) - Souris à queue courte
- *Mus spicilegus* (Petényi 1882) - Souris des steppes
- *Mus macedonicus* (Petrov et Ruzic 1983) - Souris de Macédoine
- *Mus cypriacus* (Cucchi, Orth, Auffray, Renaud, Fabre, Catalan, Hadjisterkotis, Bonhomme et Vigne 2006) - Souris de Chypre

Sur une partie de l'Europe, les espèces sauvages et les sous-espèces commensales coexistent, sans toutefois s'hybrider, espèces dites sympatriques.

Paléontologie : Dans l'état actuel de la recherche, le plus ancien spécimen du genre *Mus* a été mis au jour au Pakistan, dans un gisement daté de la fin du Miocène. Une autre découverte en Inde, plus récente, du début du Pliocène, semble suggérer que la région indo-pakistanaise soit le berceau de ce genre (Cucchi, 2005). Par la suite, les souris auraient colonisé petit à petit les différents continents au gré de migrations dépendantes des variations climatiques (glaciations et interglaciaires).

Quelques éléments diagnostiques : Espèce de petite taille. Les tubercules sont de formes moins complexes. M¹ à 3 racines. Les tubercules t7 et accessoires sur le bord externe de M₁ sont absents.

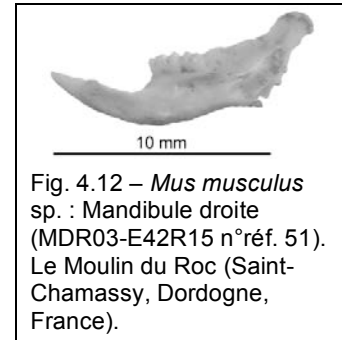
• Espèce ***Mus musculus*** (Linnaeus, 1758) - **Souris domestique**

Systématique : En Europe, l'espèce *Mus musculus* (fig. 4.12) est divisée en deux sous-espèces, dont l'aire de répartition diffère :

- *Mus musculus musculus* : est de l'Europe
- *Mus musculus domesticus* : ouest de l'Europe

Ces deux populations viennent en contact l'une de l'autre au niveau d'une zone d'hybridation qui s'étend du Danemark à la Bulgarie (Bonhomme et Thaler, 1988).

Quelques éléments diagnostiques : Darviche et Orsini (1982) proposent plusieurs critères dentaires et crâniens permettant de distinguer *Mus musculus* de *Mus spretus*. Cucchi (2005) en se basant sur des analyses morphométriques et morphoscopiques au niveau du crâne et de la M₁ arrive à discriminer les deux sous-espèces de *Mus musculus*.



Paléontologie : Ces dernières années, la recherche a essentiellement porté sur la diffusion de *Mus musculus domesticus* (espèce commensale de l'Homme) depuis son origine au Proche-Orient (entre 12'000 et 8'500 bc) jusqu'en Europe (Auffray *et al.* 1990 ; Cucchi *et al.*, 2005). Comme pour la céramique, mais plus tardivement, *Mus musculus domesticus* a suivi une sorte de courant de diffusion.

Vers le 3^e millénaire avant J.-C., *Mus musculus domesticus* se retrouve en France, vers les côtes méditerranéennes. Les recherches actuelles (Vigne, 2003b ; Cucchi *et al.*, 2005) indiquent que cette espèce est pleinement implantée sur le territoire français à partir du 1^e millénaire avant J.-C. Quant à *Mus musculus musculus*, il est probable qu'elle ait diffusé depuis l'Asie centrale (Bonhomme et Thaler, 1988 ; Auffray *et al.*, 1990).

Par le biais des restes osseux de souris domestiques, nous découvrons une autre application de l'étude des micromammifères à la compréhension, non plus d'un gisement, mais de plusieurs, en ajoutant des notions de temporalité et d'espace.

Répartition actuelle : D'abord présente sur le domaine paléarctique, cette espèce se retrouvera rapidement sur l'ensemble des continents, par notamment l'intermédiaire de l'Homme.

Habitat : Généralement, la forme commensale se retrouve proche des habitats humains. Parfois, elle se rencontre également à l'état « naturel », en dehors des habitations, dans des terres arables, des pâturages et parfois des haies (Macholan, 1999). Cette espèce creuse des terriers peu sophistiqués et peut s'abriter un peu n'importe où (Le Louarn et Quéré, 2003).

Biologie et comportement : Principalement nocturne, ce rongeur omnivore se nourrit, en résumé, de tout ce qui se mange (Le Louarn et Quéré, 2003). Il peut se reproduire toute l'année, si la nourriture est abondante. Le nombre de portées annuelles est variable d'une région à une autre, mais est compris entre 5 et 10 de 4 à 8 petits (Macdonald et Barrett, 1995).

4.2.2. Les chiroptères

Ordre *Chiroptera* (Blumenbach, 1779)

Famille *Vespertilionidae* (Gray, 1821)

Sous-ordre *Myotinae* (Tate, 1942)

Genre *Myotis* (Kaup, 1829)

Quelques éléments diagnostiques : Au niveau de la rangée dentaire supérieure, P³ est présente, sauf dans de rares exceptions et M¹ et M² possèdent un méplat cingulaire toujours interrompu au niveau de la base du protocône (Menu et Popelard, 1987). C'est essentiellement à partir des dents supérieures qu'il est possible de différencier les nombreuses espèces du genre *Myotis* (plus qu'une dizaine) d'Europe de l'Ouest.

Quant à la mandibule, le processus coronoïde est sensiblement ou beaucoup plus haut que le processus condyalaire. L'incisure mandibulaire forme une pente, avec une petite dépression avant le processus condyalaire. Le processus angulaire, souvent peu marqué, pointe vers l'arrière. De plus, les dents sont de type Myotodontes¹⁰.

En se basant sur une série de mesures dentaires, il est possible de séparer six ensembles. Toutefois, le recours à la morphologie dentaire est souvent nécessaire pour la détermination spécifique.

Paléontologie : Les plus anciens fossiles de *Myotis* dateraient de l'Oligocène inférieur. La diversification du genre à la fin du Miocène et au début du Pliocène a permis l'apparition de plusieurs espèces (Ariagno, 1984), dont certaines sont éteintes de nos jours.

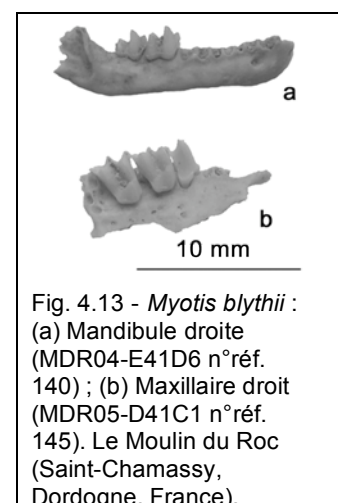
Des espèces du genre *Myotis* sont présentes dans des gisements datés du Miocène en Espagne (Sevilla Garcia, 1991), en France à Lissieu (Rhône) (Mein, 1964) et du Miocène moyen en Bavière (Ziegler, 2003).

• Espèce *Myotis blythii* (Tomes, 1857) - **Petit murin**

Quelques éléments diagnostiques : Voir ci-dessous distinction *Myotis blythii* et *Myotis myotis*.

Paléontologie : Après une synthèse des données paléontologiques, morphologiques et génétiques, Arlettaz (1995) pense que lors de l'une des phases glaciaires du Pléistocène, voire du Pliocène, la population de la forme ancestrale (proche de *Myotis blythii*) de ces deux espèces aurait été scindée en deux. Un groupe se serait retrouvé cloisonné dans le sud-ouest de l'Europe ainsi qu'en Afrique du Nord, et l'autre isolé vers l'est de l'Europe. Ces deux populations auraient donc évolué indépendamment. Lors d'une période d'interglaciaire par exemple, ces deux taxons auraient pu se retrouver.

En Bulgarie, Popov (2004) a découvert un *Myotis blythii* primitif daté du début du Pliocène. Topal et Tusnadi (1963) font mention de *Myotis blythii* dans un gisement du Pliocène moyen de Hongrie.



¹⁰ La postcristide réunit l'hypoconide et l'entoconide. L'hypoconulide se trouve alors isolée (Menu et Sigé, 1971).

Cette espèce ne serait trouvée dans les sites paléontologiques d'Espagne qu'à partir de l'Holocène (Sevilla Garcia, 1989). Mais en France, cette espèce a été mise au jour dans plusieurs gisements, dont :

- Grotte de l'Hortus (Hérault), à la base du niveau daté du Würm II (Jullien, 1972),
- Grotte de la Chênélaz (Ain), dans les niveaux moustériens (Jeannet et Cartonnet, 2000),
- Grotte du Noisetier (Hautes-Pyrénées) dans une même couche que *Pliomys lenki* (Interstade des Cottés) (Jeannet, 2001),
- Grotte de l'Igue des Rameaux (Tarn-et-Garonne), présent dans une couche du Pléistocène moyen avec *Pliomys Lenki*, *Arvicola cantiana* et *Allocricetus bursae* (Jeannet, 2005).

Nos connaissances quant au peuplement de *Myotis blythii* de l'Europe de l'Ouest au cours du Pléistocène restent encore lacunaires.

Répartition actuelle : *Myotis blythii* (fig. 4.13) est réparti le long d'une bande horizontale débutant au Portugal et qui s'étend jusqu'en Chine en passant par le Caucase, la Palestine, le Cachemire et le Népal. La limite septentrionale de son aire de distribution est comprise entre le nord de la Suisse et la Slovaquie. Au sud, il est observé jusqu'au sud de l'Iran et sur les côtes méditerranéennes de l'Europe (Arlettaz, 1995 ; IUCN, 2007).

En France, cette chauve-souris n'est présente que dans la moitié sud du pays. Elle peut remonter jusqu'en Franche-Comté, notamment par la vallée du Rhône (Michelat *et al.*, 2005).

Habitat : Cette espèce fréquente les régions chaudes et les milieux de type steppe ouverte présentant une certaine couverture herbeuse et buissonnante. Ce type de biotope correspond à celui exploité par les insectes qui composent une grande partie de son régime alimentaire (Arlettaz, 1995 ; Sempé, 1999). D'après Arlettaz (1995), la spécialisation alimentaire de *Myotis blythii* semblerait avoir des conséquences quant au choix de l'habitat. Par ailleurs, cette chauve-souris est souvent trouvée en été et en hiver dans des grottes et des gouffres. Macdonald et Barrett (1995) signale la présence de ce taxon jusqu'à 2'000 mètres d'altitude.

Biologie et comportement : Espèce nocturne, elle passe une grande partie de la nuit à chasser et peut ainsi parcourir d'importantes distances, de plus d'une dizaine de kilomètres. Elle se nourrit majoritairement d'orthoptères (sauterelles, criquets et grillons). Comme pour la plupart des chiroptères, les femelles donnent naissance à un petit une fois par année.

Enfin, *Myotis blythii* pourrait également migrer. Hutterer *et al.*, (2005) ont enregistré un déplacement de plus de 488 kilomètres.

• Espèce ***Myotis myotis*** (Borkhausen, 1797) - **Grand murin**

Quelques éléments diagnostiques : Voir ci-dessous distinction *Myotis blythii* et *Myotis myotis*.

Paléontologie : Voir *Myotis blythii*. Dans le Villanfranchien de Hongrie, une espèce (*Myotis baranensis* Kormos 1934) qui s'apparenterait à *Myotis myotis* (Ariagno, 1984) a été mise au jour. D'après Mein, cité dans Ariagno (1984), ce taxon serait connu sous sa forme actuelle depuis le Pliocène.

En Europe de l'Ouest, *Myotis myotis* se retrouve dans de nombreux gisements espagnols du Pléistocène inférieur (Las Union à Murcie) et moyen comme Atapuerca (Burgos) et de Las Grajas (Malaga) (Sevilla Garcia, 1988 et 1989). En France, dans les grottes de la Fage (Corrèze), Mein (1975) signale la probable présence de cette espèce. Par ailleurs, elle est bien attestée dans la grotte de l'Hortus au Würm II (Jullien, 1972) et dans les niveaux du Pléistocène moyen des différentes cavités françaises, dont la grotte de la Chênélaz (Ain) (Jeannet et Cartonnet, 2000), la grotte du Noisetier (Hautes-Pyrénées) (Jeannet, 2001), la grotte de l'Igüe des Rameaux (Tarn-et-Garonne) (Jeannet, 2005)...

Cette espèce n'est signalée qu'à partir du Pléistocène final en Hongrie (Topal et Tusnadi, 1963) et de l'Holocène en Pologne (Woloszyn, 1987).

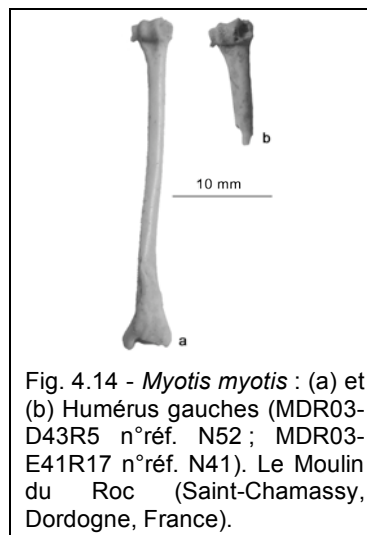


Fig. 4.14 - *Myotis myotis* : (a) et (b) Humérus gauches (MDR03-D43R5 n°réf. N52 ; MDR03-E41R17 n°réf. N41). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Répartition actuelle : L'aire de distribution de cette chauve-souris se situe principalement à l'ouest de la région paléarctique, de la péninsule Ibérique à l'ouest de l'Ukraine. Au nord, il se rencontre jusqu'au nord de la Pologne. Au sud, il est signalé sur une bonne partie du pourtour du bassin méditerranéen, en Turquie et jusqu'en Syrie (Arlettaz, 1995 ; Schober et Grimmberger, 1998 ; IUCN, 2007).

Habitat : Dans le nord de l'Europe, *Myotis myotis* fréquente, pour la chasse notamment, des forêts claires de feuillus et des futaies où la végétation herbacée et buissonnante est absente (Meschede et Heller, 2003). Dans le sud, il peut chasser dans des zones ouvertes. Le point commun entre ces différents biotopes est l'accessibilité du sol en vol (Kervyn, 1999).

Cette espèce évite les forêts de conifères et les milieux trop ouverts. *Myotis myotis* (fig. 4.14) recherche la chaleur, surtout en été pour la mise-bas. En hiver et aussi en été dans le sud de l'Europe, il est couramment observé dans les cavités karstiques. Dans les Alpes, il se rencontre jusqu'à 2'000 mètres d'altitude (Schober et Grimmberger, 1998).

Biologie et comportement : *Myotis myotis* quitte son gîte à la tombée de la nuit pour chasser. La chasse s'effectue sur un grand rayon d'action (jusqu'à 25 kilomètres) et il peut exploiter un territoire de 30 à 50 hectares. Il se nourrit de coléoptères non-volants, comme les hannetons et les carabidés. Les femelles mettent bas une seule portée annuelle d'un seul jeune. Une faible proportion d'entre-elles pourra se reproduire la première année. La longévité moyenne pour cette espèce est de 4 à 5 ans (Macdonald et Barrett, 1995 ; Schober et Grimmberger, 1998).

→ **Distinction *Myotis blythii* et *Myotis myotis*** : *Myotis blythii* présente une morphologie très proche de *Myotis myotis*. D'ailleurs, Menu et Popelard (1987) n'ont pas pu mettre en évidence un caractère morphologique dentaire qui aurait permis de séparer ces deux espèces. La métrique au niveau des dents semble être le meilleur moyen de pouvoir les différencier. Néanmoins, la méthode biométrique semble, pour certains gisements, montrer quelques limites pour la fin du Pléistocène inférieur et pour le début du Pléistocène moyen (Sevilla Garcia, 1991).

L'importante taille des os longs permet de distinguer facilement ces deux espèces des autres *Myotis*. Toutefois, spécifiquement, la métrique semble être la seule façon de pouvoir les discriminer, avec toutefois une large zone d'incertitude. L'humérus, moins lié que le radius au dimorphisme sexuel, semble fournir les meilleurs résultats.

Pour ce travail, nous avons comparé les mesures obtenues, notamment la longueur de l'humérus et la largeur de l'épiphyse, à celles provenant à la fois de collections de comparaisons¹¹ et des données paléontologiques¹².

Remarque : En termes d'aire de répartition, ces deux taxons cohabitent sur une partie de l'Europe, sans toutefois s'hybrider.

Sous-ordre ***Miniopterinae*** (Dobson, 1875)

Genre ***Miniopterus*** (Bonaparte, 1837)

• Espèce ***Miniopterus schreibersii*** (Kuhl, 1817) - **Minioptère**

Quelques éléments diagnostiques : *Miniopterus schreibersii* est la seule espèce de ce genre en Europe de l'Ouest. Elle présente tant au niveau du crâne, des dents (par exemple P² à trois racines, M¹ avec un talon marqué, nyctalodontes) et du squelette des éléments qui lui sont caractéristiques.

Dans les travaux de détermination, ce sont essentiellement les extrémités distales de l'humérus et proximales de l'antébrachium (ou radius) qui sont utilisées. Cependant, dans cette étude, nous avons réussi à déterminer l'espèce avec certitude en nous basant sur la partie distale d'un radius. L'agencement des différentes facettes de cette portion semble être caractéristique.

Paléontologie : D'après Rolandez (1984), *Miniopterus fossilis* (Zapfe 1950), une espèce de petite taille du Miocène moyen, avec très certainement *Miniopterus rummeli* (nov. sp.) récemment décrite dans une fissure datée aussi du Miocène moyen en Bavière (Ziegler, 2003), seraient probablement les plus anciens représentants des *Miniopterus*. Toutefois, ces espèces ne semblent pas directement apparentées au genre actuel. *Miniopterus schreibersii* apparaîtrait en Europe au cours du Pliocène (Woloszyn, 1989 ; Sevilla Garcia, 1991).

Répartition actuelle : Localisé dans le sud de l'Europe, il est aussi observé en Afrique du Nord (Maroc, Algérie et Tunisie), en Turquie, jusqu'à l'ouest de la Mer Caspienne et ponctuellement jusqu'au Japon. La limite septentrionale de son aire de distribution est à proximité du 48^e parallèle Nord (Corbet, 1968 ; Boye, 2004).

En France, *Miniopterus schreibersii* occupe toute la région méditerranéenne, à partir de laquelle il semble y avoir deux axes de pénétration sud-nord. Un premier à l'ouest jusqu'au nord de la Loire et un autre à l'est qui longe la vallée du Rhône jusqu'au massif jurassien (Rolandez, 1984).

Habitat : De récentes études (Lugon et Roué, 1999) ont montré que cette espèce chasse dans des milieux variés, à la fois dans des zones forestières, ouvertes (landes herbacées par exemple) et steppiques. En effet, la particularité de cette chauve-souris est de chasser à des hauteurs comprises entre 5 et 20 mètres. Dans la région méditerranéenne, elle semble occuper l'ensemble des écosystèmes fournis par ce secteur géographique (Rolandez, 1984). De plus, *Miniopterus schreibersii* est considéré comme un chiroptère cavernicole, car il utilise, été - surtout au sud de l'Europe - comme hiver les cavités des régions karstiques. Les

¹¹ Muséum d'histoire naturelle de Genève (départements d'archéozoologie et de Mammalogie), Collection P. Morel (Service et musée d'archéologie de Neuchâtel, grâce à l'obligeance du Dr Werner Müller) et notre propre collection.

¹² Majoritairement celles des gisements paléontologiques du Mont Ventoux, dont nous étudions les restes osseux de chiroptères, sous la direction du Dr Evelyne Crégut (Muséum Requien d'Avignon, France).

données écologiques indiquent que cette espèce thermophile fréquente la plaine comme la montagne jusqu'à 2'300 mètres d'altitude dans l'Himalaya notamment (Boye, 2004).

Biologie et comportement : *Miniopterus schreibersii* chasse souvent loin de son gîte, jusqu'à une dizaine de kilomètres. En France, les intenses campagnes de baguages des années soixantes ont, malgré les désagréments que nous leur connaissons, permis de mettre en avant des migrations saisonnières d'environ 100 kilomètres, voire exceptionnellement jusqu'à 350 kilomètres, en direction du sud (Rolandez, 1984 ; Macdonald et Barrett, 1995). Il se nourrit de papillons, de diptères et de coléoptères. Quant à la reproduction, les femelles n'ont qu'un petit par an.

Famille ***Rhinolophidae*** (Gray, 1825)

Genre ***Rhinolophus*** (Lacépède, 1799)

Quelques éléments diagnostiques : Les espèces du genre *Rhinolophus* présentent une morphologie squelettique, crânienne et dentaire caractéristique, permettant de les séparer facilement des autres chiroptères. Dentition nyctalodonte¹³. Les molaires, ainsi que la P4 possèdent un important talon - pour les supérieures - et talonide - pour les inférieures - ; absence du métaconule sur M₁ et M₂ (Sevilla Garcia, 1986). Les prémaxillaires en cartilage, non soudés au maxillaire portent l'unique incisive, Cette partie se conserve très mal, voire même pas du tout, ce qui laisse à penser que la denture commence par une canine (Menu et Popelard, 1987). L'humérus, par exemple, possède sur sa partie distale un processus styloïde long et conique (Oppliger, 2007).

Paléontologie : Les premières traces des *Rhinolophidae* remonteraient à l'Eocène, dans les phosphorites du Quercy, ce qui fait de ce genre l'un des plus anciens chez les chiroptères (Saint-Girons, 1984). Les formes actuelles apparurent très probablement au cours du Pliocène. *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus mehelyi* et *Rhinolophus ferrumequinum* sont attestés en Europe à partir du Pliocène (Sevilla Garcia, 1989), ainsi que *Rhinolophus euryale* (Gaisler, 2001).

• Espèce ***Rhinolophus hipposideros*** (Bechstein, 1800) - **Petit Rhinolophe**

Quelques éléments diagnostiques : *Rhinolophus hipposideros* (fig. 4.15) est, en taille, le plus petit des *Rhinolophidae* de l'Europe de l'Ouest. Une approche biométrique des rangées dentaires supérieures et inférieures permet, en partie, de séparer ces différents *Rhinolophidae*. Le recours à différentes mesures ainsi qu'à la morphologie des extrémités proximales et distales d'après les travaux de Cerveny et Zalman (1974), nous a permis de déterminer aisément l'humérus et le radius cette espèce.

Paléontologie : Voir genre *Rhinolophus*.

Répartition actuelle : Il s'agit d'une espèce essentiellement méridionale, dont la limite septentrionale se situe entre le 51^e et le 52^e parallèle Nord, à travers l'Allemagne, l'Ukraine

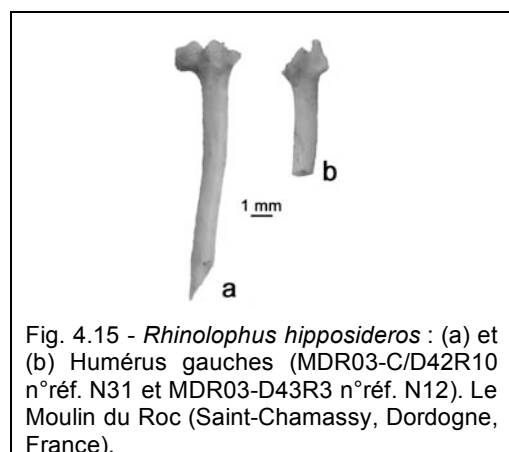


Fig. 4.15 - *Rhinolophus hipposideros* : (a) et (b) Humérus gauches (MDR03-C/D42R10 n°réf. N31 et MDR03-D43R3 n°réf. N12). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

¹³ Au niveau du talonide des molaires inférieures, la postcristide réunit l'hyoconide et l'hyoconulide, mais elle n'atteint pas l'entoconide (Menu et Sigé, 1971).

et la Pologne. Au sud, il est observé jusqu'en Afrique du Nord, ainsi qu'à l'ouest de l'Europe, notamment au Portugal, mais également en Asie mineure et autour de la Mer Noire (Dietz *et al.*, 2007).

En France, *Rhinolophus hipposideros* est présent sur l'ensemble du pays, quoique rare dans le nord. Depuis 1960, comme dans d'autres pays voisins, les effectifs des populations ont rapidement décliné. Son aire de répartition s'est également réduite surtout dans le nord de l'Europe. Le déclin de cette espèce n'est pas dû à la dégradation ou à la disparition de son habitat, mais plutôt à un usage massif de DDT, une menace qui, depuis les années 1970, n'existe plus (Bontadina *et al.*, 2006).

Habitat : Ce *Rhinolophidae* chasse en forêt, mais de préférence en lisière, à proximité des haies et des alignements d'arbres (Bontadina *et al.*, 2006). Il semble éviter les espaces découverts (Barataud, 1999). Il se rencontre en plaine et jusqu'à 2'000 mètres d'altitude (Schober et Grimmberger, 1998), de préférence dans les régions chaudes.

Biologie et comportement : *Rhinolophus hipposideros* est une chauve-souris au vol lent et relativement sédentaire qui n'effectue généralement que de courts déplacements (Macdonald et Barrett, 1995). Les gîtes d'hibernation, des grottes par exemple, ne sont jamais très loin des sites de mise-bas (Barataud, 1999). D'après ce même auteur, cette espèce semble avoir été favorisée par l'Homme, lorsque ce dernier a commencé à modifier le paysage forestier (création de clairières...). Autre donnée intéressante est le fait que les constructions romaines, notamment les tuiles ont fourni des conditions thermiques favorables aux colonies de mise-bas, ce qui aurait pu permettre à cette espèce de conquérir d'autres territoires (Gaisler cité par Barataud, 1999). Les femelles n'ont qu'une portée annuelle d'un seul jeune (Macdonald et Barrett, 1995).

• Espèce ***Rhinolophus euryale*** (Blasius, 1853) - **Rhinolophe euryale**

Quelques éléments diagnostiques : *Rhinolophus euryale* (fig. 4.16) fait partie avec *Rhinolophus mehelyi* des *Rhinolophidae* de taille moyenne d'Europe de l'Ouest. Il existe, au niveau du crâne, entre le foramen infraorbital et l'orbite un pont osseux, plus fin chez *Rhinolophus euryale*. Les mesures sur les rangées dentaires permettent également de les déterminer, quoiqu'il semble que cela ne soit pas toujours applicable pour les populations du Pléistocène (Sevilla Garcia, 1988).

Paléontologie : Voir genre *Rhinolophus*

Répartition actuelle : Principalement méridionale, l'aire de répartition de cette espèce comprend le sud de l'Europe, le nord de l'Afrique (Maroc, Algérie et Tunisie), l'ouest de la Turquie, plus localement le Proche-Orient et l'Iran. Au nord, elle ne dépasse pas le 47^e parallèle (Schober et Grimmberger, 1998).

En France, *Rhinolophus euryale* ne se rencontre que dans la moitié sud du pays.

Habitat : Dans les régions méditerranéenne et sub-méditerranéenne, cette chauve-souris chasse majoritairement dans les zones de broussailles et boisées, principalement composées de feuillus (Gaisler, 2001). *Rhinolophus euryale* fréquente essentiellement des territoires géographiques chauds généralement au pied des montagnes et jusqu'à 1'110

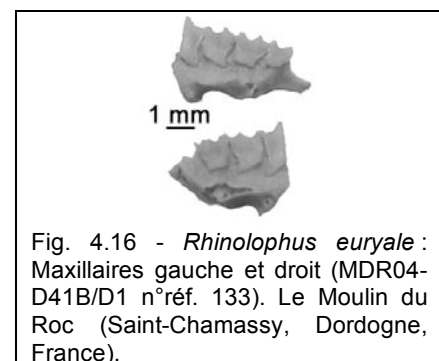


Fig. 4.16 - *Rhinolophus euryale* : Maxillaires gauche et droit (MDR04-D41B/D1 n°réf. 133). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

mètres d'altitude. En hiver et parfois en été, il peut se rencontrer dans les cavités karstiques (Schober et Grimmberger, 1998).

Biologie et comportement : Comme *Rhinolophus hipposideros*, il s'agit d'une espèce sédentaire, ce qui implique que les gîtes estivaux ne sont guère éloignés des hivernaux. Ce rhinolophe se nourrit de papillons de nuit et de différents insectes. Les femelles n'ont qu'un seul petit par an.

4.2.3. Les insectivores

Ordre *Insectivora* (Haeckel, 1866)

Sous-ordre *Sciuromorpha* (Brandt, 1855)

Famille *Talpidae* (Fischer, 1817)

Sous-famille *Talpinae* (Fischer, 1814)

Genre *Talpa* (Linnaeus, 1758)

• Espèce *Talpa europaea* (Linnaeus, 1758) - **Taupe commune**

Quelques éléments diagnostiques : Mis à part quelques critères morphologiques de détermination, c'est essentiellement à partir des données biométriques qu'il est possible de distinguer les différentes espèces, y compris le taxon fossile (*Talpa fossilis*). Jammot (1971) puis Chaline *et al.* (1974) fournissent les caractères ostéologiques et crâniens qui permettent de déterminer *Talpa europaea*. Le genre *Talpa* présente un squelette très typique.

Paléontologie : *Talpa europaea* est connue en Europe à partir du Pléistocène moyen. Elle descendrait de *Talpa fossilis*, une espèce du Pliocène (Niethammer et Krapp, 1990).

Répartition actuelle : Cette espèce se retrouve du nord de l'Espagne jusqu'en Russie, vers les rivières Irtych et Ob (Sibérie). Son aire de répartition septentrionale se limite au sud de la Scandinavie. Au sud, *Talpa europaea* n'est présente que jusqu'au nord de la Grèce. Elle est absente du Portugal, des Balkans et d'une grande partie de l'Espagne et de l'Italie (Krystufek, 1999b).

Habitat : Le choix de son habitat dépend principalement de la profondeur, de la nature et de la richesse en invertébrés, surtout en lombrics, du sol. De ce fait, elle évite les terrains trop humides, sablonneux, pierreux et acides. *Talpa europaea* fréquente une grande diversité de milieux, comme les prairies, pâturages, terres arables, à condition que le terrain lui convienne pour la construction de son terrier (Saint-Girons, 1973 ; Niethammer, 1990 ; Krystufek, 1999b). Elle se rencontre en plaine et tend à se raréfier en montagne. D'après Niethammer (1990), elle a été observée jusqu'à 2'400 mètres d'altitude dans les Alpes.

Biologie et comportement : A la fois nocturne et diurne, il semblerait que *Talpa europaea* ne soit pas réglée par un rythme métabolique (Saint-Girons, 1973). La morphologie du corps de la taupe répond à une adaptation à la vie souterraine (corps cylindrique, yeux minucules, des pattes antérieures de taille importante...).

Cette espèce ne circule que rarement à la surface, sauf pour rechercher de l'eau en période de sécheresse, ou au moment de la dispersion des jeunes adultes. C'est probablement durant ces moments qu'elle peut se faire attraper par les rapaces (Saint-Girons, 1973). D'après ce même auteur, on a découvert, mais toujours en faible nombre, des restes de *Talpa* dans les pelotes de réjection.

Talpa europaea se nourrit principalement de vers de terre, ainsi que d'autres invertébrés vivant dans le sol (Niethammer, 1990). En période de gel, la taupe peut descendre plus en profondeur dans le sol (Macdonald et Barrett, 1995). Les femelles mettent bas 3 à 5 jeunes une fois par année (Saint-Girons, 1973).

Famille **Soricidae** (Fischer, 1814)

Quelques éléments diagnostiques : Il existe différents critères crâniens, mandibulaires et dentaires qui nous permettent de séparer les *Soricinae* (genres *Sorex* et *Neomys*) des *Crociodurinae* (genres *Crociodura* et *Suncus*). L'un des principaux caractères, si les dents sont présentes et pas trop usées, est la couleur des pointes de celles-ci. Chez les *Soricinae*, les pointes des dents sont rouges, à cause de la présence de fer dans la partie externe de l'émail.

Sous-famille **Soricinae** (Linnaeus, 1758)

Quelques éléments diagnostiques : Plusieurs éléments au niveau du crâne, de la mandibule et des rangées dentaires supérieures et inférieures permettent de séparer le genre *Sorex* de *Neomys*. Les critères utilisés dans ce travail sont essentiellement issus des travaux de Jammot (1971), Chaline *et al.* (1974) et Niethammer et Krapp (1990).

Paléontologie : Au Miocène, la sous-famille des *Crocidosorinae* s'est divisée, à différents moments, en trois autres sous-famille : les *Limnoecinae* (Repenning 1967) (en Amérique du nord), les *Soricinae* (en Amérique du nord et en Eurasie), puis les *Crociodurinae* (en Afrique, mais aussi en Asie et en Europe) (Reumer, 1989).

En Europe, c'est au cours du Pliocène que la diversité des *Soricinae* aurait été la plus grande. A la limite entre le Pliocène et le Pléistocène, il s'en suivra d'un déclin spectaculaire du nombre d'espèces (Reumer, 1989). Le genre *Sorex* apparaîtrait durant le Pliocène (Niethammer et Krapp, 1990).

Genre **Sorex** (Linnaeus, 1758)

• Espèce ***Sorex minutus*** (Linnaeus, 1766) - **Musaraigne pygmée**

Quelques éléments diagnostiques : En se basant sur les mesures, notamment des rangées dentaires supérieures et inférieures, *Sorex minutus* est une espèce de petite taille par rapport aux autres *Sorex*. Néanmoins, elle est légèrement plus grande que *Sorex minutissimus* (Hutterer, 1990).

Paléontologie : D'après Kurten (1968), *Sorex minutus* pourrait être présente dès le Villafranchien. Sur le site Les Valerots (Côte-d'Or, France), Jammot (1971) a retrouvé cette espèce dans les niveaux du Pléistocène moyen.

Répartition actuelle : *Sorex minutus* (fig. 4.17) se rencontre du nord du Tage jusqu'au lac Baïkal en passant par la Russie et la Sibérie. Au nord, son aire de répartition s'étend au-delà du cercle polaire. Au sud, elle se limite au nord de la Grèce et du Kazakhstan. Elle est absente d'une grande partie des côtes méditerranéennes et du sud de la péninsule Ibérique (Hutterer, 1990 ; IUCN, 2007).

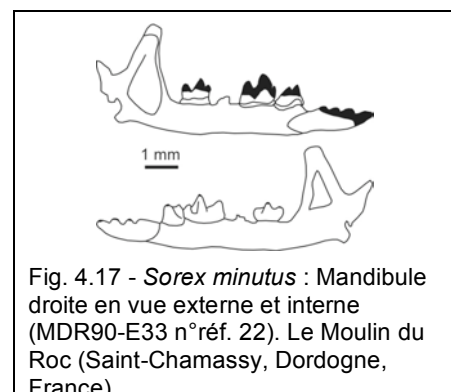


Fig. 4.17 - *Sorex minutus* : Mandibule droite en vue externe et interne (MDR90-E33 n°réf. 22). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

En France, elle est largement répartie sur l'ensemble du pays, à l'exception de la région méditerranéenne, très certainement pour des raisons d'ordre climatique (Poitevin, 1984). *Sorex minutus* est une espèce sensible à la sécheresse, ce qui est un facteur limitant de sa répartition.

Habitat : Cette musaraigne se rencontre dans divers types de milieux, à la fois forestier et ouvert, pour autant que le couvert végétal soit suffisant et que la litière soit abondante. Elle apprécie particulièrement les zones humides, comme les marécages, les rives des cours d'eau. En Suisse, Lugon-Moulin (2003) fait mention de l'espèce jusqu'à environ 2'300 mètres d'altitude.

Biologie et comportement : *Sorex minutus* se nourrit essentiellement d'insectes vivants dans les feuilles mortes. Par contre, elle ne mange pas de lombrics, car elle ne semble que peu creuser dans le sol. Elle chasse donc principalement en surface et souvent de nuit. Les femelles peuvent avoir entre 2 et 3 portées par année de 2 à 7 jeunes (Poitevin, 1984 ; Lugon-Moulin, 2003).

• Espèce ***Sorex araneus*** (Linnaeus, 1758) - **Musaraigne carrelet**

Systématique : Sur la base d'analyses de caryotypes de *Sorex araneus* (Meylan, 1964 par exemple), il a été décelé au sein de ce taxon des arrangements chromosomiques différents. Cette approche, confirmée par la suite, grâce à des données biochimiques (Fumagalli *et al.*, 1999), a permis de mettre en avant, dans un premier temps, *Sorex coronatus* puis *Sorex antinorri* (Bonaparte 1840), la Musaraigne du Valais.

Quelques éléments diagnostiques : Voir distinction des espèces du groupe *Sorex araneus*.

Paléontologie : L'origine des *Sorex* du groupe *araneus* serait à chercher probablement en Asie centrale, qui auraient très probablement, par vagues successives, envahi l'Europe au cours du Quaternaire, à la suite de changements climatiques et environnementaux. En France, les représentants actuels de *Sorex araneus* peuvent être considérés comme les reliques de populations qui occupaient la région durant le Pléistocène supérieur (Hausser et Meylan, 1984a).

Répartition actuelle : *Sorex araneus* se rencontre de l'est de la France jusqu'au lac Baïkal, sauf dans les steppes sèches et les zones désertiques. Sur l'axe nord-sud, elle est présente du cercle polaire jusqu'au nord de la Grèce (Hausser *et al.*, 1990 ; Andera, 1999). D'après Hausser et Meylan (1984a), la compétition avec *Sorex coronatus* semble l'avoir rejetée dans des zones d'altitude.

En France, il demeure quelques populations isolées dans les Pyrénées et le massif central. Néanmoins, tout à l'est du pays, notamment en Alsace, l'espèce est présente (Andera, 1999).

Habitat : Cette musaraigne vit un peu partout où les formations herbeuses et arbustives sont suffisantes. Elle occupe principalement les massifs montagneux au-dessus de 1'000 mètres, jusqu'à 2'500 mètres d'altitude, mais également la plaine. Elle affectionne particulièrement les milieux ayant un fort taux d'hygrométrie (Hausser et Meylan, 1984a).

Biologie et comportement : Le régime alimentaire de cette musaraigne est composé, en grande partie, d'invertébrés comme les vers de terre et les escargots. Nocturne, elle semble être souvent sous terre.

Comme chez la plupart des autres *Soricidae*, ce n'est seulement dès la deuxième année de leur vie que les femelles peuvent se reproduire. Par an, les femelles mettent bas une voire deux portées de 1 à 10 petits, entre 6-7 en moyenne (Macdonald et Barrett, 1995).

• Espèce ***Sorex coronatus* (Millet, 1828) - Musaraigne couronnée**

Quelques éléments diagnostiques : Voir distinction des espèces du groupe *Sorex araneus*.

Paléontologie : Voir *Sorex araneus*. Selon Hausser et Meylan (1984b), la séparation de *Sorex araneus* et *Sorex coronatus* est due à des modifications chromosomiques qui auraient eu lieu lors du dernier interglaciaire (Eémien).

La répartition actuelle de ces deux espèces suggère, selon Meylan et Hausser (1973) repris par Lugon-Moulin (2003), que *Sorex coronatus* dériverait d'une population de *Sorex araneus* isolée dans le sud-ouest de la France durant l'une des dernières glaciations. Depuis la fin de la période glaciaire, cette musaraigne recolonise peu à peu l'Europe de l'Ouest et aurait repoussé *Sorex araneus* vers le nord-est.

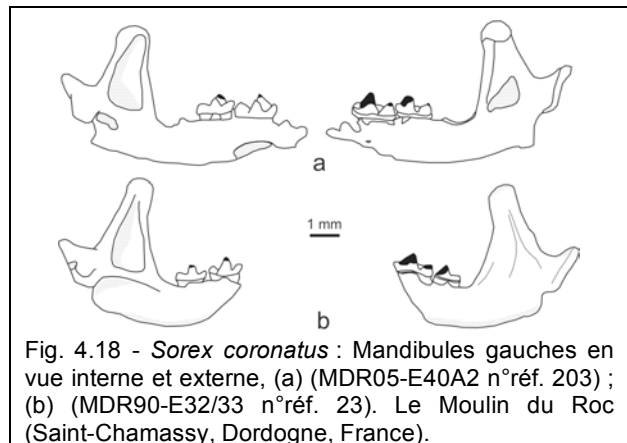


Fig. 4.18 - *Sorex coronatus* : Mandibules gauches en vue interne et externe, (a) (MDR05-E40A2 n°réf. 203) ; (b) (MDR90-E32/33 n°réf. 23). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Répartition actuelle : *Sorex coronatus* (fig. 4.18) est une espèce endémique en Europe, c'est-à-dire qu'elle est localisée sur un territoire restreint. En effet, son aire de répartition comprend le nord de l'Espagne, la France, les Pays-Bas, l'Allemagne et le nord-ouest de l'Autriche (Hausser, 1999). En altitude, elle est observée dans les Alpes jusqu'à 1'500 mètres d'altitude (Lugon-Moulin, 2003).

En France, elle occupe une majeure partie du pays, principalement en basse altitude. Elle est, toutefois, absente de la région méditerranéenne et des zones d'altitude au nord-est, déjà exploitées par *Sorex araneus*. Dans le nord-est de la France, où les aires de répartition de *Sorex coronatus* et *Sorex araneus* se chevauchent, elles n'occupent pas le même habitat (Macdonald et Barrett, 1995 ; Hausser, 1999).

Habitat : Cette espèce exploite une grande variété d'habitats, essentiellement en plaine, comme la forêt, les prairies, les bords de ruisseaux, pour autant que la végétation soit importante.

Biologie et comportement : *Sorex coronatus* utilise abondamment des galeries sous l'humus, ce qui influence directement son régime alimentaire. Ce dernier est composé de larves, diptères, vers de terres, gastéropodes, mille-pattes et autres insectes vivant dans la couche supérieure du sol. Son activité surtout nocturne et dans la litière fait d'elle une espèce aux mœurs discrètes, qu'il est difficile d'observer (Lugon-Moulin, 2003). Les femelles peuvent mettre bas 2 à 6 petits, 2 voire 3 fois par année.

→ Distinction des espèces du groupe *Sorex araneus* : La distinction de ces espèces sur du matériel paléontologique pose quelques problèmes. Au niveau du crâne, il n'y a pas caractère morphologique fiable permettant de les séparer. Turni et Müller (1996) proposent une fonction discriminante pour le crâne. Malheureusement, cette dernière suppose

également la présence de la mandibule. Cette fonction est donc applicable sur ossements découverts en contexte archéologique que si l'individu est trouvé en connexion et que la fragmentation n'est pas trop importante.

Pour la mandibule uniquement, Hausser et Jammot (1974) ont proposé également une fonction discriminante se basant sur une série de mesures. La première version nécessitait pas moins de 27 mesures, avec un taux de réussite à 99.2%. Une seconde, plus simple et ne faisant appel, cette fois-ci, que sur 4 mesures, avec un pourcentage de fiabilité autour de 95%. Afin de pouvoir appliquer ces différentes mesures, il est indispensable d'avoir la mandibule entière, avec l'incisive et les différents processus de la branche mandibulaire. Dans le matériel provenant de sites archéologiques, il est rare d'avoir des mandibules parfaitement conservées.

Turni et Müller (1996) proposent pour séparer *Sorex araneus* et *Sorex coronatus*, deux critères morphologiques, à savoir la forme de la fosse temporale et la disposition des remplis osseux au niveau du processus coronoïde. Ces mêmes auteurs donnent en plus un critère métrique de différenciation au niveau des facettes articulaires du processus condyloïde.

En termes d'habitat, *Sorex coronatus* exploite la même niche écologique que *Sorex araneus* (Hausser et Meylan, 1984b), mais elle semble privilégier les habitats moins froids et moins humides (Lugon-Moulin, 2003).

Sous-famille ***Crocidurinae*** (Milne-Edwards, 1872)

Quelques éléments diagnostiques : La différenciation avec *Suncus etruscus* (Savi 1822) se fait au niveau de la taille, du nombre d'unicuspides¹⁴ supérieures, de la forme de la branche montante de la mandibule et de la configuration du pont interarticulaire entre les facettes articulaires du processus coronoïde. La majorité des autres critères de détermination utilisés dans ce travail proviennent essentiellement des travaux de Jammot (1971), Chaline *et al.* (1974) et Niethammer et Krapp (1990).

Paléontologie : Voir *Soricinae*. Reumer (1984) fait mention du genre *Crocidura* à partir du Pliocène en Europe.

Genre ***Crocidura*** (Wagler, 1832)

• Espèce ***Crocidura russula*** (Hermann, 1780) - **Musaraigne musette**

Quelques éléments diagnostiques : L'avant du rostre est plutôt de forme carrée (rapport U^1-U^3 sur la hauteur du rostre). Le paracone de P^4 est bien détaché du métacone (Chaline *et al.*, 1974). La pointe de U^3 est de la taille ou dépasse le paracone de P^4 .

Voir aussi distinction *Crocidura russula*, *Crocidura leucodon*, *Crocidura suaveolens*.

Paléontologie : Au Pléistocène inférieur et moyen, les études paléontologiques de Reumer (1984) ont montré l'existence de plusieurs espèces du genre *Crocidura*. Les trois espèces aujourd'hui connues en Europe occidentale apparaîtraient entre le Pléistocène inférieur et l'Holocène (Genoud et Hutterer, 1990). À Thuringen (Allemagne), des restes de *Crocidura*

¹⁴ Entre I^1-P^4 et I_1-P_4 , il existe une série de dents regroupées sous la dénomination d'unicuspide selon notamment Jammot (1971) ; Chaline *et al.* (1974) ; Niethammer et Krapp (1990) ou d'antémolaire d'après Reumer (1984) ; Lugon-Moulin (2003) car l'origine de ces dents est encore mal connue. Pourtant, ces termes ne semblent pas être les plus appropriés. En effet, chez *Sorex alpinus*, un des critères de détermination est la présence de deux cuspides sur la première unicuspid, ce qui est donc contradictoire. Quant aux antémolaires, il existe également une certaine ambiguïté, car avant les molaires, il y a la P_4 , de ce fait, les antémolaires ne sont pas avant les molaires. Dans la littérature, le terme d'unicuspide semble préféré à celui d'antémolaire.

russula ont été mis au jour dans un niveau du Pléistocène supérieur (Heinrich et Janossy, 1978). De plus, *Crocidura russula* (fig. 4.19) aurait, d'après les données génétiques, très probablement une origine africaine (Lugon-Moulin, 2003).

Poitevin *et al.* (1986) en se basant, à la fois, sur l'étude des restes de osseux d'insectivores découverts dans les grottes françaises de Fontbrégoua (Var), Châteauneuf-lez-Martigues (Bouches-du-Rhône) et du Font-Juvénal (Aude) et sur des données génétiques, proposent le scénario de peuplement suivant : *Crocidura russula* aurait colonisé la France à partir de l'Espagne vers 4'000 avant J.-C.

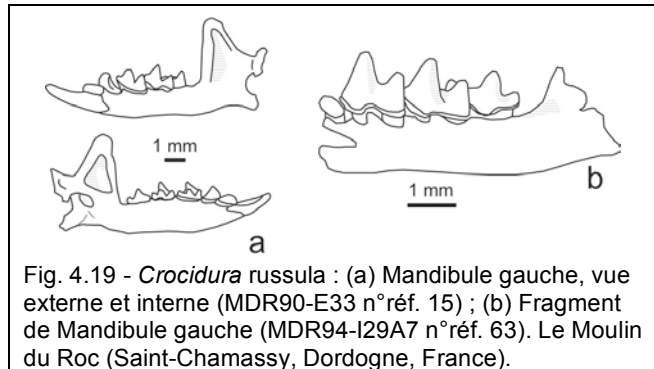


Fig. 4.19 - *Crocidura russula* : (a) Mandibule gauche, vue externe et interne (MDR90-E33 n°réf. 15) ; (b) Fragment de Mandibule gauche (MDR94-I29A7 n°réf. 63). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

D'après Pascal (2003), cette venue récente est confirmée par des analyses sur l'ADN mitochondrial. Mais Clot (1984) mentionne cette espèce dans un niveau daté de $10'920 \pm 160$ bp (Ly 2614) de la grotte du Bois du Cantet (Hautes-Pyrénées). Jammot (1976) a identifié ce taxon dans un niveau du Pléistocène supérieur du gisement de Santenay (Côte-d'Or). *Crocidura russula* est également trouvé, en relation avec *Pliomys*, dans des gisements du Pléistocène moyen, dont Coudoulous II dans le Lot (Brugal, 2000), à la grotte du Noisetier (Hautes-Pyrénées) (Jeannet 2001)... Une révision quant au peuplement de la France par *Crocidura russula* semble, dès lors, nécessaire.

Répartition actuelle : L'aire de répartition de cette espèce se limite au nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie), à la péninsule Ibérique, à la France, aux pays du Benelux, à l'Allemagne, à l'ouest de la Suisse (Ramalhinho *et al.*, 1999).

En France, *Crocidura russula* se retrouve un peu partout. Toutefois, elle est absente en Corse et rare en altitude, mais généralement fréquente en dessous de 1'000 mètres d'altitude. Cependant, dans les Pyrénées, des individus ont été observés à 2'000 mètres d'altitude (Fons, 1984a).

Habitat : La zone méditerranéenne, avec ses maquis, ses bruyères et les bonnes conditions climatiques, est un endroit propice pour cette musaraigne. Ailleurs, elle fréquente une large gamme de biotopes, tels les forêts, prairies, lisières, haies et bords de rivières, pour autant que la végétation soit suffisante. Elle apprécie aussi les constructions en pierres sèches (Fons, 1984a ; Genoud et Hutterer, 1990 ; Mardonald et Barrett, 1995 ; Lugon-Moulin, 2003).

Biologie et comportement : *Crocidura russula* est considérée comme une espèce anthropophile, car elle vit de plus en plus à proximité de l'Homme. D'ailleurs, en hiver, au vu de sa sensibilité au froid, elle a développé des stratégies dont l'une consiste à se rapprocher des constructions humaines (Marchesi et Lugon-Moulin, 2004). Elle vit surtout la nuit, où elle se nourrit d'insectes, d'invertébrés et parfois de jeunes vertébrés (rongeurs). Les femelles peuvent avoir entre 4 à 5 portées annuelles de 2 à 6 voire 10 petits (Fons, 1984a ; Macdonald et Barrett, 1995 ; Lugon-Moulin, 2003).

Crocidura russula, au contraire des autres musaraignes, est, d'après Marchesi et Lugon-Moulin (2004), peu appréciée par les prédateurs comme le chat, à cause, paraît-il, de son mauvais goût ! Par contre, ces mêmes auteurs ont montré qu'elle est un des *Soricidae* les plus courants dans le régime alimentaire de *Tyto alba*.

• Espèce ***Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) - Musaraigne des jardins**

Quelques éléments diagnostiques : Le paracone de P⁴ bien développé (Chaline *et al.*, 1974). La taille de U³ est presque égale à celle du paracone de P⁴. Sur la mandibule, l'encoche sigmoïde est plus ouverte que chez les deux autres *Crocidura*. I₁ est légèrement échancrée. Le cingulum sur le bord externe de M₂ est droit.

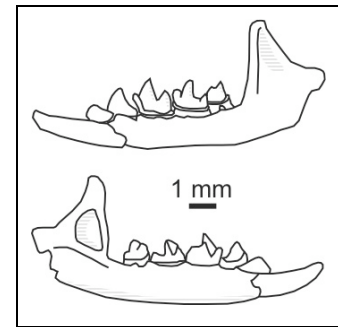


Fig. 4.20 - *Crocidura suaveolens* : Mandibule gauche en vue externe puis interne (MDR03-D43R5 n°réf. N52). Le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Paléontologie : Kurten (1968) fait mention de restes osseux de cette espèce en Europe au cours de l'interglaciaire Mindel-Riss (Pléistocène moyen).

Répartition actuelle : *Crocidura suaveolens* (4.20) est largement répandue sur le Paléarctique. Elle se rencontre du nord de la péninsule Ibérique jusqu'en Sibérie. En Europe de l'Ouest, elle est absente du nord-est de la France, du sud-est de l'Espagne, des pays du Benelux et du nord-ouest de l'Allemagne. Plus à l'est, elle se retrouve au Maroc, en Algérie, en Italie, en Grèce, en Turquie, en Syrie, en Israël et dans le nord de l'Iran. La limite septentrionale de son aire de distribution se situe au-dessous du 54^e parallèle Nord. L'espèce est commune entre le niveau de la mer et 1'000 mètres d'altitude, quoiqu'elle puisse se rencontrer jusqu'à environ 1'600 mètres d'altitude (Libois *et al.*, 1999 ; IUCN, 2007).

Habitat : L'habitat de *Crocidura suaveolens* est variable selon la latitude et l'altitude. Dans le nord de l'Europe, par exemple, elle est souvent associée aux constructions humaines. Ailleurs, elle fréquente une grande variété de biotopes (bois-clairs, dunes littorales, maquis, terres cultivées, bordures de ruisseaux, zones rocheuses...). Elle affectionne le milieu ouvert de la plaine et les lieux chauds et secs, ce qui peut expliquer sa présence en basse altitude (Libois *et al.*, 1999 ; Lugon-Moulin, 2003).

Biologie et comportement : La biologie de cette musaraigne est proche de celle de *Crocidura russula*. Elle est active la nuit et parfois le jour. Grande mangeuse, cette espèce peut manger un peu plus de son poids (4 grammes) en insectes et invertébrés. Dans certains cas, elle consomme de jeunes campagnols qu'elle trouve dans leur nid (Lugon-Moulin, 2003).

→ **Distinction *Crocidura russula*, *Crocidura leucodon*, *Crocidura suaveolens*** : En terme de taille, il existe une sensible différence entre *Crocidura russula*, *Crocidura leucodon* (Hermann 1780) et *Crocidura suaveolens*, qui peut se mesurer, par exemple sur les rangées dentaires supérieures et inférieures. *Crocidura suaveolens* est la plus petite des trois, mais, comme le souligne Fons (1984b), le critère biométrique ne permet pas une diagnose certaine lorsqu'il s'agit de jeunes individus. Jammot (1971), par une approche biométrie et statistique, différencie *Crocidura russula* de *Crocidura leucodon*.

En ce qui concerne la mandibule, les replis osseux sur le processus angulaire sont droits. I₁ est incurvée (échancrée chez *Crocidura leucodon* et *Crocidura suaveolens*) et le cingulum de M₂ présente une échancrure, alors qu'il est plutôt droit chez *Crocidura suaveolens*.



DONNEES PALEO-ENVIRONNEMENTALES ET TAPHONOMIQUES

Ce chapitre a pour objectif de présenter les données brutes, quant aux conditions environnementales et climatiques actuelles et passées, ainsi que celles relatives à la taphonomie. Cette documentation repose à la fois sur les espèces de micromammifères découvertes dans le gisement du Moulin du Roc et sur des référentiels actualistes, dont celui de Jeannet (soumis). Toutes ces informations seront à la base de nos analyses et interprétations, en vue de proposer une reconstitution de l'environnement autour du site entre la fin du Pléistocène et l'Holocène.

5.1. Conditions environnementales actuelles

Le relief, la morphologie du paysage, la proximité des côtes ou au contraire l'éloignement, l'exposition au soleil sont autant de paramètres qui peuvent influencer le climat et le milieu d'une zone géographique. De ce fait, il est important, dans une optique d'étude paléo-environnementale, de prendre en considération ces aspects.

La Dordogne est une région qui se situe entre le Bassin aquitain et le Massif central, à la transition entre un climat océanique et plus montagnard. Cette position a pour conséquences d'influencer le régime pluviométrique, qui augmente en s'approchant du relief (Météo France, 2008). De plus, la configuration des différentes vallées et des versants font qu'il existe un éventail de biotopes. Dans les vallées, par exemple, il gèle plus tôt dans la saison que sur les hauteurs. De plus, le brouillard s'y maintient plus longtemps. Dès lors, les micromammifères et leurs prédateurs peuvent donc évoluer dans des milieux variés. Cette mosaïque d'environnements différents a vraisemblablement été présente durant tout le Quaternaire, même si de nombreuses modifications de la végétation se sont produites.

L'établissement, depuis plusieurs années, de stations météorologiques sur une grande partie du globe, nous renseigne précisément sur les conditions climatiques d'un pays, d'une région... Notre démarche vise, en utilisant ces données, à proposer une reconstitution de l'environnement dans lequel ont évolué les sociétés préhistoriques.

Nous avons décidé d'utiliser, à titre comparatif, les données des relevés météorologiques de la station des Eyzies-de-Tayac (Dordogne) d'après Kessler et Chambraud (1986). Afin de compléter les informations, comme l'insolation, non figurées dans Kessler et Chambraud (1986), nous avons considéré les données de la station de Bergerac (Dordogne) fournies par Météo France (2008). A titre comparatif, nous avons choisi de mettre en parallèle ces informations avec celles fournies par la méthode de l'écologie quantifiée. En effet, cette dernière permet une reconstitution chiffrée aisément comparable (tab. 5.1).

Pour réaliser ce projet, nous avons sélectionné, à partir des répartitions actuelles des micromammifères proposées par Saint-Girons (1973), Fayard (1984), Maurin et Haffner (1995) et Mitchell-Jones *et al.* (1999), les espèces fréquentant le département de la Dordogne, soit : *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *Microtus subterraneus*, *Microtus pyrenaicus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola terrestris*, *Arvicola sapidus*, *Glis glis*, *Eliomys*

quercinus, Micromys minutus, Apodemus sylvaticus, Sciurus vulgaris, Talpa europæa, Sorex araneus, Sorex minutus, Neomys fodiens, Crocidura russula, Crocidura suaveolens, Suncus etruscus, Erinaceus europæus, Rhinolophus ferrumequinum, Rhinolophus hipposideros, Rhinolophus euryale, Myotis nattereri, Myotis bechsteinii, Myotis myotis, Myotis mystacinus, Myotis emarginatus, Myotis daubentoni, Nyctalus noctula, Nyctalus leisleri, Pipistrellus pipistrellus, Pipistrellus nathusii, Pipistrellus kuhli, Eptesicus serotinus, Plecotus auritus, Plecotus austriacus, Miniopterus schreibersii et Barbastella barbastellus.

	Température moyenne annuelle (°C)	Précipitations		Conditions ambiantes Ensoleillement (nb jours/an)
		Quantité (cm/an)	Pluie (nb jours/an)	
Ecologie quantifiée	10.7	65.0	122.9	182.1
Données actuelles	10.9	91	80	165
Différence	-0.2	-26.0	-15.0	10.9

Tab. 5.1 - Comparaison de quelques résultats obtenus par la méthode de l'écologie quantifiée aux données climatiques actuelles des stations météorologiques des Eyzies-de-Tayac (Kessler et Chambraud, 1986) et de Bergerac (Météo France, 2008). Les valeurs en gras correspondent aux données de la station des Eyzies-de-Tayac d'après Kessler et Chambraud (1986).

Les différences observées dans notre tentative de comparaison des données climatiques actuelles à celles obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée s'expliquent par le fait que nos connaissances actuelles de la répartition biogéographique des espèces animales sont peu précises. En effet, il est difficile de connaître avec précisions les taxons fréquentant les alentours du site du Moulin du Roc, sans un recensement actuel rigoureux. Notre choix de prendre l'ensemble des micromammifères présents dans le département de la Dordogne, ainsi que la configuration et la disposition géographique de cette région induisent quelques erreurs. Cependant, les valeurs acquises par la méthode de l'écologie quantifiée sont globalement concordantes.

Puis, sur la base d'une photographie aérienne précise des environs du site du Moulin du Roc, nous avons entrepris de caractériser le milieu végétal selon les 5 types (rocaïlle, prairie, broussaille, taillis et futaie) proposés par Jeannet (2000). Arbitrairement, nous avons défini une zone d'un kilomètre carré autour du site, que nous avons subdivisée en secteur de 100 mètres par 100 mètres. Nous avons ensuite attribué à chaque secteur l'un de ces 5 types. Enfin, nous avons comptabilisé le nombre de fois que chaque milieu était observé (tab. 5.2). Toutefois, il n'a pas toujours été facile de différencier les zones de broussailles et de taillis, ce qui peut expliquer les valeurs obtenues différentes (tab. 5.2).

	Caractérisation du couvert végétal				
	Rocaïlle (%)	Prairie (%)	Broussaille (%)	Taillis (%)	Futaie (%)
Photo aérienne	0	25	20	15	34
Ecologie quantifiée	4	24	15	21	37

Tab. 5.2. - Comparaison des données obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée et par celle de l'observation d'une photo aérienne, pour caractériser le milieu végétal autour du site du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Quant à l'évaluation de l'humidité du sol, seul un repérage précis sur le terrain permettrait de recueillir des valeurs comparables. Globalement, les proportions obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée (tab. 5.3.) se rapprochent bien de la réalité.

Humidité du sol				
Sec (%)	Frais (%)	Humide (%)	Etang (%)	Eau (%)
32	49	3	7	9

Tab. 5.3. – Caractérisation de l'humidité du sol actuel autour du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) par la méthode de l'écologie quantifiée.

Cette démarche a permis non seulement de préciser l'environnement actuel à proximité du gisement du Moulin du Roc, mais aussi de confronter les résultats de la méthode de l'écologie quantifiée aux données récentes. Ceci semble valider la pertinence et l'exactitude de l'approche quantifiée.

5.2. Quantification du paléo-environnement

Comme déjà évoqué, la présence de certaines espèces de micromammifères au sein d'une zone géographique définie s'organise et réagit autour de facteurs climatiques et environnementaux (Le Louarn et Quéré, 2003). Grâce au référentiel proposé par Jeannet (soumis), il nous est possible de quantifier ces différents paramètres. Cette approche servira, en plus des informations écologiques et éthologiques, de base à nos interprétations quant à la reconstitution de l'environnement du site entre la fin du Pléistocène et l'Holocène.

Les données détaillées relatives aux relevés des différentes stations météorologiques comprises dans les aires de répartition des espèces mises au jour dans le site préhistorique du Moulin du Roc, ne figurent pas dans ce présent travail. En effet, ces données aimablement mises à notre disposition par M. Jeannet sont en cours de publication.

Température :

La température est l'un des paramètres les plus importants, car elle influence les conditions environnementales d'un milieu, et de ce fait, également la répartition biogéographique des communautés animales. En nous basant sur le référentiel de Jeannet (soumis), nous avons retenu comme variables la température moyenne annuelle (en °C), la température moyenne du mois le plus froid (généralement janvier) et celle du mois le plus chaud (juillet) (tab. 5.4).

Secteur	Couche	Température moyenne		
		Annuelle	Du mois le plus chaud	Du mois le plus froid
Central	Jaune	3.2	19.6	-13.4
	Brune s./l.	7.1	21.5	-7.7
Abri sommital	Bigarrée	7.0	21.3	-7.5
	Interface	9.8	21.8	-2.3
	Sépulcrale	10.2	22.2	-2.2
Est	Grise	7.8	21.3	-6.0

Tab. 5.4. - Températures moyennes : annuelle, du mois le plus chaud et du plus froid des différents niveaux du gisement du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée développée par Jeannet (soumis).

Lors de la compilation des différentes données météorologiques issues du référentiel de Jeannet (soumis), nous avons quelque peu modifié celles relatives à *Apodemus sylvaticus*. En effet, de récents inventaires (Montgomery, 1999 ; IUCN, 2007) ont montré que l'aire de répartition de cette espèce était plus réduite.

Précipitations :

En météorologie, les précipitations peuvent se présenter sous plusieurs formes, dont la pluie, la neige, la grêle... Toujours selon le même procédé, nous avons pris en considération les paramètres tels que la quantité de précipitation, le nombre de jours de pluie, ainsi que la durée (en nombre de jours) de la couverture neigeuse.

Malgré l'important écart constaté entre le nombre de jours maximum et minimum de la durée de la couverture neigeuse (tab. 5.5), la moyenne tend vers les valeurs plus hautes, caractéristiques de la majorité des espèces représentées dans la thanatocénose.

Secteur	Couche	Précipitations								
		Quantité (cm/an)			Pluie (Nb jours/an)			Couv. Neigeuse (Nb jours/an)		
		Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.
Central	Jaune	52.6	70.9	34.3	151.4	172.6	133.3	118.8	183.1	73.3
	Brune s.l.	56.6	71.4	34.3	138.4	172.6	73.1	84.3	183.1	6.2
Abri sommital	Bigarrée	57.4	71.4	46.1	140.3	172.6	73.1	88.2	174.1	36.1
	Interface	60.3	71.7	46.1	130.0	172.6	73.1	61.7	109.2	6.2
	Sépulcrale	63.3	110.8	49.0	128.3	172.6	92.5	55.8	109.2	6.2
Est	Grise	58.4	70.9	49.0	136.9	70.9	130.9	78.5	94.3	57.7

Tab. 5.5 - Précipitations estimées à partir de la méthode de l'écologie quantifiée (Jeannet, soumis) pour les différentes couches composant la stratigraphie du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Conditions ambiantes :

Les conditions du milieu environnant peuvent également être décrites par d'autres facteurs, comme le nombre de jours par an de gel, de brume et d'ensoleillement, ainsi que l'humidité relative du biotope (tab. 5.6).

Secteur	Couche	Conditions ambiantes									
		Gel (Nb jours/an)			Brume (Nb jours/an)			Ensoleillement (Nb jours/an)			Humidité (%)
		Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	
Central	Jaune	190.5	262.4	147.0	42.3	51.9	30.7	143.2	170.0	122.7	76.2
	Brune s.l.	142.8	262.4	33.0	41.3	56.8	24.4	163.6	220.2	122.7	76.0
Abri sommital	Bigarrée	143.1	262.4	50.0	40.6	51.9	24.4	160.3	220.2	122.7	75.7
	Interface	106.3	166.0	33.0	40.7	51.9	24.4	173.0	220.2	122.7	75.7
	Sépulcrale	106.6	166.0	33.0	42.6	56.8	30.7	173.9	213.3	122.7	75.4
Est	Grise	133.3	164.9	99.5	41.7	51.9	39.1	164.2	167.0	122.7	76.0

Tab. 5.6. - Conditions ambiantes déterminées à partir de la méthode de l'écologie quantifiée (Jeannet, soumis) des niveaux archéologiques du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Nous remarquons que la valeur du pourcentage d'humidité n'évolue que très peu le long de la séquence stratigraphique. Jeannet (2000) avait déjà fait cette même constatation sur le site d'Orgnac 3 (Ardèche, France) et précise qu'actuellement dans cette région, ce taux moyen reste similaire à ceux obtenus par l'étude des vestiges fossiles.

Végétation et hygrométrie du sol :

Nous présenterons ici les résultats quant à la caractérisation de la végétation (tab. 5.7) et de l'hygrométrie du sol (tab. 5.7) en fonction des différents niveaux archéologiques.

Secteur	Couche	Caractérisation du couvert végétal					Humidité du sol				
		Rocaille (%)	Prairie (%)	Brouss. (%)	Taillis (%)	Futaie (%)	Sec (%)	Frais (%)	Humide (%)	Etang (%)	Eau (%)
Central	Jaune	0	65	18	13	3	33	43	17	2	5
	Brune s.l.	3	38	19	24	17	36	50	10	2	4
Abri sommital	Bigarrée	5	28	21	27	20	37	49	12	1	3
	Interface	4	32	17	22	25	37	53	0	2	8
	Sépulcrale	5	38	16	20	22	43	50	1	2	4
Est	Grise	3	40	19	21	17	36	49	7	2	5

Tab. 5.7 - Caractérisation du couvert végétal et de l'humidité du sol des différents niveaux du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

5.2. Approches taphonomiques et actualistes

Représentation et fragmentation :

À partir de la méthode proposée par Dodson et Wexlar (1979) et en tenant compte des propositions de Sanchez *et al.* (1997), nous avons calculé les pourcentages de représentation (PR) et de fragmentation (PF) de chaque ossement pour chaque couche (tab. 5.8 et 5.9). Faute de matériel suffisant, nous n'avons pas pris en considération les données relatives au niveau mésolithique de la partie est du site.

Les pourcentages totaux de représentation sont évalués à partir de la somme des fréquences observées des éléments squelettiques (FO) et de la somme des fréquences théoriques de représentation de ces os pour un individu complet (FT), multipliés par le NMI. Il en est de même pour les taux totaux de fragmentation, mais à partir de la FO totale et du pourcentage d'os complets (FCO) soustrait à 100. Pour ce qui est des dents, nous n'avons pris en compte ni les prémolaires, ni les incisives (sauf pour les rongeurs), ni les unicuspidés, car elles sont en nombre variable.

Elém. squelet.	Zone centrale				Abri sommital			
	Couche jaune		Couche brune		Couche bigarrée		Couche sépulcrale	
	FO	PR (%)	FO	PR (%)	FO	PR (%)	FO	PR (%)
Mandibules	95	89.6	121	48.0	44	28.9	148	77.9
Maxillaires	10	18.9	50	39.7	9	11.8	20	21.1
Scapulas	12	11.3	16	6.3	15	9.9	20	10.5
Humérus	83	78.3	76	30.2	36	23.7	94	49.5
Radius	11	10.4	12	4.8	8	5.3	21	11.1
Ulnas	37	34.9	45	17.9	36	23.7	44	23.2
Coxaux	42	39.6	20	7.9	14	9.2	36	18.9
Fémurs	109	102.8	104	41.3	46	30.3	99	52.1
Tibias	78	73.6	46	18.3	25	16.4	86	45.3
Vertèbres	5	0.2	194	2.9	205	5.0	238	4.6
Incisives	83	39.2	85	16.9	123	40.5	282	74.2
Molaires	170	26.7	529	35.0	400	43.9	100	8.8
Phalanges	1	0.0	3	0.04	12	0.3	6	0.1
Métapodes	2	0.2	22	0.9	36	2.4	52	2.7

Tab. 5.8 - Pourcentage de représentation des ossements de micromammifères découverts dans les différentes couches du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). C'est à partir de ces données que sont construits les profils qui seront comparés à ceux établis pour des prédateurs connus. FO = fréquence observée ; PR = pourcentage de représentation.

Comme recommandé par Andrews (1990), Denys et Mahboubi (1992) et Sanchez *et al.* (1997), il convient de distinguer deux pourcentages de représentation (PR), un moyen total et un moyen où certains éléments, dont les molaires isolées, côtes, métapodes et phalanges ont été exclus du décompte, afin de minimiser certains biais (du tamisage par exemple, où les ossements les plus fins peuvent passer au travers des mailles du tamis). La figure 5.1 montre, en plus des changements en termes de fragmentation entre les couches, des différences également au niveau du PR moyen et du PR moyen total. Celles-ci sont fortement marquées par les couches jaune et sépulcrale. Cet écart peut s'expliquer par une bonne représentation des molaires et une sous-représentation des incisives et inversement pour l'autre. Des problèmes de conservation différentielle, de tamisage ou de tri peuvent expliquer ces différences.

Partie squelet.	Zone centrale						Abri sommital						
	Couche jaune			Couche brune s.l.			Couche bigarrée			Couche sépulcrale			
	FO	PR (%)	PF (%)	FO	PR (%)	PF (%)	FO	PR (%)	PF (%)	FO	PR (%)	PF (%)	
<i>Rodentia</i>	Crânes	5	11.9	100	1	0.9	100	2	3.1	100	6	7.8	100
	Maxillaires	10	23.8	0.0	50	42.7	32.0	7	10.9	42.9	17	22.1	47.1
	Mandibules	83	98.8	84.3	107	45.7	93.5	35	27.3	97.1	136	88.3	60.3
	Fémurs	97	115.5	40.2	102	43.6	91.2	45	35.2	86.7	97	63.0	60.8
	Tibias	62	73.8	51.6	44	18.8	79.5	22	17.2	90.9	83	53.9	60.2
	Humérus	72	85.7	27.8	75	32.1	74.7	36	28.1	77.8	84	54.5	56.0
	Radius	8	9.5	12.5	7	3.0	57.1	3	2.3	100.0	19	12.3	36.8
	Ulnas	18	21.4	72.2	41	17.5	82.9	33	25.8	97.0	39	25.3	64.1
	Coxaux	39	46.4	100	20	8.5	100	14	10.9	100.0	35	22.7	37.1
	Scapulas	4	4.8	100	15	6.4	93.3	13	10.2	92.3	16	10.4	75.0
Total	398	52.6	56.0	462	21.9	80.7	210	18.2	89.0	532	38.4	58.1	
<i>Insectivora</i>	Crânes	0	0.0	100	0	0.0	100	0	0.0	100	0	0.0	100
	Maxillaires	0	0.0	100	0	0.0	100	2	18.2	100	3	30.0	100
	Mandibules	12	54.5	66.7	14	87.5	85.7	9	40.9	88.9	12	60.0	33.3
	Fémurs	12	54.5	33.3	2	12.5	50.0	1	4.5	100	1	5.0	100
	Tibias	16	72.7	31.3	2	12.5	100	3	13.6	100	3	15.0	33.3
	Humérus	11	50.0	27.3	1	6.3	0.0	0	0.0	0.0	10	50.0	50.0
	Radius	3	13.6	0.0	4	25.0	50.0	4	18.2	75.0	1	5.0	100
	Ulnas	19	86.4	21.1	4	25.0	75.0	3	13.6	100	5	25.0	80.0
	Coxaux	3	13.6	66.7	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	5.0	0.0
	Scapulas	8	36.4	100	1	6.3	100	2	9.1	100	4	20.0	75.0
	Phalanges	-	-	-	10	6.3	0.0	23	10.5	0.0	1	0.5	0.0
	Total	84	42.4	40.5	38	12.5	55.3	47	11.2	46.8	41	10.8	51.2
<i>Chiroptera</i>	Maxillaires	-	-	-	-	-	-	1	1.0	100	-	-	-
	Fémurs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16.0	0.0
	Humérus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8.0	100
	Radius	-	-	-	1	50.0	100	-	-	-	6	2.7	83.3
	Total	-	-	-	1	50	100	1	1.0	100	9	18.75	77.8
Total	482	50.5	53.3	500	20.7	78.8	258	16.4	81.4	582	32.1	57.9	
<i>Microma.</i>	Vertèbres	5	0.2	-	194	2.9	-	205	5.0	-	238	4.6	-
	Côtes	4	0.3	-	15	0.5	-	14	0.9	-	70	3.8	-
	Calcaneus	1	1.2	0.0	28	12.0	0.0	18	14.1	0.0	9	5.8	0.0
	Talus	-	-	-	8	3.4	0.0	13	10.2	0.0	1	0.6	0.0
	Métapodes	2	0.2	0.0	22	0.9	0.0	36	2.8	5.6	52	3.4	0.0
	Phalanges	1	0.1	0.0	3	0.1	0.0	12	0.9	0.0	5	0.3	0.0
Total	13	0.2	-	270	1.8	-	298	3.5	-	375	3.6	-	
Total os	508	7.1	53.7	770	4.4	78.3	556	5.5	77.5	957	7.9	67.4	
<i>Dents</i>	<i>Rodentia</i>												
	Incisives	83	49.4	-	83	17.7	-	121	47.3	-	282	91.6	-
	Molaires	154	30.6	-	513	36.5	-	386	50.3	-	81	8.8	-
	<i>Insectivora</i>												
	Molaires	16	12.1	-	1	8.3	-	14	10.6	-	19	15.8	-
	<i>Chiroptera</i>												
Molaires	-	-	-	1	8.3	-	2	16.7	-	-	-	-	
Total	253	23.5	-	598	30.4	-	523	45.2	-	382	28.3	-	
Total gén.	761	9.8	53.7	1368	7.1	78.3	1079	9.6	77.5	1339	9.9	67.4	

Tab. 5.9 - Pourcentages de représentation des éléments du squelette (PR) et de fragmentation (PF) établis à partir de la méthode de Dodson et Wexlar (1979) pour les principaux niveaux du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). Les PR et PF totaux sont calculés à partir de la fréquence observée d'un os (FO), sa fréquence théorique (FT) et du pourcentage de cet os complet (PCO).

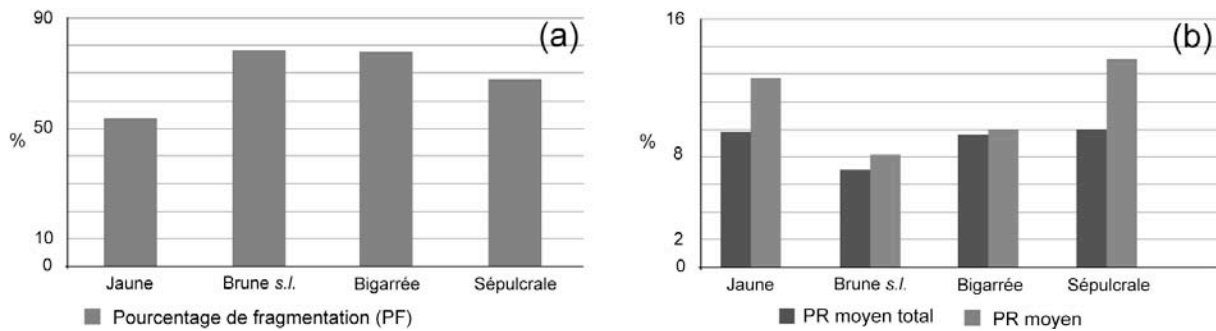


Fig. 5.1 - (a) Pourcentages de fragmentation et (b) de représentation des différents éléments du squelette pour les principales couches du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Dans notre démarche visant à cerner le ou les responsables de l'accumulation des micromammifères dans le gisement du Moulin du Roc, nous avons utilisé la méthode proposée par Andrews (1990). À partir des données fournies (Andrews, 1990), il a été possible d'élaborer des profils quant aux proportions de représentation et de fragmentation des principaux éléments squelettiques de plusieurs espèces de rapaces nocturnes, diurnes et de carnivores. Nous présenterons ces données (fig. 5.2) de telle façon à avoir les extrêmes de la variabilité connue pour ces différents taxons en utilisant la moyenne, le minima et le maxima. Parmi la liste proposée par Andrews (1990), nous n'avons retenu que les espèces européennes, à savoir :

- Rapaces nocturnes : *Tyto alba*, *Asio otus*, *Asio flammeus*, *Bubo bubo*, *Strix aluco*, *Athene noctua* et *Nyctea scandiaca*.
- Rapaces diurnes : *Falco sp.*, *Circus cyaneus*, *Falco cf. tinnunculus*.
- Carnivores : *Genetta genetta*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*, *Martes martes*.

Une fois les profils obtenus, nous pouvons les comparer à ceux réalisés pour chacun des niveaux de notre gisement d'étude. Toutefois, la prudence est de mise, car d'autres facteurs post-dépositionnels viennent influencer la fragmentation.

Andrews (1990) propose deux rapports, un premier permettant d'estimer le nombre d'humérus et de fémurs (partie proximale ou distale) par rapport à celui des mandibules et des crânes (PR1) et un second afin de connaître la proportion entre les os des parties postérieures et antérieures des membres (PR 2). Denys et Mahboubi (1992), dans le premier rapport (PR1) donné par Andrews (1990), prennent en considération le tibia à la place de l'humérus (PR1'). Un quatrième calcul renseigne sur la proportion des éléments crâniens par rapport aux post-crâniens (PRm) (Sanchez *et al.*, 1997) (tab. 5.10).

	C. jaune	C. brune	C. bigarrée	C. sépulcrale
PR1	182.9	105.3	154.7	114.9
PR1'	178.1	87.7	134.0	110.1
PR2	46.4	32.2	40.2	55.4
PRm	18.5	64.7	53.3	114.9

Tab. 5.10 - Résultats des calculs des différents rapports proposés par Andrews (1990), Denys et Mahboubi (1992) et Sanchez *et al.* (1997) obtenus par l'analyse du matériel osseux provenant du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

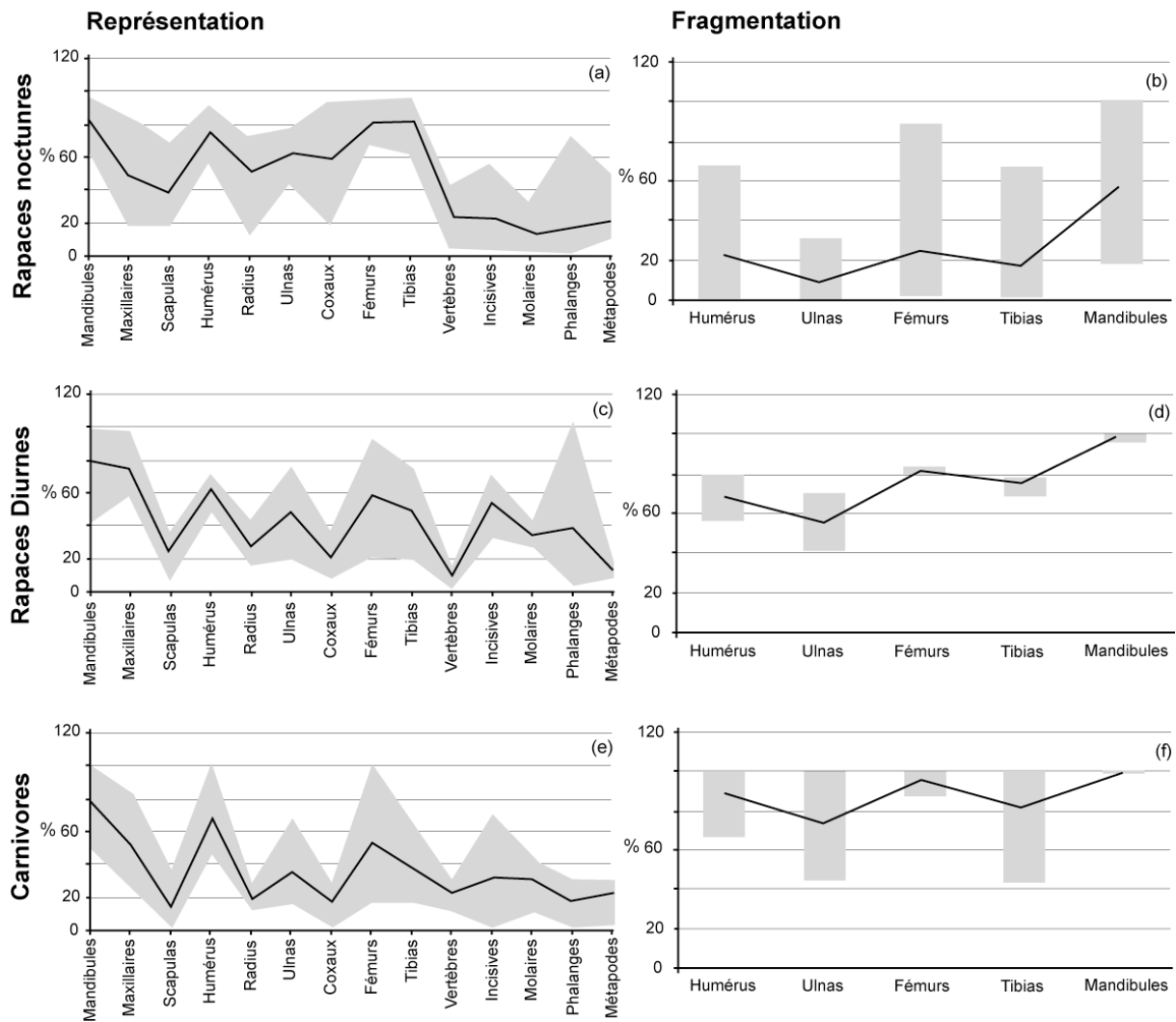


Fig. 5.2 - Proportions de représentation et de fragmentation des principaux os contenus dans les (a-b) pelotes de réjection de rapaces nocturnes, (c-d) pelotes de réjection de rapaces diurnes et (e-f) déjections de carnivores. Toutes les valeurs sont extraites des tables référentielles d'Andrews (1990). Pour avoir 100% de la variabilité, nous utilisons dans ces graphiques les minima et maxima (aire en gris) et la moyenne (en noir).

Application :

Dans notre tentative de déterminer le ou les prédateurs responsables de la présence de micromammifères dans le site du Moulin du Roc, nous avons comparé les profils de références à ceux acquis par l'étude des vestiges ostéologiques. Les données relatives à la représentation des différents éléments du squelette doivent être couplées, pour une meilleure approche, à celles de la fragmentation.

D'autres observations, comme les traces dues à l'action du suc gastrique d'un rapace, que nous développerons dans les analyses, peuvent venir compléter ou confirmer ces premiers résultats. Nous y développerons également les différentes hypothèses que nous pouvons émettre pour une couche ou pour l'ensemble de la séquence.

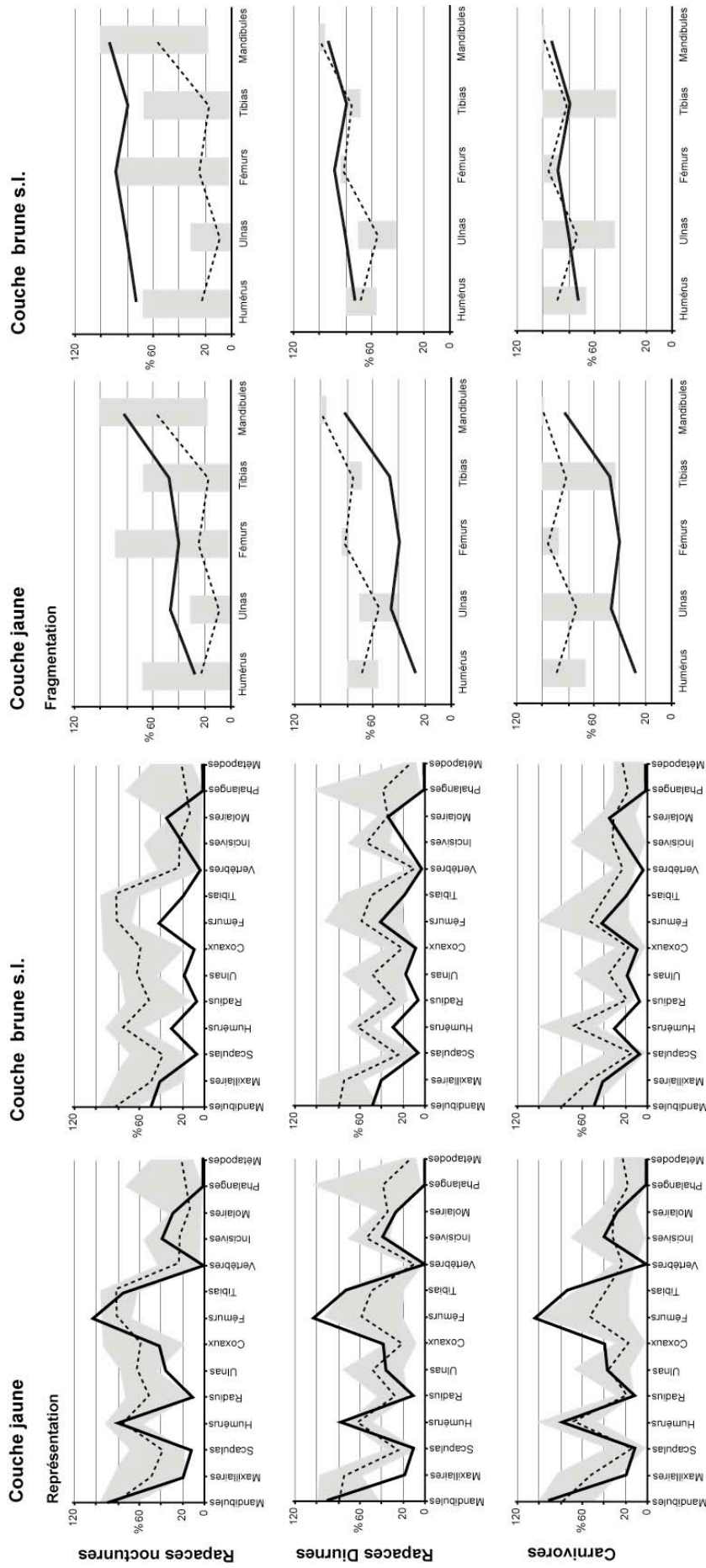


Fig. 5.3 - Comparaison des profils de représentation et de fragmentation des éléments squelettiques des couches jaune et brune s.l. du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). En gris les minima et maxima et en pointillés la moyenne caractéristique des rapaces nocturnes, diurnes et des carnivores. Toutes ces données sont extraites d'Andrews (1990). Le trait noir désigne le profil de la couche jaune ou brune s.l.

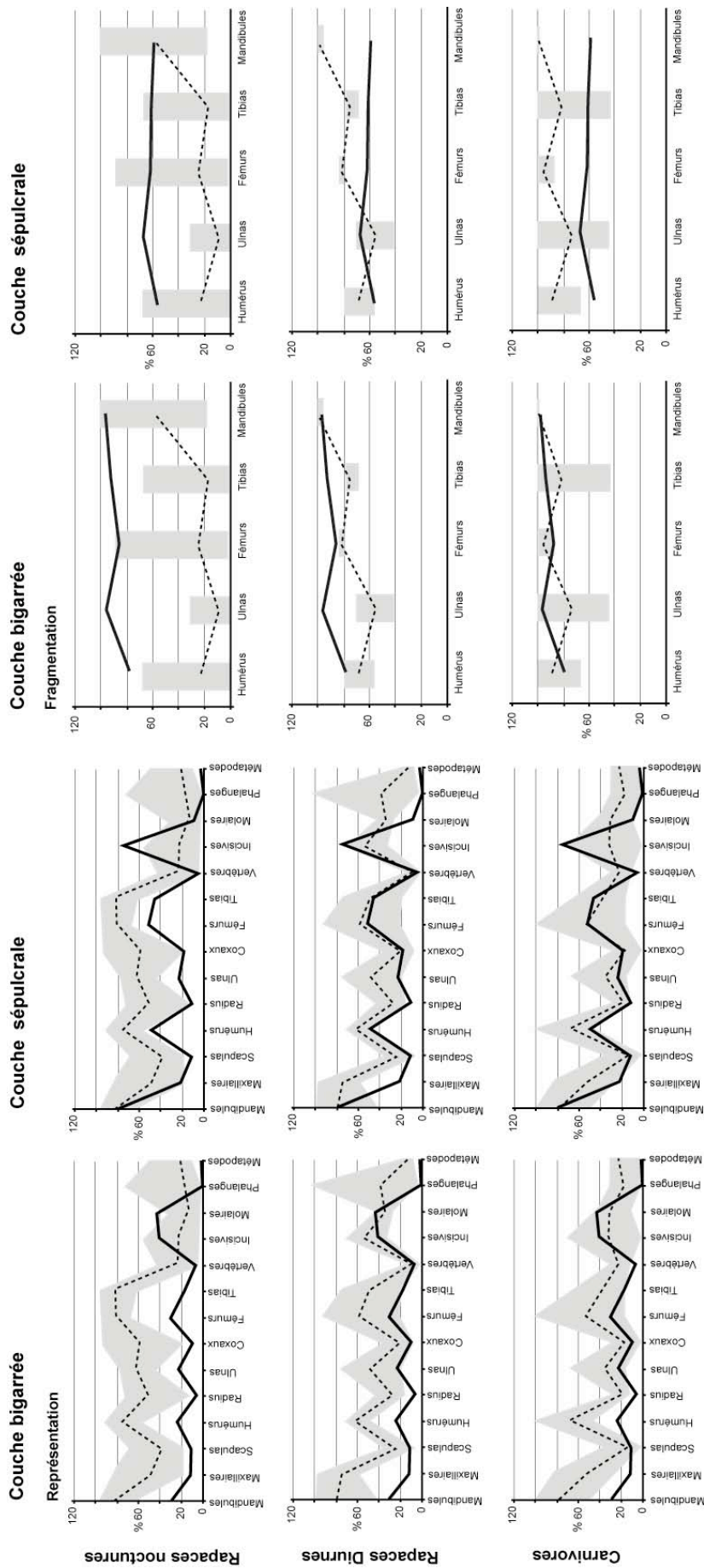


Fig. 5.4 - Comparaison des profils de représentation et de fragmentation des éléments squelettiques des couches bigarrée et sépulcrale du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). En gris les minima et en pointillés la moyenne caractéristique des rapaces nocturnes, diurnes et des carnivores. Toutes ces données sont extraites d'Andrews (1990). Le trait noir désigne le profil de la couche bigarrée ou sépulcrale.



ANALYSES ET INTERPRETATIONS

Au vu de la bonne concordance entre les données environnementales actuelles fournies par Météo France et celles obtenues par l'application de la méthode de l'écologie quantifiée aux micromammifères peuplant de nos jours le département de la Dordogne, nous considérons nos résultats comme valides. Dès lors, nous sommes en mesure de proposer une reconstitution du paléo-environnement autour du gisement à partir de l'étude des micromammifères.

Dans un premier temps, nous associerons les données obtenues par la méthode de l'écologie et l'éthologie des différents microvertébrés composant le spectre faunique de ce gisement à celles des analyses quantifiées. Cette confrontation nous permettra de présenter une interprétation de l'environnement tel qu'il aurait pu être durant les derniers instants du Pléistocène. De plus, l'approche taphonomique et actualiste permettra d'appréhender les problématiques liées à la conservation des vestiges et au(x) prédateur(s) de ces micromammifères.

6.1. Zone centrale

La zone centrale, au pied de la falaise, devait très probablement être abritée durant le Tardiglaciaire par le toit de l'abri plus grand qu'actuellement. Les fouilles menées dans un contexte de sauvetage ont permis de mettre en évidence deux principaux niveaux datés de la fin du Pléistocène.

6.1.1. Couche jaune

La couche jaune, la plus ancienne de ce gisement, a été fouillée sur un mètre carré, mais a livré un abondant matériel, surtout en termes de micromammifères. Les ossements provenant de ce niveau se distinguent aisément par une patine jaunâtre et par un bon état de conservation (PF = 54%).

Paléo-environnement :

Le spectre faunique (tab. 4.1) est composé, en grande partie, par les rongeurs. Il est marqué par la présence d'espèces, comme *Microtus oeconomus* et *Microtus gregalis*, qui actuellement ne se retrouvent qu'au nord et dans les zones froides de l'Europe de l'est. L'existence de ces deux taxons dans cette couche indique un climat relativement froid. Les autres taxons sont en concordance avec ce bilan.

La démarche de quantification de l'environnement d'après le référentiel de Jeannet (soumis) vient conforter notre hypothèse d'un climat plutôt froid, avec une température moyenne annuelle d'environ 3°C (fig. 5.4 et 6.7). Ce résultat semble cohérent avec la durée de persistance de la couverture neigeuse et du nombre de jours de gel (fig. 5.5, 5.6, 6.8 et 6.9).

Autour du gisement, *Microtus arvalis* par exemple, montre un paysage où dominent les prairies à végétation herbeuse, à laquelle s'ajoutent des zones d'arbustes et buissons

suggérées par *Microtus agrestis* et *Microtus oeconomus*. Ces deux espèces attestent notamment l'existence d'endroits plus humides, à l'image de marécages et tourbières. L'hygrométrie du sol se situe néanmoins entre sec et frais (fig. 6.11).

Il est remarqué dans ce niveau l'absence de chiroptères et de *Soricidae*, ce qui peut être imputable au climat, à l'environnement, aux prédateurs, à la petite surface fouillée, ou encore à une combinaison de ces différents éléments.

Taphonomie :

Les os de microfaune découverts dans cette couche sont les mieux préservés de l'ensemble du gisement (fig. 5.1). La comparaison des profils de fragmentation et de représentation aux référentiels suggère un rapace nocturne comme agent accumulateur. Cette tendance est confirmée par les différents calculs liés aux pourcentages de représentations (PR) montrant une proportion d'os longs importante, et particulièrement les fémurs et humérus. En effet, d'après Denys (1985), les principaux os des membres sont bien conservés dans les pelotes de rapaces nocturnes. Au vu de la taille des proies et de la fragmentation réduite des éléments squelettiques, il est probable que ce rapace soit une espèce de grande à moyenne taille comme *Bubo bubo* ou *Tyto alba*.

Lors de la détermination du matériel, nous avons remarqué sur certaines extrémités proximales de fémur des petites cupules caractéristiques de l'action du suc gastrique d'un probable rapace nocturne (fig. 6.1).



Fig. 6.1 - Fémur gauche d'*Arvicola* sp. dont la tête fémorale est percée de petites cupules dues à l'action du suc gastrique d'un rapace. Ossement découvert dans la couche jaune du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

La bonne conservation des os longs et la taille des proies suggèrent l'action de petits mustélidés. Par exemple, à la grotte de la Chênélaz (Hostias) dans l'Ain (France), Jeannet et Cartonnet (2000) pensent que les proies de fortes tailles, comme *Arvicola terrestris*, *Talpa europaea* et *Cricetus cricetus*, ont été, très certainement, apportées sur ce gisement par des petits mustélidés (*Mustela erminea* et/ou *Mustela nivalis*), car les rongeurs entrent dans une grande partie du régime alimentaire de ces deux espèces. Elles sont connues pour faire des réserves de proies, dans lesquelles ces dernières ne sont consommées que partiellement et souvent oubliées (Delattre, 1987). Dans ces caches, il est dénombré un peu moins d'une dizaine d'espèces de rongeurs ou insectivores (Saint-Girons et Moutou, 1998), généralement des adultes. À Strasbourg, R. Hainard (cité par Saint-Girons et Moutou, 1998) a observé dans une cachette de *Mustela nivalis*, 44 rongeurs et 2 oiseaux. Ce comportement de stockage est en prévision de disettes. Dans le but de protéger ses réserves contre d'éventuels prédateurs, *Mustela erminea* et *Mustela nivalis* peuvent placer les proies dans un terrier.

Ces deux mustélidés fréquentent les mêmes milieux et leur régime alimentaire est proche. Malgré cette compétition interspécifique, *Mustela erminea* se nourrit davantage de gros rongeurs comme *Arvicola terrestris*, alors que *Mustela nivalis* consomme essentiellement des campagnols de petite taille (genre *Microtus*) (Saint-Girons et Moutou, 1998).

Selon Delattre (1987), ces prédateurs mangent d'abord la nuque, une partie de la tête dont le cerveau, puis ils s'attaquent au thorax, en dévorant le foie, le cœur et les poumons. Ils abandonnent habituellement une partie de la peau, les pattes, la queue, le museau et l'appareil digestif.

Vigne *et al.* (1994b), dans une étude sur une accumulation d'ossements de rongeurs attribuable à *Mustela erminea* ou à *Mustela nivalis*, ont mis en évidence comme caractéristiques de l'assemblage :

- un faible taux de fragmentation,
- un PR moyen faible,
- une destruction des éléments du squelette axial, mais pas des os des membres,
- pas de traces dues à l'action du suc gastrique, car les proies ne sont pas ingérées,
- des traces de morsures localisées sur moins de 10% des restes,
- absence des *Soricidae* et des espèces du genre *Microtus* dans le spectre faunique. Ce dernier point dépend essentiellement de l'éthologie du prédateur. *Mustela erminea* chasse en surface alors que *Mustela nivalis* plutôt dans les terriers. Cette dernière consomme, ainsi, davantage de *Microtus*.

La forte proportion d'os longs et le très faible nombre de vertèbres et de côtes vont dans ce sens. Par contre, nous n'avons pas observé de traces de morsures vraiment significatives sur les ossements. Dès à présent, il serait, à notre avis, très intéressant de voir si la présence de cette concentration de vestiges de micromammifères est spatialement très localisée ou épandue sur une grande partie du site. Il pourrait s'agir d'une cachette de mustélidés si l'accumulation se concentre en des zones restreintes, et ce en émettant l'hypothèse que les ossements issus des pelotes de rapaces soient plus disséminés sur l'ensemble du site. Cependant, il faudrait être sûr que le matériel n'a pas subi de modifications post-dépositionnelles, comme un épandage par un agent fluvial.

Un autre fait intéressant est la découverte, dans l'un des échantillons, d'un humérus de *Mustela erminea* et de serres d'un ou plusieurs rapaces indéterminés. Des études complémentaires sur ces ossements, notamment de détermination spécifique, devraient peut-être apporter davantage de précisions. Mais rien ne nous permet d'affirmer qu'il s'agit là des restes de l'un des prédateurs.

En définitive, nous avons démontré qu'un ou des rapaces nocturnes de grande ou moyenne taille sont à l'origine d'une partie de cette concentration de microvertébrés. Toutefois, la possibilité d'une ou plusieurs cachettes de petits mustélidés est aussi à considérer. Nous devons également envisager la possibilité d'une accumulation mixte de deux types de prédateurs.

6.1.2. Couche brune s.l.

Malgré quelques différences de nature sédimentaire au sein de la couche brune, celle-ci est, dans l'état actuel de la recherche sur le site Moulin du Roc, considérée comme un même ensemble, la couche brune s.l. (Morala et Turq, 1990 ; Courtaud et Morala, 1994). Une analyse fine des espèces de micromammifères contenues dans les différents décapages d'une colonne stratigraphique concernant l'intégralité de cette couche (en H29), ainsi que des carrés au voisinage partiellement fouillés, semblent indiquer une évolution du cortège faunique au sein de ce niveau. Aucun élément stratigraphique fiable ne nous permet de subdiviser cette couche. De ce fait, nous n'évoquerons que les tendances générales liées à l'apparition, à la raréfaction ou la disparition de certains taxons.

De prime abord, nous pourrions imputer ces modifications de diversité à un changement de prédateur et non pas au climat. Pourtant, la richesse taxonomique de ce niveau et les données taphonomiques montrent une certaine homogénéité dans cette couche.

Paléo-environnement :

Par souci de clarté, nous avons décidé de partager la couche brune en trois ensembles (base, milieu et sommet) et ce uniquement dans le but de mettre en avant l'installation et la disparition de certaines espèces (fig. 6.2). Cette subdivision est hypothétique et ne trouve pas d'équivalent stratigraphique précis.

La base de la couche reste dans la continuité environnementale et climatique de la couche jaune, avec les mêmes espèces, dont *Microtus gregalis*, et ce malgré la présence de *Sorex minutus*. Le climat est encore froid et le milieu avoisinant est majoritairement représenté par des prairies à végétation herbeuse, complété par des zones d'arbustes et de buissons.

Puis, dès la moitié de la couche brune milieu, *Microtus gregalis* tend à se raréfier, voire même à disparaître, tandis qu'*Apodemus sylvaticus* apparaît une première fois dans la séquence. Par la suite, sa présence sera de plus en plus marquée. Les premiers ossements d'*Eliomys quercinus* ont été identifiés au début de la moitié supérieure de ce niveau intermédiaire. Au sommet, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus subterraneus* et *Arvicola sapidus* viennent s'ajouter à la liste (fig. 6.2).

Les premiers vestiges osseux de chiroptères se rencontrent dès le milieu de la couche brune s.l., mais faute d'éléments discriminatoires, nous n'avons pas pu déterminer spécifiquement l'espèce. Par contre, au sommet de la couche, *Myotis blythii* est attesté.

Espèces	Couche brune s.l.		
	base	milieu	sommet
<i>Rodentia</i>			
<i>Arvicola terrestris</i>			
<i>Arvicola sapidus</i>			
<i>Microtus arvalis</i>			
<i>Microtus agrestis</i>			
<i>Microtus gregalis</i>			
<i>Microtus oeconomus</i>			
<i>Microtus subterraneus</i>			
<i>Clethrionomys glareolus</i>			
<i>Apodemus sylvaticus</i>			
<i>Eliomys quercinus</i>			
<i>Glis Glis</i>			
<i>Insectivora</i>			
<i>Talpa europaea</i>			
<i>Crocidura russula</i>			
<i>Sorex cf. araneus</i>			?
<i>Sorex coronatus</i>			
<i>Sorex minutus</i>			
<i>Chiroptera</i>			
<i>Myotis blythii</i>			
<i>Myotis taille moyenne</i>			?

Fig. 6.2 - Evolution du cortège faunique de micromammifères de la couche brune s.l. du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). Par souci de clarté, nous avons décidé de partager la couche brune en trois ensembles (base, milieu et sommet) et ce uniquement dans le but de mettre en avant l'installation et la disparition de certaines espèces. Cette subdivision est hypothétique et ne trouve pas d'équivalent stratigraphique précis.

Très rapidement dans la séquence, les *Soricidae* apparaissent avec *Sorex minutus*. À partir de là, leur présence sera régulière, sans jamais être abondante.

L'apparition vers le milieu de la couche de nouveaux taxons suggère des changements climatiques (fig. 6.3) et du paysage (fig. 6.4). D'ailleurs, les résultats obtenus par la méthode de l'écologie quantifiée indiquent un réchauffement, pour atteindre environ 7°C au sommet de la couche. Cette augmentation pourrait être à l'origine de l'accroissement du nombre de jours d'ensoleillement, mais également de la diminution du nombre de jours par an de gel et de la durée de la couverture neigeuse (tab. 6.1). L'évolution favorable des températures justifie le développement forestier, clairement observé pour le sommet de la couche brune (fig. 6.4)

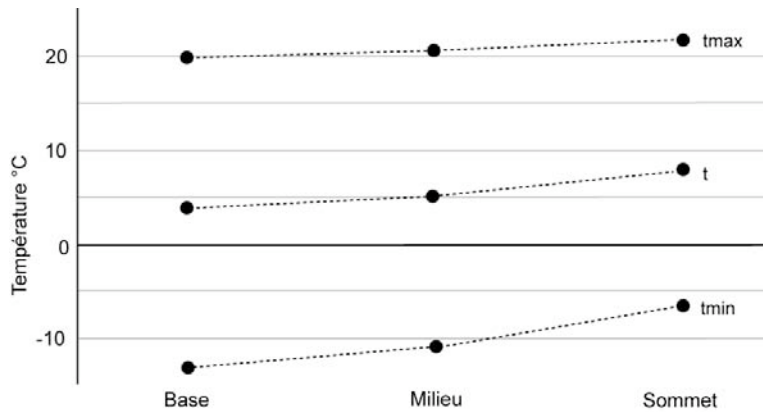


Fig. 6.3. - Évolution de la température au sein de la couche brune s.l. du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) d'après les données quantitatives issues du référentiel de Jeannet (soumis). Légende : t = température moyenne annuelle ; tmax/min = température moyenne du mois le plus chaud/froid.

L'apparition d'espèces comme *Eliomys quercinus* puis *Glis glis* et *Clethrionomys glareolus* évoquent l'existence d'un boisement qui prend de plus en plus d'importance, tout en gardant des zones ouvertes essentielles à *Microtus arvalis* et *Microtus subterraneus* par exemple. Cette mixité convient tout à fait à des taxons ubiquistes comme *Apodemus sylvaticus*.

	Précipitations (moyenne)			Conditions ambiantes		
	Quantité (cm/an)	Pluie (Nb jour/an)	Couv. Neigeuse (Nb jour/an)	Gel (Nb jour/an)	Brume (Nb jour/an)	Ensoleillement (Nb jour/an)
Base	56.3	152.1	115.7	185.5	40.8	144.9
Milieu	55.7	145.9	105.9	164.6	41.0	154.9
Sommet	58.2	139.0	77.4	135.5	42.0	162.8

Tab. 6.1. - Récapitulatif des données quantifiées issues du référentiel de Jeannet (soumis) au sein de la couche brune s.l. du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France).

Les zones de steppe ouverte pourvues d'une végétation herbeuse et buissonnante sont idéales au développement des insectes composant l'essentiel du régime alimentaire de *Myotis blythii* qui apparaît au sommet de la couche. De plus, sa présence évoque un certain adoucissement du climat. Nous pouvons supposer donc que cette espèce a fréquenté la région lors d'une période thermiquement favorable à son biotope de prédilection et de ce fait à sa survie. Cependant, il faut garder à l'esprit que, à la moindre modification du climat et/ou de l'environnement, les chauves-souris ont la possibilité d'effectuer de grands déplacements à la recherche d'endroits plus propices.

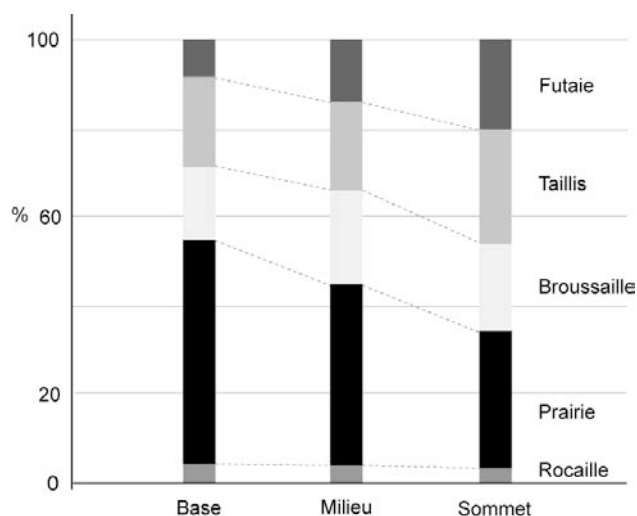


Fig. 6.4. - Évolution de la végétation au sein de la couche brune s.l. d'après l'étude des micromammifères du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). Graphique établi à partir du référentiel de Jeannet (soumis).

Le recours à la méthode développée par Jeannet (soumis) permet de préciser quantitativement cette évolution paysagère (fig. 6.4). Le couvert végétal du sommet de la couche brune est nettement plus forestier que les deux autres couches, où la prairie est dominante. Par ailleurs, ce sont essentiellement les sols secs et frais (fig. 6.5) qui ont été

fréquentés le plus par les micromammifères. Toutefois, le terrain alentour préserve des endroits humides qui conviennent à *Microtus oeconomus*, *Microtus agrestis* et *Sorex minutus*. De plus, il est vraisemblable que les rivières ou les ruisseaux à proximité, dont probablement Le Boule, ont servi d'habitat à *Arvicola sapidus* et peut-être à *Arvicola terrestris*.

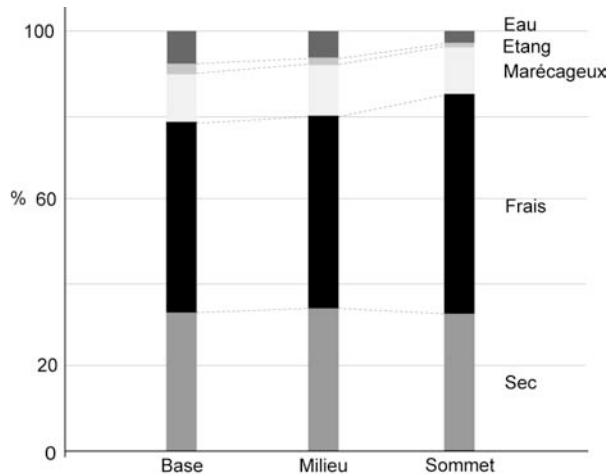


Fig. 6.5 - Hygrométrie du sol estimée par le pourcentage de fréquentation des espèces de ces différents milieux, pour la couche brune s.l. (Moulin du Roc, Saint-Chamassy, Dordogne). Graphique établi à partir du référentiel de Jeannet (soumis).

À titre comparatif, l'étude encore en cours de la grande faune suggère, elle aussi, l'importance du couvert végétal (Detrain *et al.*, 1996), avec notamment la présence de *Cervus elaphus* et *Capreolus capreolus*. Les données palynologiques de la région (Lenoir, 2000) sont également en concordance avec nos résultats.

Taphonomie :

Lors du tri des sédiments provenant de la couche brune s.l., nous avons rapidement constaté la fragmentation importante du matériel. Le dénombrement des différents éléments squelettiques a permis d'évaluer un taux de fragmentation proche de 80% (fig. 5.1 et tab. 5.9). Par contre, en termes de représentativité, nous observons un certain équilibre entre le PR moyen total et le PR moyen (fig. 5.1), ce qui sous-entend une bonne représentation des molaires notamment.

Notre tentative de détermination du ou des éventuels prédateurs a rapidement montré ses limites. En effet, la comparaison des profils semble indiquer les carnivores comme principaux agents accumulateurs. Cependant, l'observation visuelle des cassures, de la surface des os et des polis typiques d'ossements qui ont transité par l'estomac des carnivores ne confirme pas cette hypothèse. Ces caractéristiques de fragmentation et de représentation pourraient également correspondre aux restes osseux de pelotes de réjection de rapaces diurnes ou nocturnes de petite taille comme *Athene noctua*. L'utilisation du MEB apporterait peut-être d'autres précisions, cependant nous pensons que d'autres facteurs, tels les piétinements, peuvent être responsables de l'état de conservation du matériel. En effet, dans cette couche, les fouilleurs ont identifié plusieurs niveaux d'occupations humaines, ce qui, en plus des phénomènes diagénétiques, a probablement joué un rôle destructeur supplémentaire.

Les chauves-souris font un peu figure d'exception. En effet, des analyses portant sur le régime alimentaire de *Tyto alba* ont montré que ces dernières ne représentent qu'un très faible pourcentage (moins de 1 %) dans la diète alimentaire de cette espèce, sauf dans de rares cas où les rapaces chassent à proximité d'une grande colonie de chiroptères (Kowalski, 1995). Néanmoins, il est fort probable que le toit de l'abri a pu accueillir soit pour l'hiver ou de passage des chauves-souris. Nous discuterons plus en détail dans la synthèse des questions liées à la taphonomie du site, et de la présence de ces mammifères volants.

Paléontologie :

Myotis blythii n'est mentionné dans les gisements espagnols qu'à partir de l'Holocène (Sevilla Garcia, 1989). Par contre en France, il semble avoir occupé le territoire durant certains interstades favorables à sa survie. Qu'en est-il de la donnée du Moulin du Roc ? S'agit-il d'une recolonisation de la région depuis une zone refuge plus au sud, comme le pourtour méditerranéen ou de la première installation de l'espèce ? Difficile de trancher sans des études plus précises sur le peuplement chiroptérologique. En effet, rares sont les gisements où les restes osseux de chiroptères ont été étudiés.

La découverte dans cette couche de *Crocidura russula* pourrait évoquer un peuplement plus ancien de la région, au contraire de ce que Poitevin *et al.* (1986) pensent. Les ossements de *Soricidae* n'ont été que très peu étudiés dans les gisements préhistoriques du sud-ouest de la France notamment. De nouvelles recherches en ce sens devraient permettre de mieux comprendre et dater la colonisation ou la recolonisation de la région par cette espèce.

6.2. Abri sommital

Dans cet abri, au moins deux niveaux ont été épargnés par les travaux de terrassement. Au terme de trois années de fouilles programmées, la documentation acquise, en cours d'analyse, devrait permettre de mieux placer ce remplissage dans le log stratigraphique général. De plus, la présence d'une courte séquence datée du Néolithique final permettra d'aborder l'Holocène.

6.2.1. Couche bigarrée

Cette couche est parfaitement préservée dans une sorte de petit chenal situé dans le secteur ouest de l'abri sommital. Sa partie supérieure a été quelque peu perturbée par la mise en place de la sépulture du Néolithique final. De ce fait, nous n'avons pris en considération dans cette analyse que les données non remaniées et dont la provenance stratigraphique ne faisait aucun doute (fig. 3.1).

Paléo-environnement :

La plupart des espèces découvertes dénote un climat relativement tempéré, et ce malgré la présence de *Microtus oeconomus* (fig. 4.1) Ce taxon semble persister au moins dans la partie basse de la couche. L'amélioration climatique de la fin du Pléistocène a probablement déjà conduit *Microtus oeconomus* à se retirer dans des zones plus septentrionales ou en altitude. Cette tendance est confirmée par l'apport des données quantitatives issues du référentiel de Jeannet (soumis), lesquelles indiquent une température moyenne annuelle proche de 7°C (fig. 5.4 et 6.7). Cet adoucissement du climat concorde avec une diminution du nombre de jours de gel et de la durée de la couverture neigeuse (fig. 5.5, 5.6, 6.8 et 6.9).

Le cortège faunique et les résultats de l'écologie quantifiée de ce niveau reflètent une certaine hétérogénéité du milieu environnant, avec des zones de prairies à végétation basse et haute, des forêts et des broussailles (fig. 5.7 et 6.10). Le couvert végétal tend à être de plus en plus étendu, ce qui s'illustre par la présence d'espèces comme *Glis glis* et *Eliomys quercinus*. Par ailleurs, les espèces fréquentant des milieux humides sont en progression. Entre des terrains préservant une certaine humidité, il demeure des zones plus sèches et d'autres plus marécageuses.

Taphonomie :

Comme déjà évoqué pour la couche brune *s.l.*, il semble difficile de pouvoir identifier le ou les prédateurs à l'origine de la présence des micromammifères dans ce niveau.

Corrélation avec la couche brune ? :

Stratigraphiquement, aucun raccord n'a pu être établi entre la couche brune de la zone centrale et la couche bigarrée de l'abri sommital. Cependant, l'étude technologique des industries lithiques et de la provenance des matériaux montre la relation entre ces deux niveaux. Même si l'analyse n'est pas encore terminée, il semble en être de même avec la grande faune.

En comparant les résultats obtenus par le biais de différentes méthodes (tab. 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 et 6.1), nous pensons que la couche bigarrée trouve son équivalent dans le sommet de la couche brune *s.l.* En effet, les données climatiques et environnementales de ces deux niveaux sont concordantes.

6.2.2. Couche sépulcrale

Lors des fouilles de ce niveau, plusieurs terriers d'animaux fouisseurs ont été observés, ce qui indique un certain remaniement par des phénomènes de bioturbation. Ces mélanges rendent difficile la distinction entre la faune néolithique et subactuelle (Courtaud et Morala, 2004). De plus, malgré le fait que la couche ait été scellée postérieurement, il est difficile de donner un cadre chronologique précis aux ossements découverts. Cependant, nous pouvons émettre l'hypothèse d'un dépôt de la première partie de la moitié supérieure de l'Holocène.

Paléo-environnement :

L'amorce du retrait de *Microtus oeconomus* est cette fois-ci clairement établie, et ce sont les espèces d'un climat tempéré qui dominent (fig. 4.1). Nous remarquons dans la thanatocénose, la présence de *Miniopterus schreibersii* par exemple, mammifère typiquement thermophile. Les données quantifiées (fig. 5.4) suggèrent, quant à elles, une température annuelle proche des 10°C, soit presque autant qu'actuellement. De plus, il neige et gèle moins (fig. 5.5) que durant les phases antérieures. Par contre, le nombre de jours d'ensoleillement semble augmenter (fig. 5.6).

La forêt est clairement ancrée dans le paysage, mais il persiste des zones ouvertes de prairie indispensables à *Microtus arvalis*, *Microtus subterraneus* et *Talpa europaea* par exemple. La raréfaction des espèces hygrophiles pourrait indiquer la diminution des zones marécageuses. La majorité des espèces fréquente des sols secs ou gardant une légère humidité au cours des saisons (fig. 5.7).

D'une part, les modifications environnementales du Tardiglaciaire semblent avoir été favorables aux chauves-souris. D'autre part, l'abri, malgré sa faible profondeur, procure un gîte de passage, voire d'hibernation, idéal pour ces animaux.

Taphonomie :

Il s'agit du seul niveau où nous ne sommes pas intervenus lors des campagnes de tri, car tous les refus de tamis avaient été préalablement triés. Reconnaisant du travail mené, nous pensons tout de même que la déficience du nombre de dents jugales, clairement mise en avant (tab. 5.8), pourrait être due soit au tri soit à l'utilisation de tamis avec de larges mailles. En effet, il semble difficile d'expliquer autrement cette surabondance d'incisives et ce manque de molaires et prémolaires.

L'approche taphonomique, par la comparaison des profils et l'observation d'éventuelles traces sur les ossements, n'apporte que peu de précision dans notre tentative de définir le ou les responsables de l'accumulation de ces micromammifères.

Lors de l'étude du matériel, nous avons été frappé par l'excellent état de conservation des ossements de *Glis glis*, qui sont d'ailleurs très bien représentés dans ce niveau. L'étude minutieuse des mandibules notamment, à la recherche d'éventuelles traces de décarnisation, s'est révélée négative. L'absence de crâne complet et d'éléments crâniens, ainsi que la bonne représentation des principaux os longs, pourraient suggérer une cache de *Mustela erminea*. L'observation de terriers lors des décapages successifs serait un indice supplémentaire pour cette possibilité. Cependant, d'après Chaline *et al.* (1974), les grosses proies (*Glis glis*, *Talpa europaea* par exemple) sont décapitées par certains rapaces. Étant donné un pourcentage de fragmentation faible, nous pensons qu'un rapace nocturne de grande taille (*bubo bubo* par exemple) pourrait être un bon candidat comme prédateur.

Paléontologie :

Un seul reste, une mandibule et les deux premières molaires, de *Mus musculus sp.* a été trouvé. Malheureusement, même si la détermination avait été plus précise, sa position chronologique incertaine dans le gisement rend caduque les informations liées à la présence de ce rongeur.

Remarque :

Afin d'éviter des biais dus, en partie, aux remaniements d'origine anthropique, nous avons considéré un certain volume de sédiment comme étant à l'interface des couches bigarrée et sépulcrale. Pourtant, au vu de la liste de faune et de l'état de fragmentation du matériel, nous sommes tenté de le rapprocher du niveau sépulcral.

6.3. Zone est

Un petit sondage effectué à l'est du gisement a mis au jour un niveau qui d'après, les quelques pièces lithiques, est attribuable au Sauveterrien. Malheureusement, l'échantillonnage à notre disposition est très faible et ne peut pas être considéré comme représentatif. Dès lors, il est difficile de proposer une reconstitution environnementale de ce niveau intercalé entre nos principaux ensembles. C'est donc un important saut, tant culturel, chronologique qu'environnemental que nous sommes amené à faire. Néanmoins, les maigres données semblent coïncider avec l'hypothèse d'un climat plutôt tempéré formulé par l'étude de la grande faune (Detrain *et al.*, 1996).

6.4. Synthèse

Après avoir proposé une reconstitution paléo-environnementale et abordé les questions taphonomiques pour chacune des couches identifiées lors des fouilles du Moulin du Roc, nous essayerons de corréliser toutes ces données. L'objectif étant de fournir une synthèse « chrono-environnementale » de ce gisement et de la comparer à d'autres séquences, et ce, en espérant combler certains hiatus.

6.4.1. Paléo-environnement

La séquence stratigraphique du Moulin du Roc est intéressante de par sa possible position chronologique charnière avec l'Azilien, mais également par la présence de niveaux plus

récents, qui nous permettent de suivre les variations, à la fois taxonomiques et environnementales.

Au niveau du cortège faunique (fig. 6.6), nous observons une augmentation de la diversité toujours plus importante vers le sommet de la séquence. Prenons, par exemple, les chiroptères, qui font totalement défaut dans les niveaux les plus anciens, et dont le nombre de taxons augmente, très probablement, dès la fin du Tardiglaciaire. Il paraît en être de même pour les insectivores mais antérieurement.

Cette constatation d'accroissement de la biodiversité peut être mise en relation avec des conditions environnementales favorables incitant ainsi de nombreuses espèces à coloniser ou recoloniser cette région. Plus spécifiquement, d'après Montuire (1995), les températures sont à l'origine de l'évolution de la diversité. En effet, avec l'augmentation de la chaleur, il y a plus de végétation arbustive, plus d'insectes, plus de ressources alimentaires, donc plus de consommateurs.

Espèces	Couche jaune	Couche brune s.l. et bigarrée			Couche grise	Couche sépulcrale
		base	milieu	sommet		
Rodentia						
<i>Arvicola terrestris</i>					?	
<i>Arvicola sapidus</i>					?	
<i>Microtus arvalis</i>						
<i>Microtus agrestis</i>						
<i>Microtus gregalis</i>						
<i>Microtus oeconomus</i>						
<i>Microtus subterraneus</i>					?	
<i>Clethrionomys glareolus</i>					?	
<i>Apodemus sylvaticus</i>					?	
<i>Eliomys quercinus</i>					?	
<i>Glis Glis</i>					?	
Insectivora						
<i>Talpa europaea</i>						
<i>Crocidura russula</i>					?	
<i>Crocidura suaveolens</i>						?
<i>Sorex cf. araneus</i>				?		
<i>Sorex coronatus</i>					?	
<i>Sorex minutus</i>					?	
Chiroptera						
<i>Rhinolophus hipposideros</i>						?
<i>Miniopterus schreibersii</i>						?
<i>Myotis myotis</i>						?
<i>Myotis blythii</i>					?	
<i>Myotis taille moyenne</i>				?	?	
<i>Pipistrellus sp.</i>						

Fig. 6.6 - Synthèse de l'évolution du cortège faunique de micromammifères du gisement du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). En gris foncé, les espèces présentes à la fois dans le sommet de la couche brune et dans la couche bigarrée. L'absence de données pour la couche grise ne nous permet pas de voir s'il y a eu continuité dans le peuplement microfaunique de cette région au Mésolithique.

Certes, ces différents changements d'ordre climatique et environnemental ont favorisé certaines espèces, mais pour d'autres, ce fut le signe d'un repli vers les zones thermiquement plus adaptées à leur survie. Il est dommage que le niveau mésolithique n'apporte pas plus d'informations. En effet, les maigres données pour ce niveau ne permettent pas de voir s'il y a continuité dans le peuplement microfaunique, ou si certaines espèces se sont retirées ou ont (re)colonisé la région.

L'évolution des températures (fig. 6.7) est progressive au début de la séquence et tend à croître de plus en plus pour se stabiliser à la fin du Néolithique. L'absence de niveaux intermédiaires entre ceux datés du Magdalénien final et du Néolithique final rend toutes visualisations d'éventuelles oscillations climatiques entre le Bølling et le Subboréal difficiles, voire impossibles.

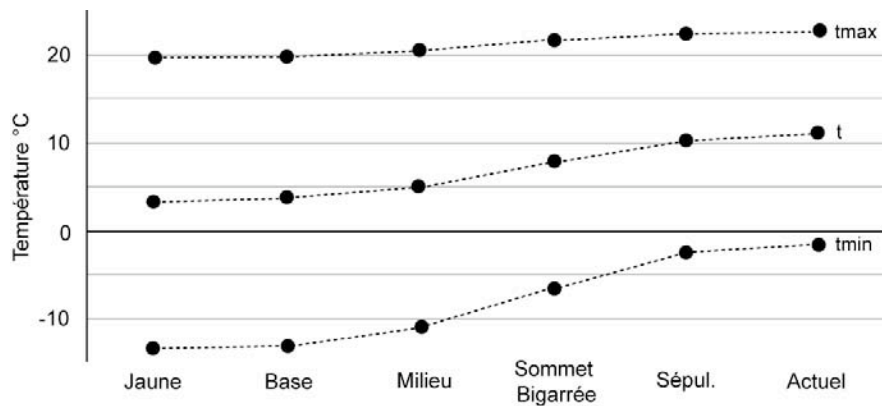


Fig. 6.7 - Evolution des températures moyennes : annuelle (t), du mois le plus chaud (tmax) et du mois le plus froid (tmin) entre les différentes couches du gisement du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). Graphique établi à partir du cortège faunique et du référentiel de Jeannet (soumis).

Quant aux précipitations (fig. 6.8), les résultats obtenus d'après le référentiel proposé par Jeannet (soumis) montrent également quelques changements. En effet, la durée de persistance de la couverture neigeuse diminue proportionnellement à l'augmentation des températures. Alors que la fréquence des pluies se réduit, le volume des précipitations s'amplifie légèrement. Cette dernière observation est logique, car plus il fait chaud, plus il y a d'évaporation.

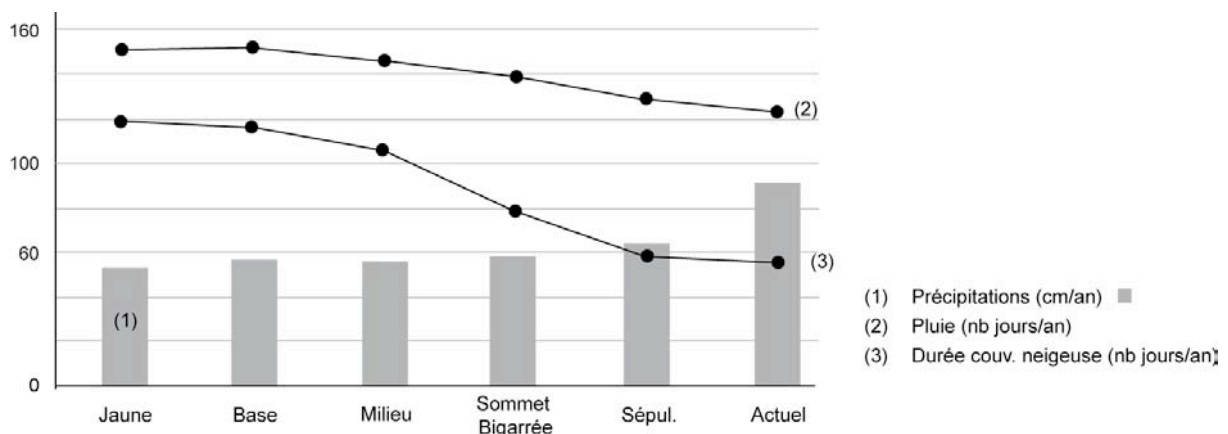


Fig. 6.8 - Evolution de la quantité des précipitations, des fréquences des pluies et de la durée de la couverture neigeuse pour les différentes couches du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). Graphique établi à partir du cortège faunique et du référentiel de Jeannet (soumis).

À la fin du Pléistocène, des modifications d'ordre cosmologique ont engendré des flux de radiations solaires plus importants (Magny, 1995 ; Barbaza, 1999), dont le bilan calorifique a favorisé le retrait des inlandsis. Ce constat corrobore non seulement l'augmentation des températures (Fig. 6.7) et la durée, en nombre de jours, de l'ensoleillement (fig. 6.9), mais également la diminution des jours de gel par an et la persistance de la couverture neigeuse. Ces changements, engagés au début de la séquence, s'amplifient dès le milieu de la couche, pour atteindre dès le Néolithique final des conditions climatiques presque similaires à celles actuelles.

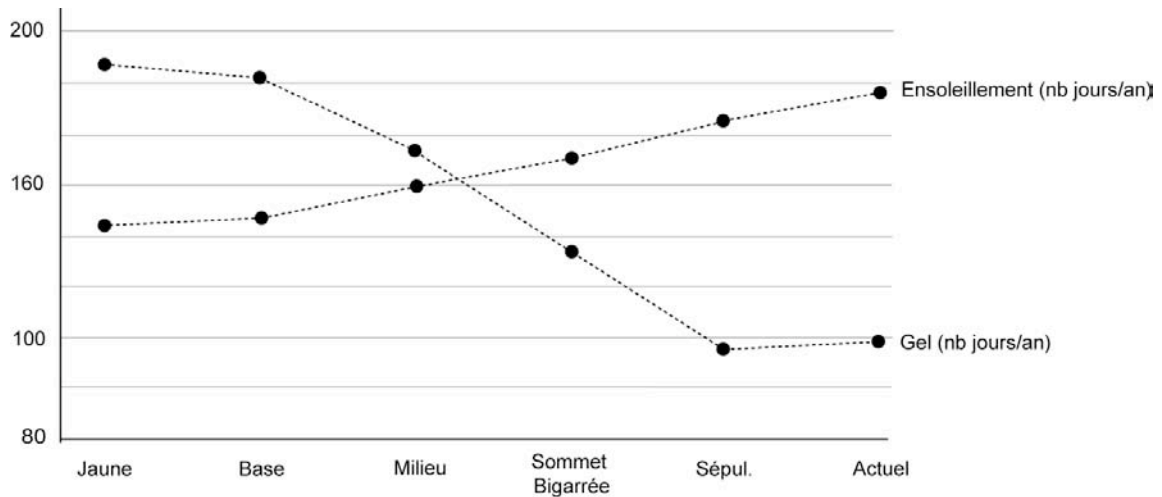


Fig. 6.9 - Conditions ambiantes : nombre de jours par an de gel et d'ensoleillement des différentes couches du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). Graphique établi à partir du cortège faunique et du référentiel de Jeannet (soumis).

L'amélioration climatique observée a aussi eu des répercussions sur le milieu, qui a dû s'accorder à ces nouvelles conditions. Au Magdalénien supérieur, c'est encore un milieu ouvert, composé majoritairement de prairies, qui dominant (fig. 6.10). Ensuite, la situation semble changer au cours du Magdalénien final, durant lequel le milieu se ferme progressivement au détriment de la prairie notamment. Cet avancement de la forêt s'illustre parfaitement par l'augmentation du taux de fréquentation du milieu sylvoicole par les micromammifères. Par ailleurs, la découverte, dans le sommet de la couche brune *s.l.*, de *Glis glis*, *Eliomys quercinus* et *Clethrionomys glareolus* ne vient que conforter ces résultats.

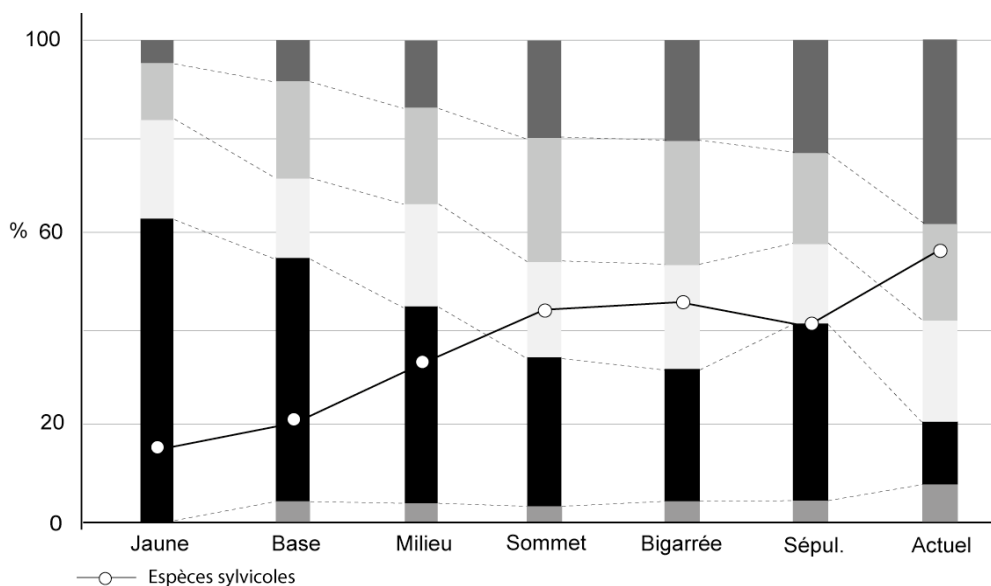


Fig. 6.10 - Evolution du couvert végétal des différentes couches du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) et représentation du taux de fréquentation des espèces dans le milieu sylvoicole. Graphique établi à partir du référentiel de Jeannet (soumis).

En utilisant la méthode proposée par Jeannet (soumis), il a également été possible de caractériser l'hygrométrie du sol, laquelle est directement liée à la nature du terrain. Des sols pouvant maintenir une certaine humidité et d'autres secs ont dominé (fig. 6.11) depuis la fin du Pléistocène. Néanmoins, les niveaux plus anciens reflètent une humidité du terrain plus marquée que pour le sommet de la couche brune *s.l.* Nos résultats suggèrent, pour la couche sépulcrale, des conditions simplement plus sèches et une reprise du domaine

prairial, qui s'est un peu étendu. Le manque de données précises pour l'Holocène ne permet pas de mettre en évidence une action anthropique de l'Homme sur la nature.

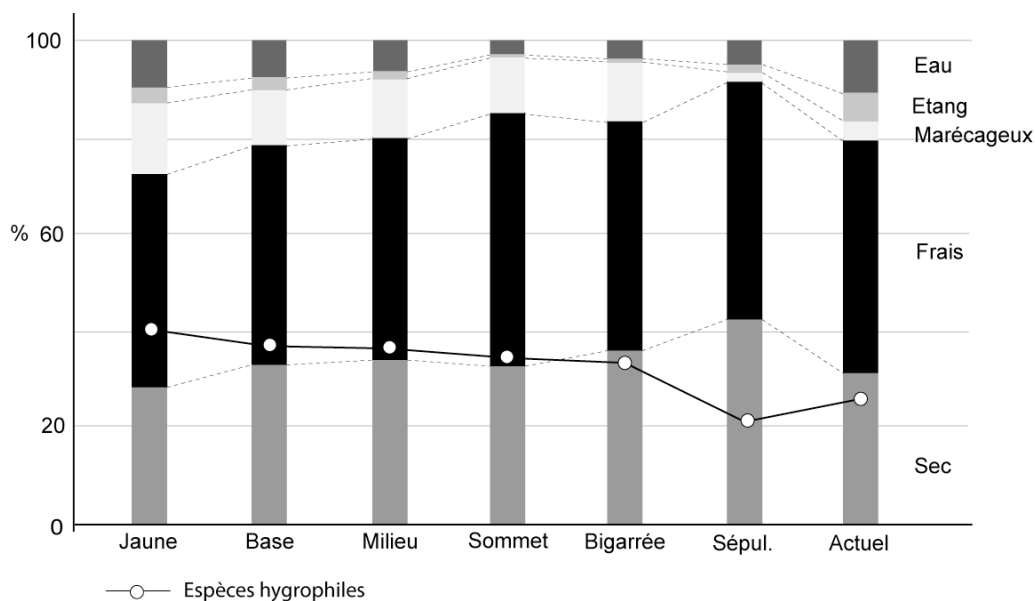


Fig. 6.11 - Evolution de l'hygrométrie du sol pour les différents niveaux du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France), réalisée à partir des pourcentages de fréquentation des espèces de ces différents milieux. Le diagramme est complété par la représentation du taux de fréquentation des espèces dans un milieu hygrophile. Graphique établi à partir du référentiel de Jeannet (soumis).

6.4.2. Taphonomie

Par le biais de l'approche taphonomique, nous avons comme objectif de déterminer le ou les prédateurs responsables de l'accumulation des microvertébrés. C'est essentiellement par une démarche quantitative que nous avons tenté d'y parvenir. D'autres éléments, davantage qualitatifs, apportent un complément.

La richesse du cortège faunique tout au long de la séquence permet d'exclure un prédateur spécialisé comme principal agent accumulateur. Toutefois, au terme de ce travail, il en ressort une certaine complexité, où il n'est pas toujours possible d'identifier précisément le genre ou l'espèce à l'origine de cette concentration d'ossements de micromammifères. Cependant, nous avons, pour certaines couches, pu proposer des pistes à suivre. Par des analyses complémentaires au MEB et par l'étude des ossements d'oiseaux notamment, il sera possible d'affiner nos résultats. Mais, l'essentiel dans cette approche est d'éviter des biais dus à la spécialisation alimentaire de certains prédateurs.

Dans cette synthèse, nous avons décidé d'évoquer l'ensemble des possibilités qui puisse expliquer la présence des ossements de ces micromammifères dans les différents niveaux de ce gisement (fig. 6.12). Notre exposé s'appuiera sur des éléments découverts lors des fouilles ou lors de l'analyse en laboratoire.

La plupart des chauves-souris fréquente les grottes, gouffres ou abris-sous-roche à la recherche, soit d'un gîte d'hibernation ou d'un site de passage. D'ailleurs, pour certaines d'entre-elles, dont *Miniopterus schreibersii*, le milieu cavernicole est indissociable de la biologie de l'espèce. Il est, de ce fait, courant de retrouver dans les cavités karstiques des restes osseux de chiroptères. Dans la plupart des cas, c'est l'hypothèse de rares décès sur une occupation longue qui est privilégiée (Morel, 1989 ; Kowalski, 1995 ; Dodelin, 2002).

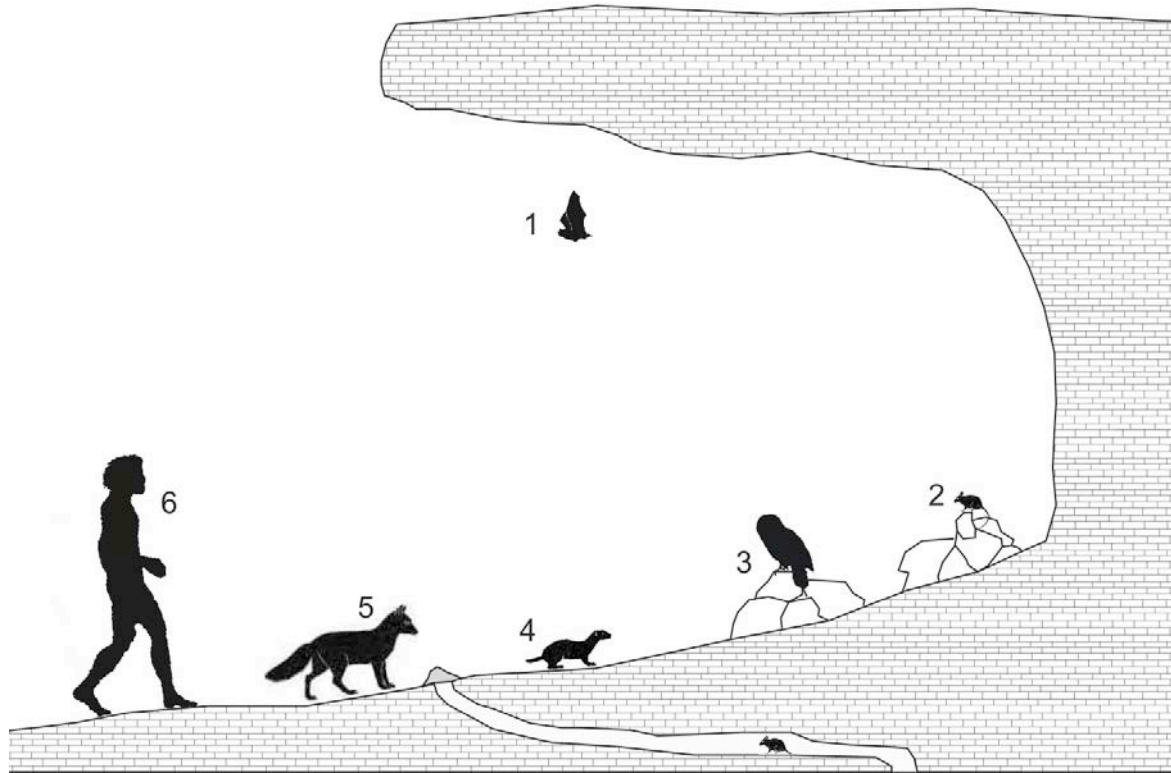


Fig. 6.12 - Exemples des agents susceptibles d'être à l'origine de tout ou partie des accumulations de micromammifères. Application à partir des vestiges découverts dans le gisement du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). 1. Chiroptère ; 2. Rongeur ; 3. Rapace ; 4. Mustélidé ; 5. *Vulpes vulpes* ; 6. *Homo sapiens*.

Comme déjà évoqué, il est rare de trouver dans les pelotes de réjection de rapaces des ossements de chiroptères, sauf si l'oiseau s'est rabattu épisodiquement sur une colonie par exemple. D'après Kowalski (1995), les quelques cas connus de chiroptères ayant participé au régime alimentaire d'un prédateur carnivore concernent de jeunes individus tombés au sol dans les colonies de mise-bas. Il arrive parfois que *Vulpes vulpes* puisse tuer une chauve-souris dans le gîte d'hibernation (Kowalski, 1995), comme *Martes foina* (Lesmski et Romanowski, 1988 cité par Kowalski (1995)). Ces exemples demeurent toutefois sporadiques.

Pour les quelques vestiges de chiroptères trouvés dans le site du Moulin du Roc, rien ne semble indiquer que leur présence soit due à un prédateur. La configuration de l'abri sommital a très probablement offert un endroit privilégié pour les chauves-souris, comme l'atteste la découverte de la majorité de restes de cet ordre en cet endroit. Comme pour d'autres micromammifères, nous pouvons émettre l'hypothèse d'une mort naturelle sur le site, sachant que ce cas est peu favorable à la fossilisation (Denys *et al.*, 1997).

Chaque jour, les rapaces rejettent en moyenne deux à trois pelotes, contenant chacune un nombre variable de proies (entre 1 et 4 individus, voire plus), pas toujours au même endroit. Généralement, les pelotes de réjection s'accumulent au pied du nid qui se trouve à divers endroits comme les entrées de cavité ou des niches dans les falaises (Chaline *et al.*, 1974). Dans une grande majorité de gisements, les rapaces sont à l'origine d'accumulations, parfois considérables, d'ossements de micromammifères. Dans la couche jaune, nous avons clairement pu identifier un rapace de taille moyenne à grande comme étant responsable d'une partie de la présence d'ossements de rongeurs, insectivores et chiroptères. Dans les autres niveaux, malgré un taux de fragmentation notable, il est fort probable que le site abritait un ou plusieurs nids de rapaces diurnes et/ou nocturnes. Il est aussi possible qu'il ait servi d'abri comme lieu de repos ou de passage.

La représentation et la bonne conservation de certains os notamment, ainsi que la taille des proies, évoquent également une cache de mustélidés. Malheureusement, en l'absence de traces de morsures nettes, nous ne sommes pas en mesure de l'affirmer, mais la possibilité est à envisager.

Les micromammifères peuvent entrer dans le régime alimentaire des carnivores dont *Felis sylvestris*, *Genetta genetta* et *Vulpes vulpes* par exemple. De ce fait, il est possible de trouver des traces de leur repas dans leurs déjections : graines, ossements et poils notamment. Sauf dans de rares cas de coprolithes fossiles, ce ne sont que peu d'éléments qui nous parviennent. L'approche taphonomique des ossements contenus dans les déjections de chacun de ces prédateurs indique une nette différence avec ceux issus de pelotes de réjection. Dans notre étude, nous n'avons pu mettre en avant ce type de prédateurs, mais rien ne permet d'écarter cette hypothèse, surtout s'il ne s'agit que de quelques déjections.

Pour terminer, l'Homme ne peut pas être considéré comme un agent accumulateur direct. Cependant, il a vraisemblablement joué un rôle du point de vue taphonomique. En effet, lors de sa présence sur le site, il a vraisemblablement piétiné les sols et ainsi abîmé et dispersé les ossements de micromammifères. A plus large échelle, par son action sur le milieu naturel, il a modifié l'environnement et ainsi favorisé ou défavorisé certaines espèces.

De plus, en modifiant son mode de vie, en se sédentarisant, l'Homme a créé des conditions profitables à certains rongeurs. Le meilleur exemple est certainement *Mus musculus domesticus*, qui suivra l'Homme lors de la néolithisation de l'Europe méditerranéenne. La présence de ces espèces commensales sur les sites peut lui être directement lié.



COMPARAISONS

L'analyse des restes osseux de rongeurs, chiroptères et insectivores découverts dans le remplissage du site du Moulin du Roc nous a permis de proposer une reconstitution de l'environnement pour les différents niveaux. Il est, dès lors, intéressant de voir si ces données sont concordantes avec les observations faites, par le biais de l'étude des micromammifères, sur d'autres sites de même époque.

Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi de comparer nos résultats à ceux des gisements du Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) et du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France). Ces derniers, certes quelque peu éloignés (fig. 7.1) du Moulin du Roc, se situent à des endroits géographiquement et climatiquement peu différents. Mais l'intérêt majeur de ces deux sites préhistoriques porte sur leur séquence stratigraphique. En effet, dans les deux cas, ce sont des occupations du Magdalénien final, de l'Azilien et à la transition entre ces deux cultures que les archéologues ont mis au jour. De plus, le tri et le tamisage quasi systématiques ont permis de collecter un important matériel, dont des vestiges de microvertébrés.



Fig. 7.1 - Carte de situation des gisements du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne), Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne) et Bois-Ragot (Gouex, Vienne).

À partir du cortège de rongeurs (les insectivores et chiroptères n'ont pas été déterminés), nous appliquerons la méthode de l'écologie quantifiée, afin de faciliter la comparaison des sites. Puis, par une approche statistique, nous essayerons de mettre en relation les différents niveaux de ces trois sites, dont la séquence est à la charnière entre la dernière glaciation et le post-glaciaire.

7.1. Abri-sous-roche de Pont d'Ambon

Introduction :

L'abri-sous-roche de Pont d'Ambon se situe sur la commune de Bourdeilles, dans la partie nord-ouest du département de la Dordogne, à environ 85 mètres d'altitude. Le site s'ouvre en fond de vallée, à une quarantaine de mètres de la Dronne, dans une petite falaise calcaire (Célérier et Kervazo, 1994a).

Découvert lors de travaux de prospection réalisés entre 1968 et 1969, c'est en 1970 que les premières fouilles furent menées, et ce, jusqu'en 1987 (Célérier, 1993). Les différentes investigations ont permis de mettre au jour une succession d'occupations datées du Magdalénien final et de l'Azilien (tab. 7.1).

Ensemble	Couche	Culture	Datations			Chronozone
			bp	bc à 2σ	réf.	
Terminal	-	Post-azilien				
Supérieur	2	Azilien "Laborien"	9'640 ± 120	9'000 ± 300	Gif-3740	Préboréal
	3	Azilien récent	10'350 ± 190	10'200 ± 600	Gif-3368	Dryas récent
Moyen	3A	Azilien récent	9'990 ± 250	9'650 ± 850	Gif-3561	Dryas récent
			9'830 ± 180	9'950 ± 50	Gif-2570	
	3B	Azilien initial	8'750 ± 100	7'800 ± 200	Gif-7222	-
			11'600 ± 120	11'550 ± 250	Gif-7223	Allerød
Inférieur	4	Magdalénien final + transition Azilien	12'840 ± 220	13'100 ± 800	Gif-3369	Bølling
	5					
	6					Dryas ancien

Tab. 7.1 - Résumé de la séquence chronostratigraphique de l'abri-sous-roche de Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) d'après Célérier (1993); Célérier (1994); Célérier et Kervazo (1994b); Célérier (1998). Toutes les dates ont été calibrées à l'aide du logiciel CALIB5.0.2 de M. Stuiver et P.J. Reimer. La datation Gif-7222 est considérée comme un échantillon défectueux (Célérier et Kervazo, 1994b).

Paléo-environnement :

Les données paléo-environnementales et paléo-climatiques relatives à ce gisement reposent sur plusieurs disciplines, dont nous avons synthétisé les résultats dans le tableau 7.2. Pour ce qui est de la petite faune, les travaux de recherche menés par J.-C. Marquet se sont axés uniquement sur les rongeurs (Marquet, 1993). La compilation des différents résultats permet d'apprécier les changements qui se sont opérés durant ces derniers instants du Tardiglaciaire.

D'après Célérier (1998), ce gisement aurait dû constituer une référence chrono-culturelle et climatique régionale. Cependant les différents résultats obtenus par l'approche pluridisciplinaire sont quelque peu divergents. Toutefois, en terme de transition entre le Magdalénien final et l'Azilien, Célérier (1998) constate un appauvrissement de la culture matérielle à mettre, peut-être, en relation avec la disparition de *Rangifer tarandus*. Selon ce même auteur, il semble que le changement culturel se soit opéré pendant un épisode climatique froid venant après une amélioration du climat remarquée par les données sédimentologiques provenant de l'ensemble inférieur.

Couche	Culture	Chronozone	Sédimentologie	Palynologie	Macrofaune	Microfaune	Malacofaune
-	Post-azilien						
2	Azilien "Laborien"	Préboréal	Tempéré humide	Retour arbres, climat doux et humide	Milieu ouvert, climat tempéré, moins humide	Milieu ouvert + boisement, climat moins froid, sec	Forêt proche, climat tempéré
3	Azilien récent	Dryas récent		Pelouse, climat froid	Détérioration		Développement espèces forestières, adoucissement du climat
3A	Azilien récent	Dryas récent	Lacune ?, froid et sec	Forêt, climat tempéré	Forêt, climat tempéré, humide	Milieu ouvert + bois, léger refroidissement, sec	Terrain découvert, climat froid
3B	Azilien initial	- Allerød Bølling	Tempéré humide	Peu boisé, pelouse sèche, climat froid et sec		Milieu ouvert + boisement, climat moins froid, humide ?	
4	Magdalénien final + transition Azilien	Bølling	Froid et sec			Milieu ouvert + boisement, climat froid, humide et sec	
5 6		Dryas ancien			Froid		

Tab. 7.2 - Récapitulatif des interprétations paléo-environnementales et paléo-climatiques des différentes analyses effectuées sur le matériel du gisement de Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) d'après Célérier (1994) et complété par Marquet (1993) pour les rongeurs. Cette synthèse est le fruit des travaux de H. Laville et F. Milor (sédimentologie), M.-M. Paquereau (palynologie), F. Delpech (macrofaune), J.-C. Marquet (microfaune) et N. Limodind (malacofaune).

L'étude des rongeurs (tab. 7.3) menée par J.-C. Marquet (Marquet, 1993) a porté sur tous les niveaux, à l'exception des couches 6, 5 et 4 inférieure. Les changements au sein du cortège de rongeurs indiquent des modifications du milieu, ainsi que du climat (tab. 8.2). Marquet (1993) suggère que la culture azilienne serait présente sur ce site lors du premier réchauffement post-würmien.

Espèces	4	3B	3A	3	2
<i>Microtus oeconomus</i>	x	x	x	x	x
<i>Eliomys quercinus</i>	x	x	x	x	x
<i>Clethrionomys glareolus</i>		x	x	x	x
<i>Apodemus sylvaticus</i>	x	x	x	x	x
<i>Microtus agrestis</i>	x	x	x	x	x
<i>Microtus subterraneus</i>				x	
<i>Castor fiber</i>			x	x	x
<i>Arvicola terrestris</i>	x	x	x	x	x
<i>Microtus arvalis</i>	x	x	x	x	x
<i>Spermophilus citellus</i>	x			x	x
<i>Microtus gregalis</i>	x		x	x	x

Tab. 7.3 - Cortège des rongeurs du gisement de Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) d'après Marquet (1993). Seuls les vestiges provenant des couches 6, 5 et 4 inférieure n'ont pas été étudiés.

En se basant sur les valeurs obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée (Jeannet, soumis), nous venons confirmer les observations de Marquet (1993) pour les niveaux 4 à 2 (Tab. 7.2). Dans la couche 3A, la présence de *Microtus oeconomus* associé à *Microtus gregalis* indique un léger retour du froid. Cette diminution des températures se remarque également par une augmentation du nombre de jours de pluie et de la durée de persistance de la couverture neigeuse. Le paysage, quant à lui, ne semble que peu se modifier par rapport aux niveaux antérieurs, si ce n'est la forêt qui semble gagner un peu de terrain.

7.2. Grotte du Bois-Ragot

Introduction :

La grotte du Bois-Ragot se localise dans le sud-est du département de la Vienne, sur la commune de Goux. Elle se situe sur la rive gauche de la Vienne à 74 mètres d'altitude. La cavité est creusée dans un banc calcaire dolomitique surplombant le ruisseau des Bordes, un affluent de la Vienne.

Cette grotte fut découverte en 1968 lors de travaux de prospection dans la région. Par la suite, vingt années de fouilles durant la période estivale se sont suivies entre 1969 et 1989 (Chollet, 2005). Ces investigations mirent en évidence 4 niveaux principaux, un premier du Magdalénien final et les trois autres de l'Azilien (tab. 7.4 et 7.5).

Les datations absolues obtenues pour ce site (tab. 7.4) ne permettent pas de distinguer le Magdalénien final de l'Azilien. Cela peut être dû à la présence d'un plateau sur la courbe de calibration (Dujardin et Oberlin, 2005). La datation de la couche 3 indique l'une des plus ancienne date. La plupart des dates a été faite sur des os de *Rangifer tarandus* ou *Cervus elaphus*, sauf les échantillons OXA-12080, OXA-12079 et Lyon-2754 provenant de harpons (Dujardin et Oberlin, 2005). Ces derniers sont considérés comme de bons marqueurs.

Niveau	Culture	Datations			Chronozone
		bp	bc à 2σ	réf.	
3	Azilien récent	12'720 ± 100	12'600 ± 450	OXA-10334 (LYON-1373)	?
4	Azilien ancien	11'640 ± 55	11'400 ± 150	Lyon-2754 (OxA)	Allerød
		12'475 ± 75	12'600 ± 450	OXA-10332 (LYON-1371)	
		12'585 ± 75	12'400 ± 400	OXA-10333 (LYON-1372)	
5	Magdalénien final	12'560 ± 50	12'500 ± 300	OXA-12079 (LYON-2102)	Bølling
		12'685 ± 70	12'700 ± 300	OXA-10331 (LYON-1370)	
		12'615 ± 65	12'500 ± 350	OXA-10263 (LYON-1369)	
6	Magdalénien final	12'645 ± 65	12'700 ± 300	OXA-10262 (LYON-1368)	
		12'630 ± 50	12'700 ± 250	OXA-12080 (LYON-2103)	

Tab. 7.4 - Résumé de la séquence chronostratigraphique de la grotte du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France) d'après Chollet et Dujardin (2005) ; Dujardin et Oberlin (2005). Toutes les dates ont été calibrées à l'aide du logiciel CALIB5.0.2 de M. Stuiver et P.J. Reimer.

Paléo-environnement :

Dans le cadre sa thèse, Griggo (1995) a appliqué à la grande faune la méthode de la reconstitution semi-quantifiée (voir chapitre 4.4.1). Les résultats ainsi acquis pourront facilement être comparables à ceux issus la méthode de l'écologie quantifiée pour les micromammifères. Seuls les rongeurs ont été étudiés (Marquet, 1993 et 2005) (tab. 7.6). La présence d'éventuels restes de chiroptères et insectivores ont simplement été mentionnés, mais sans aucune détermination (tab. 7.5).

Niveau	Culture	Microfaune			Macrofaune	Ecologie quantifiée
		Rodentia	Chiroptera	Insectivora		
3	Azilien récent	Nette réduction du froid, humide, ouvert + boisement	oui	oui	Génér. Espèces de milieu forestier, réchauffement Temp. 9.8°C Pluie 72 cm/an Gel 86 jours/an	- 4.4°C 54 jours/an 174 jours/an
4	Azilien ancien		oui	oui	Génér. Espèces de milieu forestier, réchauffement Temp. 9.3°C Pluie 72 cm/an Gel 94 jours/an	- 5.1°C 141 jours/an 165 jours/an
5	Magdalénien final	Réduction du froid, humide et sec	non	oui	Génér. Froid et humide Temp. 5.5°C Pluie 73 cm/an Gel 150 jours/an	- 4.7°C 52 cm/an 166 jours/an
6	Magdalénien final	Climat froid, toundra, humide et sec	non	non	Génér. Environnement type toundra, froid Temp. 5.5°C Pluie 67 cm/an Gel 151 jours /an	- 4.1°C 50.3 cm/an 171 jours/an

Tab. 7.5 - Récapitulatif des interprétations paléo-environnementales et paléo-climatiques obtenues par l'étude de la microfaune (Marquet, 1993 et 2005) et de la grande faune (Griggo, 1995) de la grotte du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France). À partir du cortège de rongeurs donné par Marquet (1993 ; 2005), nous proposons les valeurs obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée développée par Jeannet (soumis) à titre comparatif.

À la différence des ossements de micromammifères, ceux de la grande faune sont dépendants de l'activité cynégétique des Hommes préhistoriques. Comme le rappelle Griggo (1995), ces derniers n'ont pas prélevé un échantillon représentatif de toutes les espèces. Il est donc nécessaire de mettre en évidence un choix fait par les Hommes fréquentant la région. De plus, la fonction du site peut également avoir des influences lors de la reconstitution du paléo-environnement. Au sein même d'un gisement, il est donc important de distinguer d'éventuelles zones d'activités spécialisées (Griggo, 1995), doivent être identifiées afin de ne pas induire un biais lors de l'interprétation.

Les résultats obtenus par l'étude des rongeurs s'inscrivent dans une même tendance que ceux acquis par l'analyse de la grande faune, sans toutefois être aussi marqués. Cependant, concernant la couche 3, nous aurions tendance plutôt à y voir un léger retour du froid. Cette constatation trouve son pendant avec la présence dans ce niveau de *Microtus oeconomus* et *Microtus gregalis*, et l'absence d'*Eliomys quercinus* et *Spermophilus citellus*.

En termes de végétation, le milieu se ferme de plus en plus, tout en préservant des zones ouvertes propices au développement d'espèces comme *Microtus arvalis*. D'après Marquet (1993), le fond de la vallée constituait un milieu humide, favorable à *Microtus oeconomus* notamment, et boisé. Alors que le plateau, quant à lui, forme un biotope plus ouvert et plus froid, car étant soumis au vent. De ce fait, il a peut-être constitué un lieu idéal pour *Microtus gregalis* et *Discrostonyx torquatus*.

L'occupation azilienne de ce gisement semble se faire durant une période d'amélioration climatique, juste après un épisode froid. La forêt paraît également prendre le pas sur les zones ouvertes.

Les chiroptères sont absents des phases magdaléniennes de la séquence et sont observés pour la première fois dans la couche 4 datée de l'Azilien. Les insectivores sont quant eux seulement absents du niveau le plus profond du gisement.

7.3. Synthèse

Dans cette synthèse portant sur la comparaison de notre gisement d'étude à ceux de Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne) et Bois-Ragot (Gouex, Vienne), nous avons décidé d'entreprendre une approche statistique. Le premier objectif étant de voir si, par une analyse statistiques des paramètres employés dans la méthode de l'écologie quantifiée, il est possible de distinguer des groupes au sein d'un large corpus. De plus, par cette démarche, nous espérons pouvoir valider nos hypothèses de rapprochement de certains niveaux du Moulin du Roc.

Pour notre analyse statistique, nous avons, dans un premier temps, calculé à partir du cortège microfaunique et de la méthode de l'écologie quantifiée, les différentes valeurs climatiques et environnementales pour chaque niveau de chaque site. Afin d'élargir notre comparaison, nous avons également pris en compte deux gisements plus anciens ayant livré une microfaune suffisamment abondante :

- le Flageolet II (Bezenac, Dordogne) : Magdalénien supérieur/moyen (couche 9),
- le Roc de Marcamps (Marcamps, Gironde) : Magdalénien moyen ? (couches 2-0, 2, 3 et 4) ; Magdalénien ancien (couches 5 et 6).

La liste des espèces, en l'occurrence des rongeurs, pour ces deux sites est issue des travaux de Marquet (1993).

La première analyse statistique est une classification ascendante hiérarchique (fig. 7.2), qui consiste à répartir les éléments d'un ensemble en groupes et à les ordonner, afin d'obtenir un dendrogramme.

Espèces	6	5	4	3
<i>Discrostonyx torquatus</i>	x	x	x	
<i>Microtus oeconomus</i>	x	x	x	x
<i>Microtus gregalis</i>	x	x	x	x
<i>Spermophilus citellus</i>	x	x	x	
<i>Microtus arvalis</i>	x	x	x	x
<i>Microtus agrestis</i>	x	x	x	x
<i>Microtus subterraneus</i>			x	
<i>Castor fiber</i>			x	
<i>Arvicola terrestris</i>	x	x	x	x
<i>Sciurus vulgaris</i>				x
<i>Eliomys quercinus</i>	x	x	x	
<i>Clethrionomys glareolus</i>		x	x	x
<i>Apodemus sylvaticus</i>		x	x	x

Tab. 7.6 - Cortège des rongeurs de la grotte du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France) d'après Marquet (1993 et 2005).

Pour ce faire, nous avons utilisé le programme PAST (PALaeontological STatistics) développé par Hammer *et al.* (2001). Quant au *bootstrap* (100 répétitions), nous avons décidé de considérer les nœuds comme valables à partir de 75 %. Pour confirmer les observations du dendrogramme, nous utiliserons une seconde analyse, la MDS (*Multidimensional scaling*), qui recherche les similarités ou les discordances entre les données.

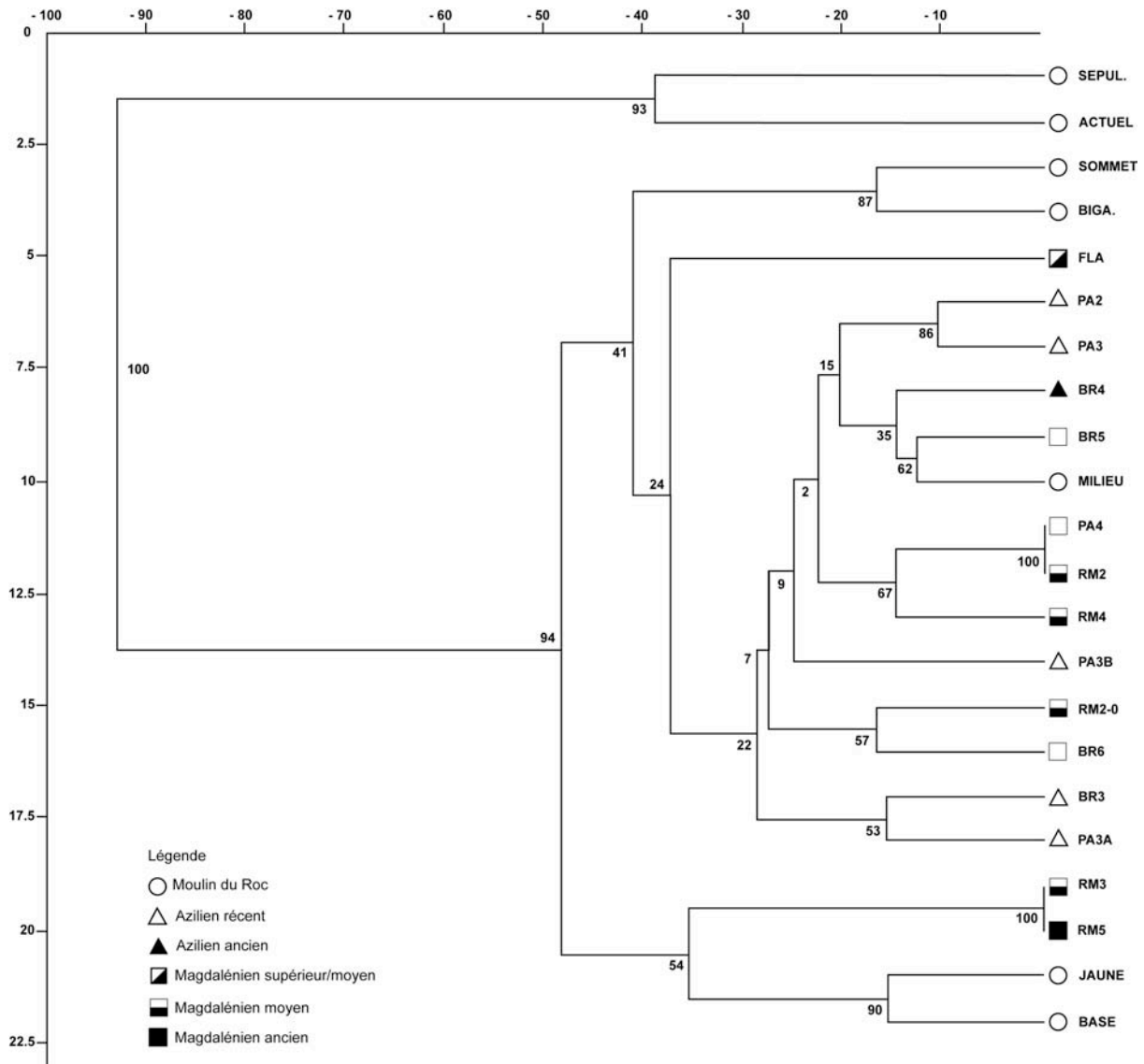


Fig. 7.2 - Analyse ascendante hiérarchique des différents paramètres climatiques et environnementaux des sites du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France), (PA) Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France), (FLA) Flageolet II (Bezenac, Dordogne, France), (RM) Roc de Marcamps (Marcamps, Gironde, France) et (BR) Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France). Les valeurs à la suite des lettres concernent les numéros des couches. JAUNE, BASE, MILIEU, BIGA., ACTUEL et SEPUL. renvoient aux couches du Moulin du Roc. L'analyse a été complétée par un *bootstrap* (100 répétitions).

Grâce à cette démarche (fig. 7.2), nous sommes en mesure de confirmer nos propositions de rapprochement de certains niveaux à l'intérieur du site du Moulin du Roc. De plus, les valeurs de *bootstrap* viennent consolider notre hypothèse émanant de l'étude des micromammifères, selon laquelle les couches jaune et brune base, brune sommet et bigarrée, ainsi que sépulcrale et actuelle peuvent être regroupées. Il est intéressant de mentionner que les conditions environnementales et climatiques autour du gisement étaient plus proches entre le Néolithique et l'actuel qu'entre ces deux derniers et n'importe quel

autre niveau. Par ailleurs, il semble difficile de distinguer le Magdalénien final de l'Azilien de manière satisfaisante. En effet, ces niveaux sont mêlés dans l'arbre et les valeurs de bootstrap sont relativement faibles de PA2 à PA3A, ce qui indique que cette portion de l'arbre n'est pas robuste.

Les couches brune sommet et bigarrée sont plus proches entre elles que ne le sont le niveau sépulcral et le climat actuel. Elles ne sont en tout cas pas associables aux phases antérieures au Magdalénien final (RM3 à Base). Bien que l'arbre ne soit pas robuste à ce niveau, il semble qu'elles se démarquent également de tous les niveaux magdaléniens et aziliens (FLA à PA3A). Pourtant, l'analyse en MDS (*Multidimensional scaling*) (fig. 7.3) montre que ces deux couches sont plus proches des niveaux aziliens que des magdaléniens.

La couche brune milieu se distingue nettement des phases antérieures au Magdalénien final (RM3 à Base) et également du groupe Néolithique-actuel. Par contre, elle pourrait diverger du groupe sommet-bigarrée bien que la robustesse des noeuds ne soit pas suffisante. Dans les deux représentations graphiques (fig. 7.2 et 7.3), elle se rapproche du niveau 5 de la grotte du Bois-Ragot correspondant au Magdalénien final.

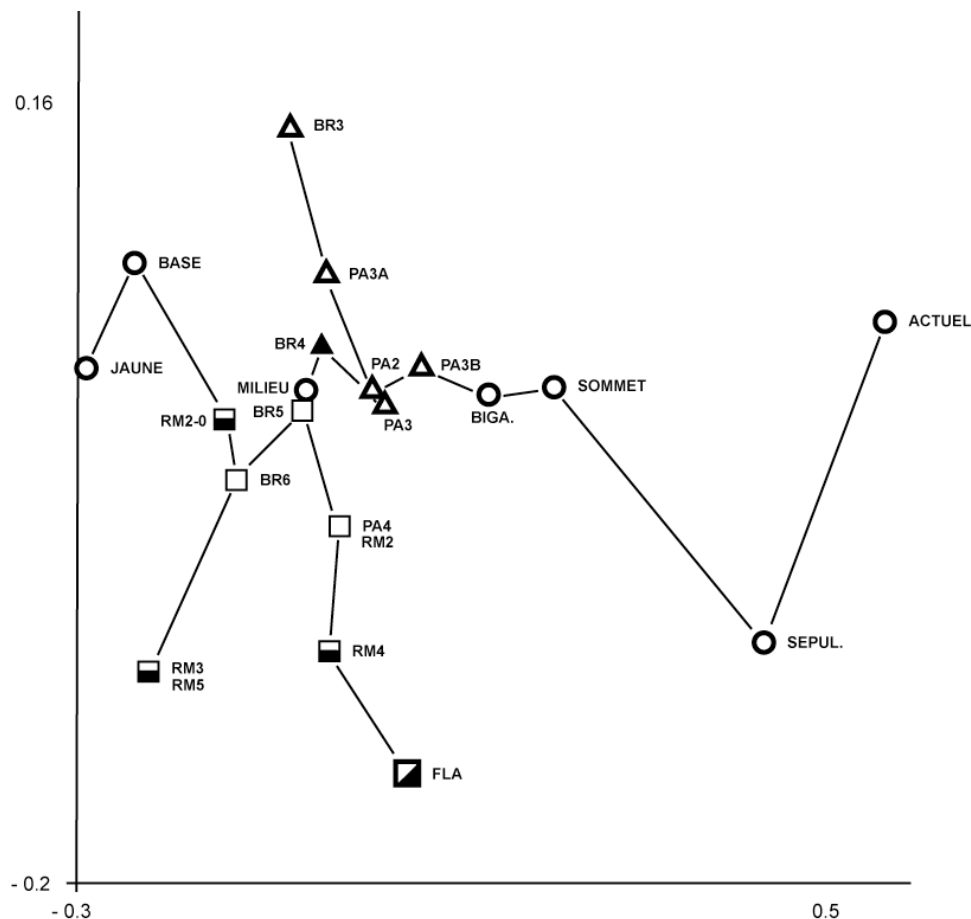
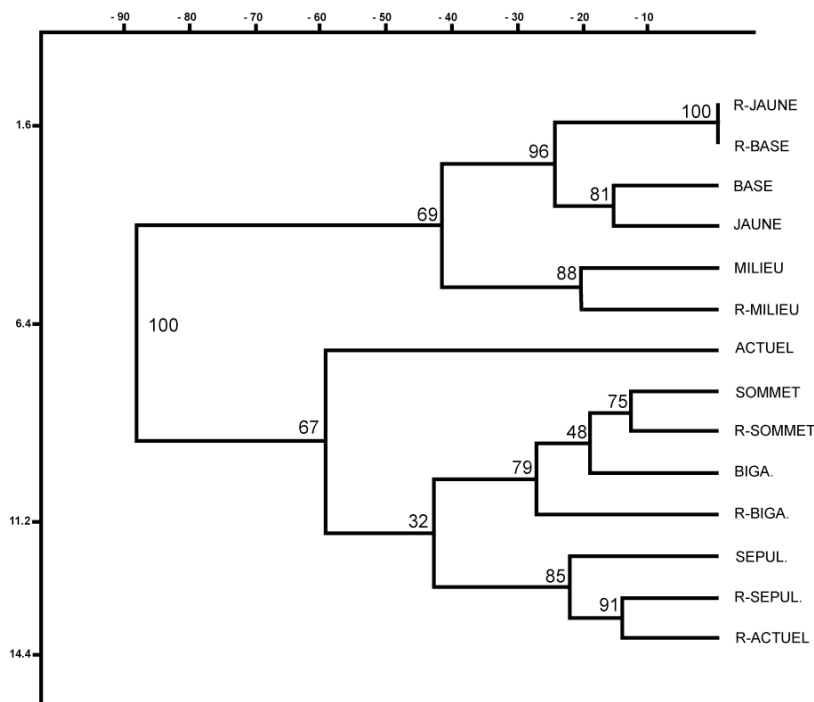


Fig. 7.3. - *Multidimensional scaling* (MDS) complété par un *minimal spanning tree* des différents paramètres climatiques et environnementaux des sites du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France), (PA) Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France), (FLA) Flageolet II (Bezenac, Dordogne, France), (RM) Roc de Marcamps (Marcamps, Gironde, France) et (BR) Bois-Ragot (Goux, Vienne, France). Les valeurs à la suite des lettres concernent les numéros des couches. JAUNE, BASE, MILIEU, BIGA., ACTUEL et SEPUL. renvoient aux couches du Moulin du Roc. Voir aussi légende de la figure 7.2.

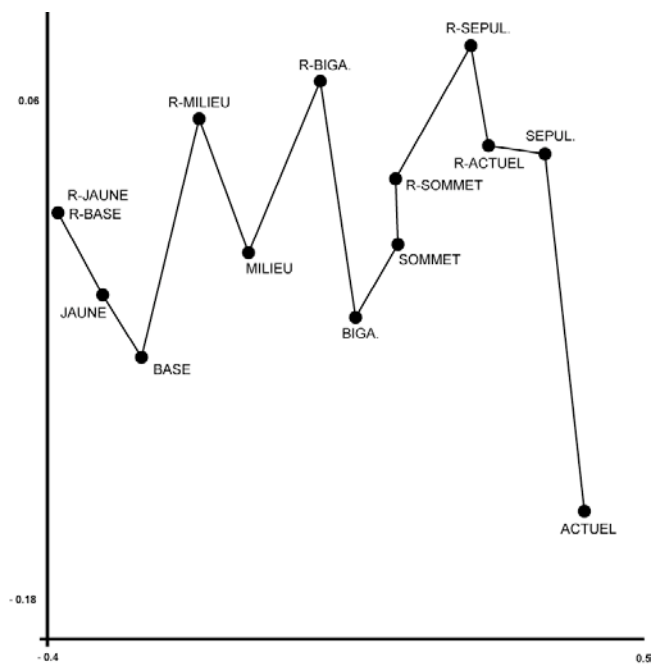
Sur la figure 7.3, nous serions tenté de voir trois ensembles, un premier couvrant les différents niveaux attribués au Magdalénien (symboles carrés), un second concernant les Aziliens (symboles triangulaires), puis un dernier comprenant les couches actuelle et

sépulcrale du Moulin du Roc. Ceci n'est qu'une tendance générale, qui au vu des valeurs des *bootstrap* obtenues pour les nœuds dans le paquet central de l'arbre (FLA à PA3A) ne permettent pas d'individualiser de manière certaine le Magdalénien final de l'Azilien.

On reprochera certainement à l'analyse qui vient d'être menée d'avoir comparé les données issues de l'étude des rongeurs, insectivores et chiroptères du Moulin du Roc, à celles de quatre autres sites portant exclusivement sur les rongeurs. Pour nous en défendre, nous avons entrepris une nouvelle analyse consistant, cette fois-ci, à confronter les résultats obtenus par la méthode de l'écologie quantifiée comprenant tous les micromammifères, à ceux établis à partir des rongeurs uniquement (Fig. 7.4).



(a) Fig. 7.4 - (a) Analyse ascendante hiérarchique complétée par un *bootstrap* et (b) *Multidimensional scaling* (MDS) complété par un *minimal spanning tree* pour les différents paramètres climatiques et environnementaux obtenus par l'analyse de tous les micromammifères (rongeurs, insectivores et chiroptères) et uniquement des rongeurs pour le site du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France). JAUNE, BASE, MILIEU, BIGA., ACTUEL et SEPUL. renvoient aux couches archéologiques du site. La présence d'un R avant le nom des couches signifie que l'étude a porté uniquement sur les rongeurs.



(b)

Les deux analyses statistiques (Fig. 7.4 a et b) montrent un rapprochement des mêmes niveaux, que ce soit par l'étude des rongeurs ou des micromammifères. Cependant, une

nette différence est remarquée pour la reconstitution du climat actuel construit à partir de la méthode de l'écologie quantifiée. En effet, les rongeurs pris seuls indiquent des conditions environnementales et climatiques divergentes par rapport à l'étude comprenant l'ensemble des micromammifères. Dès lors, nous nous sommes posé la question de savoir laquelle de ces deux démarches caractérise au mieux le milieu et l'environnement tels qu'ils sont de nos jours dans les alentours du site. Nous avons donc comparé ces données à celles fournies par les stations météorologiques des Eyzies-de-Tayac (Dordogne) (Kessler et Chambraud, 1986) et de Bergerac (Météo France, 2008). Dans cette nouvelle analyse, nous n'avons pas pris en compte le nombre de jours de gel, ainsi que la durée de la couverture neigeuse, car ils ne figurent pas dans nos sources. De plus, la morphologie particulière du paysage périgourdin fait que ces valeurs ne peuvent pas être prises ailleurs.

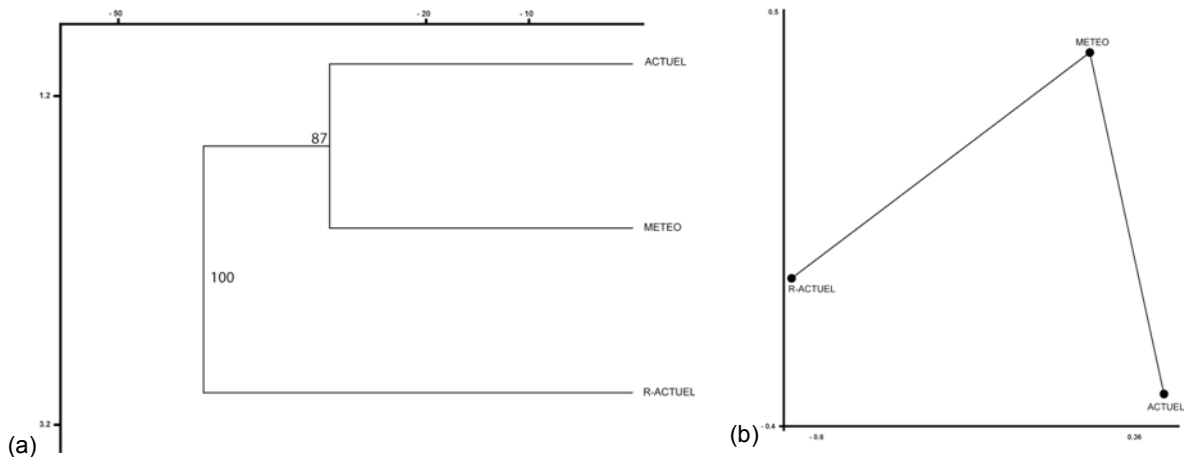


Fig. 7.5 - (a) Analyse ascendante hiérarchique complétée par un *bootstrap* et (b) *Multidimensional scaling* (MDS) complété par un *minimal spanning tree* pour les différents paramètres climatiques et environnementaux actuels obtenus par la méthode de l'écologie quantifiée pour les micromammifères (ACTUEL) ou pour les rongeurs uniquement (R-ACTUEL). Ces données sont comparées à celles fournies par les stations météorologiques des Eyzies-de-Tayac (Dordogne, France) et de Bergerac (Dordogne, France).

Le dendrogramme (Fig. 8.7 a) indique que les données météorologiques enregistrées de nos jours sont plus proches de celles établies par la méthode de l'écologie quantifiée pour les micromammifères. Cette constatation nous permet d'une part de conforter encore une fois notre choix méthodologique quant à la reconstitution de l'environnement, et d'autre part de montrer l'importance dans une telle analyse des insectivores et chiroptères. L'inclusion de ces derniers rend donc plus précises les reconstructions climatiques et environnementales.

Pour tester davantage la pertinence de notre démarche, nous avons comparé, par une analyse statistique, les données des différents sites de comparaison, à celles concernant exclusivement les rongeurs découverts dans la séquence du Moulin du Roc. L'arbre obtenu n'est pas robuste, car dès les premiers nœuds, il présente des valeurs de *bootstrap* basses. En résumé, le premier dendrogramme établi (fig. 7.2) à partir de l'ensemble des taxons rencontrés dans le gisement donne de meilleurs résultats.

Enfin, les informations brutes obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée indiquent qu'entre les trois sites, le Magdalénien final présente les mêmes caractéristiques, c'est-à-dire un climat froid, un milieu essentiellement ouvert, ainsi que des espaces secs et humides. Dès l'Azilien, voire à la toute fin du Magdalénien final, les données climatiques et environnementales suggèrent des modifications dont une réduction du froid et un développement de la forêt.

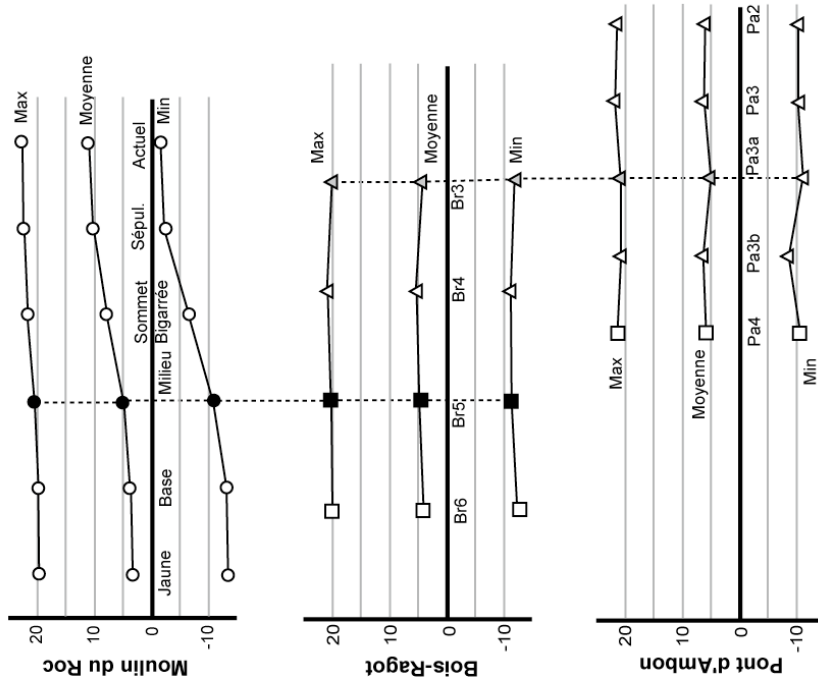
La représentation graphique de ces données montre pour le gisement du Moulin du Roc une augmentation continue des températures (fig. 7.6), alors que sur les sites de Pont d'Ambon et de Bois Ragot, elles sont plutôt oscillantes. Ce phénomène s'observe de

manière claire dès les niveaux aziliens, ce qui corrobore les constatations faites sur d'autres gisements, dont celui de Saint-Thibaud-de-Couz en Savoie. En effet, Bintz (1994) fait mention de l'alternance de phases froides et de réchauffements dans les différentes couches aziliennes.

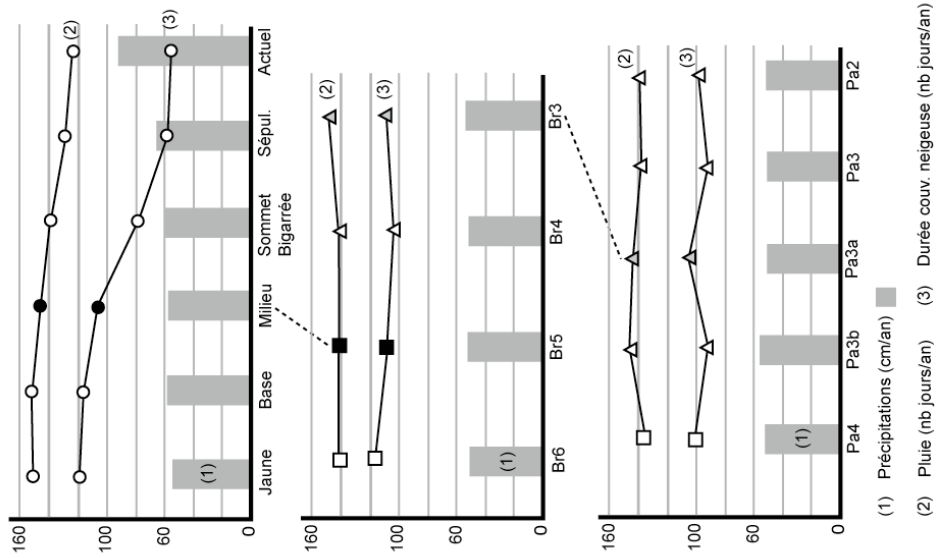
Pour le gisement du Moulin du Roc et les deux niveaux magdaléniens du site du Bois-Ragot, les autres paramètres climatiques employés dans la méthode de l'écologie quantifiée réagissent de la même manière (fig. 7.6). En effet, les valeurs obtenues suggèrent également une phase d'amélioration. Par contre, dès les couches aziliennes des sites du Bois-Ragot et de Pont d'Ambon, nous observons à nouveau une fluctuation des conditions climatiques. Ce même constat se retrouve dans l'analyse quantifiée liée à la végétation et à l'hygrométrie du milieu (fig. 7.7). Dans les figures 7.6 et 7.7, nous avons figuré les possibles rapprochements des niveaux entre les gisements évoqués par l'analyse statistique. Volontairement, nous les avons illustrés par des pointillés, car ceux-ci ne peuvent être considérés que comme une tendance.

Sur les sites du Moulin du Roc et du Bois Ragot, les premiers vestiges de chauve-souris sont observés dans des niveaux où il est remarqué une réduction du froid, induisant également une augmentation du couvert arbustif. Dans les deux cas, les niveaux précèdent une période froide. Quant aux insectivores, nous en faisons mention dans des couches probablement plus anciennes. L'absence de déterminations ne permet pas de savoir si les *Talpidae* étaient présents dans les niveaux les plus froids, comme nous l'observons sur le site du Moulin du Roc. Au sein de la famille des *Soricidae*, l'apparition des différents taxons semble se faire progressivement en relation avec les modifications paysagères et climatiques. Le manque de données de comparaison complique particulièrement les éventuelles interprétations de (re)peuplement par ces animaux de la région.

Températures



Précipitations



Ambiances

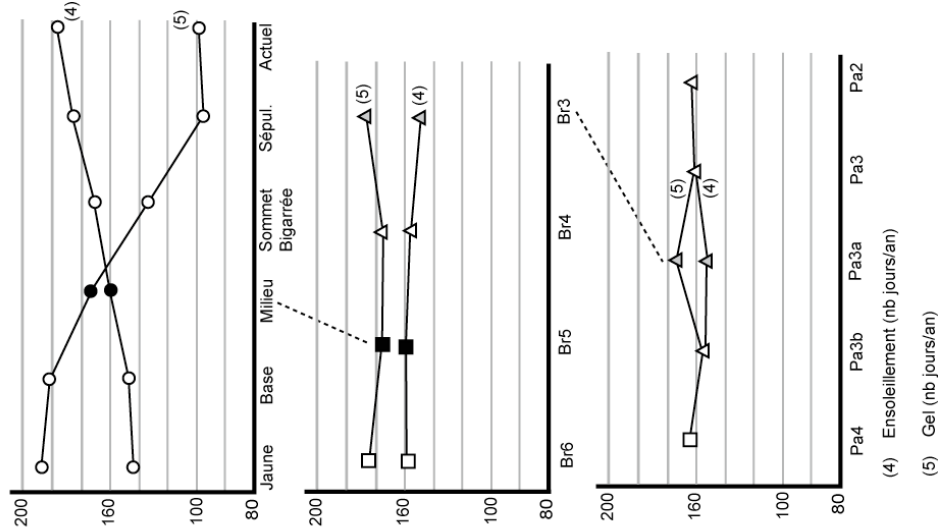


Fig. 7.6 - Evolution des températures, de la quantité des précipitations, des fréquences des pluies, du gel et de l'ensoleillement, ainsi que de la durée de la couverture neigeuse pour les différentes couches des gisements du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France), de Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) et du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France). Graphiques établis à partir du référentiel de Jeannet (soumis). Ronds = Moulin du Roc ; Carrés = Magdalenien ; Triangles = Azilien.

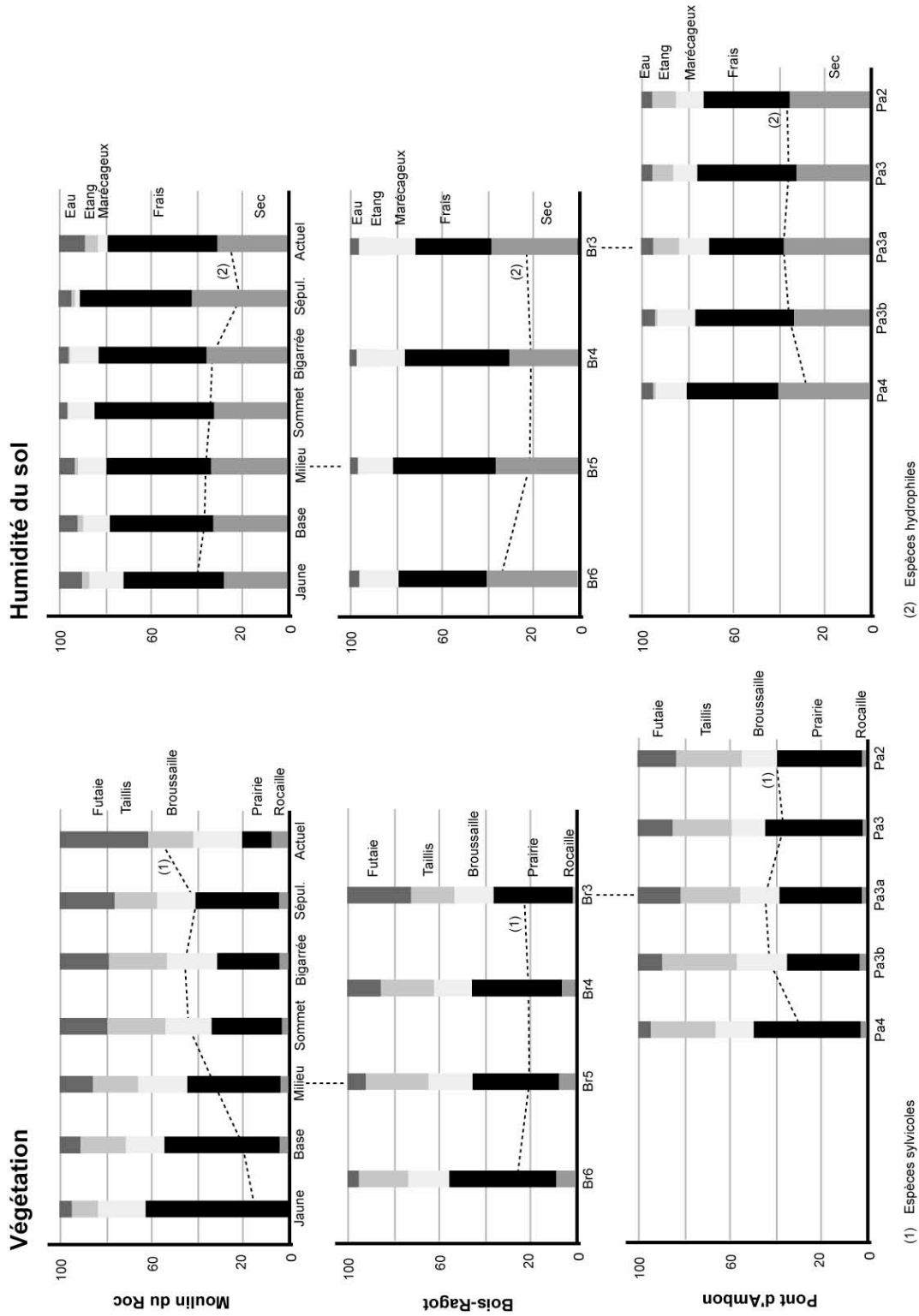


Fig. 7.7 - Évolution du couvert végétal et de l'hygrométrie du sol des différentes couches des gisements du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France), de Pont d'Ambon (Bourdellies, Dordogne, France) et du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France). Les diagrammes sont complétés par la représentation du taux de fréquentation des espèces dans un milieu sylvicole et hygrophile. Graphiques établis à partir du référentiel de Jeannet (soumis).



DISCUSSION

8.1. Paléo-environnement

Les données climatiques et environnementales obtenues à partir de la méthode de l'écologie quantifiée indiquent, pour le Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France), que les différents dépôts tardiglaciaires se sont opérés durant une phase d'amélioration. Les renseignements à notre disposition ne nous permettent pas de savoir si ces périodes ont été entrecoupées d'épisodes de détérioration climatique. L'observation d'oscillations (ou signal climatique) majeures aurait permis de proposer une corrélation à des courbes de référence, comme celle de la reconstitution des températures établie à Vostok (Petit *et al.*, 1999), de la variation de l'isotope ^{18}O (Stuiver et Grootes, 2000), ou d'autres.

Au vu des conditions encore rigoureuses lors de la mise en place des couches jaune et brune base, nous serions tenté de les rapprocher du Dryas ancien. Quant à la couche brune milieu, elle pourrait s'être déposée lors d'une période de réchauffement située probablement entre la fin du Dryas ancien et le Bølling. Pour ce qui est des deux niveaux récents du Tardiglaciaire (brune sommet et bigarrée), ils peuvent certainement être rapprochés du Bølling/Allerød. Ces différentes hypothèses sont concordantes avec les datations ^{14}C , sauf celle concernant la couche jaune, qui n'apporte que peu de renseignements en raison de l'écart-type important.

Par notre approche statistique, nous avons considéré que la couche brune milieu est climatiquement et environnementalement proche du niveau 5 du Bois Ragot (Goux, Vienne). Pour ce dernier, Marquet (2005) suggère une attribution au Dryas ancien. D'après ce même auteur, les niveaux aziliens pourraient être mis en relation avec le tout début de l'Allerød. Cette constatation se vérifie également sur le gisement du Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne) (Marquet, 1993).

Dans les couches bigarrée et brune sommet, les études du matériel lithique semblent indiquer que dans un même technocomplexe, il y a la présence de formes typologiques caractéristiques à la fois du Magdalénien final et de l'Epipaléolithique. Par ailleurs, le débitage soit au percuteur organique soit à la pierre tendre, caractéristique de chacune de ces périodes, vient conforter cette hypothèse d'un éventuel faciès de transition (Courtaud et Morala, 2003). Comme nous l'avons démontré par les analyses statistiques, les différences, en termes de climat et d'environnement, ne sont pas significatives pour séparer les ensembles aziliens de ceux datés du Magdalénien final. Sur cette seule base, nous ne sommes pas en mesure de confirmer la possibilité d'un niveau de transition, ni même d'y déceler d'éventuelles contaminations d'une couche azilienne non préservée. Il pourrait aussi simplement s'agir d'un Magdalénien final « évolué ».

Pour ce qui est du niveau sépulcral, les résultats montrent qu'il se différencie des couches antérieures et même de l'actuel. Donc, au Néolithique final et peut-être postérieurement, nos données suggèrent des conditions climatiques plus sèches et tempérées. Quant à la végétation, la prairie semble s'étendre au détriment de zones sylvo-côtières. L'absence d'autres couches dans ce gisement pour l'Holocène ne nous permet pas de mieux cadrer

chronologiquement le niveau, ni de mettre en évidence une action anthropique de l'Homme sur la nature. Les trois datations ^{14}C effectuées sur des ossements humains situent cette couche dans la première moitié de la chronozone du Subboréal. Cependant, la bioturbation d'une partie du niveau tend à complexifier toute approche temporelle plus précise de nos informations paléo-environnementales.

Le Sauveterrien, très mal préservé, n'apporte aucun renseignement. Il laisse ainsi une lacune importante dans l'histoire environnementale du gisement entre le Magdalénien final et le Néolithique final.

Dans la plupart des sites préhistoriques, les chauves-souris ne sont que rarement étudiées, pourtant elles peuvent être une source importante d'informations à propos, par exemple, des conditions climatiques (Jullien, 1976 ; Sevilla Garcia, 1989) et du recul de la limite supérieure de la forêt (Morel, 1989 ; 1990). Au Moulin du Roc et au Bois-Ragot, les chauves-souris n'apparaissent dans la séquence qu'à partir des niveaux magdalénien final ou azilien ancien. Leur absence dans les couches antérieures peut suggérer des conditions climatiques froides et peu propices à des espèces comme *Myotis blythii*. D'après Sevilla (1989), la non-présence ou la sous-représentation de *Rhinolophus euryale/mehelyi*, *Myotis myotis/blythii* et *Miniopterus schreibersii* dans certains niveaux ou sites indique un climat plutôt froid.

8.2. Taphonomie

Les observations taphonomiques effectuées sur les ossements de micromammifères provenant du Moulin du Roc désignent les rapaces comme principaux responsables de ces concentrations. Le rôle des petits carnivores, notamment *Mustela erminea* et *Mustela nivalis* est également évoqué. Ces résultats, ainsi que la diversité du spectre de micromammifères mis au jour dans notre gisement d'étude, viennent apporter une fiabilité biologique à notre assemblage. En effet, sa pertinence dépend d'éventuels biais introduits par le ou les agents accumulateurs (Kowalski, 1990 ; Vigne *et al.*, 1994a ; Fernandez-Jalvo, 1995 ; Denys *et al.*, 1997 ; Sanchez *et al.*, 1997).

Dès lors, l'objectif de cette approche taphonomique est d'identifier le type de prédateur. En fonction des exigences en termes de proies et de son mode de chasse, il conviendra d'exploiter certains résultats, notamment ceux concernant la reconstitution du paléo-environnement, avec prudence (Fernandez-Jalvo, 1995). L'essentiel de la méthode développée par Andrews (1990) consiste, dans un premier temps, à comparer les profils de représentation et de fragmentation des principaux ossements de micromammifères à ceux de références établis à partir de matériel récent issu de pelotes de réjection et déjections. L'une des faiblesses des référentiels actuels se situe au niveau de la détermination spécifique des éléments post-crâniens (Vigne *et al.*, 1994), qui sont tous regroupés dans un ensemble. De plus, comme le relevaient déjà Denys et Mahboubi (1992), les données utilisées dans l'élaboration des profils ne sont pas suffisantes pour représenter toute la variabilité. Dans les profils de référence proposés par Andrews (1990), il manque des espèces majeures comme *Felis sylvestris*, *Mustela putorius*, *Mustela nivalis*, *Mustela erminea*, *Mustela lutreola* qui sont aussi d'importants consommateurs de rongeurs et d'insectivores. Par ailleurs, pour *Mustela nivalis* par exemple, les restes de ses proies ne sont pas nécessairement retrouvés dans ses déjections, mais également dans des cachettes où elles ne sont que partiellement, voire pas du tout, mangées. Cette remarque laisse entrevoir pour ce mustélidé et d'autres, la création de deux profils.

Généralement dans les études taphonomiques, la fonction du site n'est pas prise en considération, pourtant il semble que celle-ci puisse également influencer les résultats. Par exemple, les jeunes *Bubo Bubo* sont rapidement capables d'avalier des proies moyennes, alors qu'ils sont longtemps incapables de dépecer les plus grosses. C'est donc leur mère qui

s'en charge pour eux (Géroudet et Cuisin, 2000). D'après ces mêmes auteurs, un couple de *Tyto alba* nourrissant leurs petits peuvent apporter au nid une importante quantité de proies lesquelles peuvent encombrer le nid et s'y putréfier. Il serait envisageable de trouver les restes osseux de jeunes rapaces pour éventuellement pallier ce problème de fonction de site. De plus, il semble que l'action du suc gastrique des jeunes oiseaux soit plus faible, laissant moins de traces (Sanchez *et al.*, 1997). Ces différentes remarques laissent entrevoir une variabilité importante des profils.

Lors des fouilles d'un gisement, différentes couches sont identifiées. Leur mise en place a pu être rapide comme lente, et nos méthodes de datation ne nous permettent pas d'apporter plus de précision chronologique, du moins pour les phases anciennes de la préhistoire. Dès lors, il est envisageable que plusieurs prédateurs aient fréquenté un même niveau dans le site. La détermination spécifique de l'avifaune, ainsi que des petits mammifères pourrait nous aider à mieux cerner les éventuelles espèces de prédateurs à l'origine de l'accumulation des ossements de microvertébrés. Une fois ces études terminées, il sera intéressant de les confronter à nos hypothèses.

Vigne *et al.* (1994a) ont constaté dans une analyse taphonomique, que le nombre de scapula et de crâne était déficitaire alors que les maxillaires, incisives et dents jugales étaient en excès. Cette différence est selon eux caractéristique d'un piétinement modéré. Dans notre étude, nous avons fait la même observation.

Par la suite, viennent s'ajouter les problèmes de conservation différentielle et les altérations post-prédations, comme l'enfouissement, les fouilles, le tamisage, les conditions de stockage, le tri... Tous sont autant de facteurs pouvant biaiser nos résultats, en augmentant, par exemple, le taux de fragmentation. D'après Andrews (1990) et Sanchez *et al.* (1997), le pourcentage de fragmentation est souvent élevé, pas seulement à cause de l'ingestion des proies, mais aussi par l'action des processus post-dépositionnels.

En résumé, nous pouvons dire que l'approche taphonomique au vu d'identifier le ou les prédateurs doit prendre en considération une multitude de paramètres, complexifiant ainsi l'établissement de modèles. L'apport de nouvelles références et le recours à des analyses statistiques pourraient amener davantage de précision. Malgré certains inconvénients d'ordre pratique, l'utilisation du MEB pour l'observation des surfaces des os fournit d'autres éléments de reconnaissance (Denys, 1985 ; Andrews, 1990 ; Sanchez *et al.*, 1997).

Quant aux chiroptères, ils ne figurent que rarement dans le régime alimentaire des rapaces ou des carnivores. L'absence de marques significatives de l'un de ces prédateurs sur les ossements laisse à penser que les chauves-souris ont fréquenté, à différents moments l'abrisous-roche du Moulin du Roc. Le site a pu servir soit comme lieu d'hibernation soit de passage. L'hypothèse de leur découverte dans les milieux karstiques est probablement le fruit de rares décès sur une occupation longue (Morel, 1989 ; Kowalski, 1995 ; Dodelin, 2002).

8.3. Milieu environnant vs Milieu de chasse

Selon certains auteurs, dont Denys (1985) et Kowalski (1990), l'établissement d'une liste de faune à partir des pelotes de rapaces nocturnes ne reflètera pas un inventaire exhaustif mais plutôt un type particulier d'habitat. En effet, *Tyto alba* occupe de préférence des milieux ouverts, au contraire d'espèce comme *Strix aluco*, plus sylvicole (Géroudet et Cuisin, 2000). Ceci pourrait suggérer que certains taxons de microvertébrés sont négligés, car vivants dans des biotopes différents. Il s'ajoute à cela le fait que les rapaces cherchent avant tout la facilité en capturant des proies médiocres et aisées à chasser. Dès lors, il semble apparaître une disparité entre le territoire de chasse du rapace et les paysages existants. Cependant,

dans une étude portant sur plusieurs associations subactuelles, Chaline (1977) a montré que les rapaces avaient chassé dans la plupart des biotopes constituant leur domaine vital.

Grâce aux suivis télémétriques de plusieurs individus, les ornithologues estiment que la surface du territoire de chasse de *Bubo bubo* est de 5 à 10 km², de 0.5 à 1 km² pour *Strix aluco*, de 0.5 km² pour *Athene noctua* (Aebischer, 2007) et de 5 à 15 km² pour *Tyto alba* (Géroudet et Cuisin, 2000). Quant aux carnivores, le domaine vital est de taille variable, il est par exemple pour *Mustela erminea* compris entre 2 et 0.1 km² (Macdonald et Barrett, 1995).

Au vu de la superficie exploitée par ces différents prédateurs, et même s'ils chassent préférentiellement dans certains types de milieux, il est probable qu'ils aient pu fréquenter toutes les sortes de biotopes aux alentours du site. Comme déjà évoqué, il est possible que dans une même couche, plusieurs espèces de prédateurs soient à l'origine de la présence de vestiges de microvertébrés. Ceci augmente donc les chances d'exploitation de l'ensemble des secteurs environnants. L'étude des micromammifères permet donc de proposer une reconstitution du milieu relativement proche du gisement, ainsi qu'un enrichissement quant à la connaissance de la biodiversité.

Nous pensons également que la pauvreté d'un cortège de micromammifères, surtout au niveau des rongeurs et insectivores, pourrait refléter la spécialisation alimentaire du prédateur. Or, il paraît y avoir une certaine ambiguïté avec cette notion de spécialisation alimentaire. En effet, comme nous l'avons déjà évoqué, le rapace recherche en chassant une certaine facilité. Pour certaines de ces espèces, il ne s'agirait donc plus vraiment d'une spécialisation, mais davantage d'un choix de proies faciles à attraper.

Dans la plupart des gisements, la diversité est suffisamment importante pour une approche paléo-environnementale. L'intérêt de la méthode de l'écologie quantifiée, utilisée dans ce travail, est de mobiliser avant tout sur le taxon, et non pas sur le NMI ou le NR. En effet, comme le souligne Jeannet (2000), ce n'est pas parce qu'une espèce forestière est cinq fois plus abondante qu'une espèce steppique, que le milieu forestier sera cinq fois plus étendu. Plus la liste d'espèces sera importante, plus notre reconstitution sera précise, d'où l'importance d'inclure les chiroptères, les insectivores voire aussi les batraciens et les reptiles.

8.4. Occupation du site par l'Homme ou l'animal ?

Les rapaces, et certainement d'autres prédateurs, ont occupé le site probablement lorsqu'il était moins fréquenté par l'homme, comme le suggère Marquet (1989) pour l'abri de Combe Grenal (Domme, Dordogne). Généralement, il est rare de retrouver des chiroptères dans les niveaux archéologiques riches (Jullien, 1972 et 1976). En effet, ces espèces farouches n'ont certainement pas fréquenté en même temps que l'homme les grottes ou abris. Comme pour les restes osseux de micromammifères, ils semblent être davantage présents dans des niveaux dits à microfaune (Jullien, 1972 et 1976), qui sont le fruit de l'accumulation de pelotes de réjection notamment. Ces niveaux correspondent à des périodes d'inoccupation par l'homme. Son absence a permis l'installation d'un ou de plusieurs rapaces, des chauves-souris... Cette alternance d'occupations ne nécessite pas forcément une longue période d'abandon, mais peut tout à fait se faire à l'échelle de la saison.

8.5. Le paléo-environnement vu par d'autres disciplines

À partir des associations d'ongulés (Delpech, 1983 et 2000) ou de l'ensemble de la grande faune (Griggo, 1995 et 1996), F. Delpech et C. Griggo ont également proposé des reconstitutions de l'environnement. Delpech (2000) observe vers 12'000-12'500 BP, soit

durant le Bølling, un changement radical du paysage, où l'on passe d'une faune froide et steppique vers des groupes d'ongulés de milieu humide et tempéré présentant un boisement. Ces modifications sont d'après ce même auteur à l'origine de la mise en place de la biocénose actuelle. Cette révolution, pour reprendre le terme employé par Delpech (2000), sera à l'origine de la disparition d'espèces, de bouleversement de milieux et de déplacement des aires de répartition.

Griggo (1995 et 1996), sur le même principe que la méthode de l'écologie quantifiée, propose une reconstitution paléo-environnementale sur la base de données chiffrées. Sur le site du Bois-Ragot, nous obtenons par l'étude des rongeurs des valeurs différentes, surtout pour les niveaux aziliens par rapport à celles proposées par cet auteur pour les grands mammifères. Ceci peut s'expliquer par des problèmes inhérents à chacune des méthodes. Concernant notre approche, nous nous sommes basé uniquement sur les rongeurs, car les insectivores et les chiroptères n'ont pas été déterminés dans l'étude menée par Marquet (1993 et 2005). L'une des contraintes majeures de l'analyse de la grande faune est en liaison avec les activités cynégétiques des hommes préhistoriques, donc dans le choix des espèces. D'autres biais, comme la fonction du site peuvent également avoir des influences lors de la description de l'environnement.

La très nette différence des résultats pourrait aussi s'expliquer par des réponses adaptatives aux changements climatiques différents entre la grande faune et certains micromammifères. La taille restreinte des domaines vitaux des rongeurs et des insectivores, ainsi que la configuration de la région aurait peut-être permis le maintien d'isolat. Les espèces aquatiques ou semi-aquatiques, comme *Microtus oeconomus*, semblent mieux supporter les variations thermiques probablement à cause de la proximité immédiate de l'eau qui agit comme une zone tampon (Jeannet, *comm. oral.* 2008). Cela peut expliquer la présence de cette espèce dans des phases plus tempérées.

Dans les grandes lignes, les résultats acquis par les études de la grande faune et des micromammifères s'inscrivent dans une même tendance. Les premières analyses des grands mammifères pour le site du Moulin du Roc suggèrent également une évolution du paysage tendant à se fermer et à se réchauffer. Les recherches à venir sur la grande faune devraient apporter également un lot d'informations important.

Les données palynologiques, notamment pour les gisements du Pont d'Ambon et de Duruthy (Sordes-l'Abbaye, Landes) (Paquereau, 1979), indiquent pour le Dryas ancien un milieu ouvert, froid et clairement déboisé. Après cet épisode rigoureux, il est observé une amélioration du climat et une augmentation du boisement. Localement, les conditions peuvent être d'avantage humides (Paquereau, 1979). Pour le site de Pont d'Ambon, il est remarqué une différence entre les résultats de l'étude des pollens et de ceux de l'analyse des rongeurs. Chaline (1994) à Saint-Thibaud-de-Couz fait également la constatation d'un décalage qu'il explique par le fait que l'établissement d'un biotope précède nécessairement l'installation des taxons qui lui sont inféodés.

L'absence d'analyses palynologiques au Moulin du Roc ne nous permet pas de confronter nos conclusions. Cependant les résultats évoqués pour d'autres sites montrent une tendance globale similaire pour la région. Les données quant à notre site d'étude semblent s'inscrire dans une même évolution.

8.6. Espèces et peuplement

Les nombreux travaux, notamment les synthèses de Chaline (1972) et Marquet (1993) pour les rongeurs, ont permis de montrer les déplacements au cours du Quaternaire des aires de répartition de la plupart des rongeurs. De nouvelles études, par exemple Jeannet (2005) et

Aguilar *et al.* (2008), ont montré que l'aire paléobiogéographique d'*Apodemus agrarius* s'étendait davantage vers l'ouest de l'Europe au cours du Pléistocène, que ce qu'il était envisagé auparavant. Loin d'être fixe, la liste des rongeurs du Pléistocène de France, sera probablement complétée, par des découvertes à venir, de nouvelles espèces fossiles et de taxons aujourd'hui retirés dans d'autres contrées.

Rares sont également les travaux sur les insectivores. Pourtant certaines espèces de *Soricidae* se révèlent être de bons marqueurs de l'hygrométrie du milieu, utile par exemple à la reconnaissance d'événements climatiques particuliers, comme l'ont démontré Vigne et Bailon (2002). La découverte dans les niveaux magdalénien final du Moulin du Roc de *Crocidura russula* suggère avec les données d'autres gisements (cf. chapitre 4) que le (re)peuplement de la France par cette musaraigne pourrait être bien antérieur aux dates avancées jusqu'à maintenant (Poitevin *et al.*, 1986). Une révision et une actualisation des données fossiles et subfossiles de ce taxon semblent donc nécessaires. Par ailleurs, d'après Jammot (1976), des espèces morphologiquement proches de *Sorex araneus* (*Sorex caecutiens*, *Sorex isodon*...) vivant actuellement à l'est et dans le nord de l'Europe, auraient pu, au cours du Pléistocène supérieur, arriver en France

Les chauves-souris sont des animaux ayant la capacité de parcourir d'importantes distances. Les cas les mieux connus sont probablement ceux des espèces migratrices comme *Pipistrellus nathusii* ou *Nyctalus noctula*, pouvant migrer saisonnièrement à plus de 1000 kilomètres de leur point de départ. Pour d'autres chauves-souris, les grands déplacements peuvent atteindre par exemple 390 kilomètres pour *Myotis myotis* et 320 kilomètres pour *Rhinolophus ferrumequinum* (Schober et Grimmberger, 1998). Cette capacité à parcourir d'importantes distances permet aux chiroptères, à la moindre transformation du milieu par exemple ou contrariété, de quitter une région. Ainsi, leur présence/absence dans un gisement peut refléter certaines modifications paysagères. L'éthologie de ces animaux apporte également des informations. Malheureusement, l'insuffisance des données pour les chiroptères du Pléistocène supérieur dans la région et même pour la France complique passablement toute approche en terme de peuplement.



CONCLUSION

L'étude des micromammifères (rongeurs, insectivores et chiroptères) du Moulin du Roc (Saint-Chamassy, Dordogne, France) nous permet de proposer une reconstitution du paléo-environnement aux alentours du site durant le Tardiglaciaire et au Néolithique final (voire un peu postérieurement). Nous nous sommes basé à la fois sur les données éco-éthologiques des micromammifères déterminés et sur la méthode de l'écologie quantifiée développée par M. Jeannet.

Grâce aux analyses menées par le biais des rongeurs, insectivores et chiroptères, il nous est possible de suivre la tendance évolutive des conditions climatiques et environnementales des différents niveaux composant la séquence du Moulin du Roc. Plus précisément, nous avons été en mesure de montrer qu'à la base de la séquence, dans la couche jaune culturellement attribuée au Magdalénien supérieur, le climat devait être encore rigoureux et que le milieu restait majoritairement ouvert.

Au-dessus se développe un important niveau, la couche brune, que nous avons proposé de subdiviser en trois parties à la suite de l'examen de la répartition stratigraphique des associations de micromammifères. En effet, le début du niveau montre des situations environnementales similaires à celles de la couche jaune, que nous serions tenté de rapprocher du Dryas ancien. Dès le milieu, nous observons une amélioration progressive du climat, induisant un développement de plus en plus important du couvert arbustif. Nous attribuons ce niveau au Dryas ancien/Bølling, et les couches brune sommet et bigarrée qui suivent au Bølling-Allerød. Les datations ^{14}C sont concordantes avec ces propositions. Dès le Néolithique final, les changements sont notables par rapport aux niveaux antérieurs, il y fait plus chaud et plus sec. En termes de végétation, il semble que le milieu prairial reprenne du terrain sur les zones de broussailles et de taillis. Le matériel relatif au Mésolithique étant mal conservé, donc statistiquement peu représentatif, nous n'avons rien voulu en déduire.

En complétant nos données par une approche statistique, nous avons montré que le niveau sépulcral est clairement différent de ceux du Magdalénien, mais présente également quelques dissimilitudes avec le milieu entourant actuellement le site du Moulin du Roc, avec notamment une futaie moins développée. Nous avons également démontré, en comparant les données d'autres gisements, que les conditions climatiques et environnementales ne présentaient pas de différences suffisamment significatives pour séparer le Magdalénien final de l'Azilien. Dès lors, nous ne sommes pas en mesure de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'un éventuel niveau de transition supposé entre ces deux périodes pour le Moulin du Roc.

Par cette étude, nous avons aussi mis en avant l'intérêt d'inclure dans les analyses les insectivores et les chiroptères. La prise en compte de ces deux ordres augmente la précision des résultats et apporte d'autres éléments en termes d'humidité du milieu ou de boisement par exemple. Par ailleurs, nous nous sommes également intéressé aux (re)peuplement et dépeuplement de la région. En effet, la position charnière des niveaux anciens, ainsi que la présence de couches plus récentes, ont fourni d'intéressantes informations, notamment pour les chauves-souris qui semblent recoloniser la région durant une phase climatique favorable

à leur installation. Malheureusement, l'absence de données concernant les gisements ayant livrés des restes osseux de chiroptères et d'insectivores rend difficile toutes comparaisons et laisse des lacunes en termes de peuplement ou repeuplement d'une région.

Notre approche visant à déterminer le ou les prédateurs à l'origine des accumulations de micromammifères a permis de conclure à l'action d'un ou de plusieurs espèces de rapaces nocturnes, de la taille de *Tyto alba*, pour la couche jaune. Sans être matériellement confirmée, la présence de cachettes de mustélidés est également évoquée. Pour les autres niveaux, la lecture se complique en raison, sans doute, de nombreux facteurs post-prédations, comme le piétinement et les processus diagénétiques. De manière générale, il apparaît dans le site du Moulin du Roc que les rapaces sont les principaux agents accumulateurs. Le recours à l'étude taphonomique pour ce type de gisement doit prendre en considération une multitude de paramètres, dont actuellement les modèles ne saisissent pas tous les aspects.

En résumé, nous pouvons dire que les micromammifères apportent des indications relativement précises en termes de paléo-environnement. La validité de notre approche a pu être démontrée très clairement par la comparaison de nos résultats à ceux obtenus pour les sites du Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne, France) et du Bois-Ragot (Gouex, Vienne, France), aux données climatiques et environnementales actuelles, ainsi qu'aux interprétations fournies par d'autres approches comme la palynologie et l'étude de la grande faune.

Enfin, mentionnons que de nombreuses perspectives sont encore envisageables pour exploiter davantage les informations tirées des micromammifères. En effet, en plus d'être d'excellents indicateurs pour les reconstitutions environnementales et climatiques, les micromammifères peuvent fournir des informations supplémentaires quant à l'anthropisation du milieu et à la favorisation de nouvelles espèces liées aux activités humaines. Certaines espèces, surtout chez les rongeurs, sont de bons marqueurs biochronologiques, permettant ainsi de dater des gisements. D'autres aspects concernent toutes les questions liées à la systématique et à la paléontologie d'un taxon, d'un genre, de la forme ancestrale, etc. Nous pouvons également y voir des applications de nature conservatoire pour la faune actuelle.

Il conviendrait également de poursuivre l'étude du Tardiglaciaire à plus large échelle, afin d'une part de mieux le décrire dans la région et d'autre part de le comparer à celui d'autres zones géographiques. La multiplication des sites et des niveaux devrait en effet nous aider à rechercher certains événements climatiques particuliers afin de pouvoir se corréliser à des courbes existantes (variation de l'isotope ^{18}O par exemple). A terme, il serait intéressant de disposer d'un référentiel climatique établi par l'étude des micromammifères. De même, cette approche est à poursuivre pour les chauves-souris et les insectivores dont les ossements ne sont que rarement étudiés. Ces deux ordres sont, au même titre que celui des rongeurs, d'importantes sources d'informations paléo-environnementales et apportent davantage de précisions dans les reconstitutions du milieu environnant d'un site préhistorique.

Plus spécifiquement à notre gisement d'étude, il serait également instructif d'inclure les amphibiens et les reptiles, ce qui pourrait encore améliorer nos résultats. De plus, pour rendre plus efficaces les décomptes et l'approche taphonomique, un outil de détermination des principaux os longs des micromammifères pourrait s'avérer utile.

Nous concluons en espérant avoir montré l'importance de l'étude des micromammifères à la connaissance et à la compréhension d'un gisement archéologique. L'étude des micromammifères ne présente pas de limites chronologiques ou géographiques et peut donc fournir des informations environnementales tant pour la préhistoire ancienne que récente. Le potentiel de cette approche est important et les informations pouvant en découler peuvent apporter à l'archéologue de précieux renseignements quant à la position chronologique du

gisement, ainsi qu'aux conditions climatiques et au type de milieu dans lesquels les Hommes préhistoriques ont évolué. Nous ne pouvons donc que souhaiter que leur collecte et leur analyse deviennent partie intégrante de l'étude de tout site archéologique.



BIBLIOGRAPHIE

Aeischer A. (2007) - *Hiboux et chouettes*. Cahiers du Musée d'histoire naturelle de la Chaux-de-Fonds n°13. Editions de la Girafe, La Chaux-de-Fonds, 79 p.

Aguilar J.-P., Pélissié T., Sigé B. et Michaux J. (2008) - Occurrence of the stripe field mouse lineage (*Apodemus agrarius* Pallas 1771 ; *Rodentia* ; *Mammalia*) in the late Pleistocene of southwestern France. *Comptes rendus Palevol* 7 (4), 217-225.

Andera M. (1999) - *Sorex araneus* (Linnaeus, 1758). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 42-43.

Andrews P. (1990) - *Owls, caves and fossils : predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves, with analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK*. Natural history museum publication, British Museum, London, 231 p.

Ariagno D. (1984) - Le Grand murin (*Myotis myotis*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 68-69.

Arléry R., Grisolle H. et Guilmet B. (1973) - *Climatologie. Méthodes et pratiques*. Editions Gauthier-Villars, Paris, 434 p.

Arlettaz R. (1995) - *Myotis myotis, Myotis blythii : ecology of the sibling mouse-eared bats : zoogeography, niche, competition, foraging*. Editions Horus, Martigny, 222 p.

Atkinson T.C., Briffa K.R. et Coope G.R. (1987) - Seasonal temperatures in Britain during the past 22'000 years, reconstructed using beetle remains. *Nature* vol. 325, 587-592.

Atkinson T.C., Briffa K.R., Coope M.J., Joachim M.J. et Perry D.W. (1986) - Climatic calibration of coleopteran data. In: B.E. Berglund (ed.): *Handbook of holocene palaeocology and palaeohydrology*. John Wiley et sons Editions, Chichester, p. 851-859.

Auffray J.-C., Vanlerberghe F. et Britton-Davidan J. (1990) - The house mouse progression in Eurasia : a palaeontological and archaeozoological approach. *Biological Journal of the Linnean Society* 41, 13-25.

Barataud M. (1999) - Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800). In: S.Y. Roué et M. Barataud (eds.): *Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice*. Le Rhinolophe, volume spécial n°2, p. 5-17.

Barbaza M. (1999) - *Les civilisations postglaciaires. La vie dans la grande forêt tempérée.* Histoire de la France préhistorique de -10'000 à -5'000 ans. Editions La Maison des Roches., Paris, 126 p.

Barone R. (1999) - *Anatomie comparée des animaux domestiques. Tome 1, ostéologie.* Vigot Frères, Paris, 761 p.

Baudoin C. (1984a) - Le Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France.* Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 164-165.

Baudoin C. (1984b) - Le Loir (*Glis glis*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France.* Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 152-153.

Bintz P. (1994) - Synthèse des données sur le paléoenvironnement. In: P. Bintz (ed.): *Les grottes Jean-Pierre 1 et 2 à Saint-Thibaud-de-Couz (Savoie). Paléoenvironnement et cultures du Tardiglaciaire à l'Holocène dans les Alpes du Nord (1ère partie).* Gallia Préhistoire 36, p. 235-238.

Bonhomme F., Catalan J., Britton-Davidan J., Chapman V.M., Moriwaki K., Nevo E. et Thaler L. (1984) - Biochemical diversity and evolution in the genus *Mus*. *Biochemical Genetics* 22, 275-303.

Bonhomme F. et Thaler L. (1988) - L'évolution de la souris. *La Recherche* n°199, 606-616.

Bontadina F., Hotz T. et Märki K. (2006) - *Die kleine Hufeisennase im Aufwind : Ursachen der Bedrohung, Lebensraumsprüche und Förderung einer Fledermausart.* Editions Haupt, Berne, 79 p.

Boye P. (2004) - *Miniopterus schreibersii* Natterer in Kuhl, 1819 - Langflügelfledermaus. In: F. Krapp (ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4, Fledertiere. Teil 2, Chiroptera II : Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae.* Aula-Verlag, Wiebelsheim, p. 1093-1122.

Brugal J.-P., ed. (2000) - *Rapport de la fouille programmée pluriannuelle (1997-2000) de la grotte de Coudoulous II (Tour-de-Faure, Lot).* Direction des affaires culturelles Midi-Pyrénées. Service régional de l'archéologie, 35 p.

Brunet-Lecomte P. (1988) - *Les campagnols souterrains (Terricola, Arvicolidae, Rodentia) actuels et fossiles d'Europe occidentale.* Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, 146 p.

Cabrera-Millet M., Lopez-Martinez N. et Michaux J. (1982) - Un exemple de lignée endémique iberoccitane, les campagnols *Microtus brecciensis* et *Microtus cabreræ* (*Mammalia, Rodentia*) : Etude phylogénétique et contexte écologique d'un phénomène évolutif récent. In: E. Buffetaut, J.M. Mazin et E. Salmon (eds.): *Actes du symposium paléontologique G. Cuvier.* Montbéliard, France, p. 69-83.

Carleton M.D., Musser G.G. et Pavlinov L. (2003) - *Myodes Pallas, 1811, is the valid name for the genus of red-backed voles.* In: A. Averianov et N. Abamson (eds.): *Systematic, phylogeny and paleontology of small mammals.* Proceedings of the International conference devoted to the 90th anniversary of Prof. I.M. Gromov, November 24-27 2003, Saint-Petersburg, p. 96-98.

- Célérier G. (1993) - L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne). *Gallia Préhistoire* 35, 1-6.
- Célérier G. (1994) - Le milieu biologique. *In*: G. Célérier (ed.): *L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne)*. *Gallia Préhistoire* 36, p. 96-105.
- Célérier G. (1998) - L'abri sous-roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne, France). Perspective synthétique. *Paléo* n°10, 233-264.
- Célérier G. et Kervazo B. (1994a) - Etude géologique du site. *In*: G. Célérier (ed.): *L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne)*. *Gallia Préhistoire* 36, p. 72-95.
- Célérier G. et Kervazo B. (1994b) - Confrontation des résultats, réflexions. *In*: G. Célérier (ed.): *L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne)*. *Gallia Préhistoire* 36, p. 106-107.
- Cervený J. et Zalmán J. (1974) - Diagnostické znaky na kostech přední končetiny vrapenců [Tchèque] = Diagnostic features of some bones of postcranial skeleton in Horseshoe bats. *Lynx (Museum nationale, Praha)* 16, 86-100.
- Chaline J. (1972) - Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France. *Cahiers de paléontologie.*, Éditions du CNRS, Paris, 410 p.
- Chaline J. (1975) - Les rongeurs et la climatologie du Pléistocène supérieur. *In*: *L'homme et son environnement pendant le Würm en Europe de l'ouest*. Actes du colloque de l'INQUA, Palaeoecology of early man. Sous-groupe de travail : Pléistocène supérieur, Ouest de l'Europe. Université de Bordeaux 1, 18-19 avril 1975, p. 5-16.
- Chaline J. (1977) - Les rongeurs au pilori ? Analyse critique des reconstitutions paléocéologiques en microthériodontologie. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire (AFEQ)* 47, 75-81.
- Chaline J. (1994) - Les rongeurs et la séquence climatique tardiglaciaire. *In*: P. Bintz (ed.): *Les grottes Jean-Pierre 1 et 2 à Saint-Thibaud-de-Couz (Savoie)*. *Paléoenvironnement et cultures du Tardiglaciaire à l'Holocène dans les Alpes du Nord (1ère partie)*. *Gallia Préhistoire* 36, p. 205-209.
- Chaline J., Baudvin H., Jammot D. et Saint-Girons M.-C. (1974) - *Les proies des rapaces. Petits mammifères et leur environnement*. Editions Doin, Paris, 141 p.
- Chaline J. et Brochet G. (1989) - Les rongeurs : leurs significations paléocéologiques et paléoclimatiques. *In*: M. Campy, J. Chaline et M. Vuillemeys (eds.): *La Baume de Gigny (Jura)*. XXVIIe supplément de *Gallia Préhistoire*, Editions du CNRS, Paris, p. 97-109.
- Chaline J., Brunet-Lecomte P. et Campy M. (1995) - The last glacial/interglacial record of rodent remains from the Gigny karst sequence in the French Jura used for palaeoclimatic and palaeoecological reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 117, 229-252.
- Chaline J., Brunet-Lecomte P. et Graf J.-D. (1988) - Validation de *Terricola Fatio*, 1867 pour les campagnols souterrains d'Europe (*Terricola*, *Arvicolidae*, *Rodentia*) paléarctiques, actuels et fossiles. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Tome. 306, Série 3, 475-478.

Chaline J., Brunet-Lecomte P., Montuire S., Viriot L. et Courant F. (1999) - Anatomy of the arvicoline radiation (*Rodentia*): palaeogeographical, palaeoecological history and evolutionary data. *Annales zoologici fennici* 36, 239-267.

Chaline J., Frochot B. et Jammot D. (1970) - *Proies des oiseaux rapaces. Etude de leurs pelotes de réjection et identification des restes de micromammifères*. Travaux pratiques du Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Dijon, 85 p.

Chaline J. et Mein P. (1979) - *Les rongeurs et l'évolution*. Edition Doin, Paris, 235 p.

Chaplin R.E. (1971) - *The study of animal bones from archaeological sites*. Seminar Press, London and New York, 170 p.

Chollet A. (2005) - Historique de la fouille du Bois-Ragot. In: A. Chollet et V. Dujardin (eds.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne). Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement*. Mémoire XXXVIII de la Société préhistorique française, p. 7-24.

Chollet A. et Dujardin V. (2005) - En guise de conclusion : bilans et perspectives des études sur le Bois-Ragot. In: A. Chollet et V. Dujardin (eds.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne). Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement*. Mémoire XXXVIII de la Société préhistorique française, p. 407-414.

Clot A. (1984) - Faune de la grotte préhistorique du bois du Cantet (Espèche, Hautes-Pyrénées, France). *MUNIBE 36 Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi*, 33-50.

Cochard D. (2004a) - *Les léporidés dans la subsistance paléolithique du Sud de la France*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 354 p.

Cochard D. (2004b) - Etude préliminaire des micromammifères des niveaux du Paléolithique moyen. In: J. Airvaux (ed.): *Le site de Chez-Pinaud à Jonzac, Charente Maritime*. Préhistoire du Sud Ouest supplément n°8, p. 157-162.

Cochard D. et Brugal J.-P. (2004) - Importance des fonctions de sites dans les accumulations paléolithiques de léporidés. In: J.-P. Brugal et J. Desse (eds.): *Petits animaux et sociétés humaines, du complément alimentaire aux ressources utilitaires*. XXIV rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Editions APDCA, Antibes, p. 283-296.

Corbet G.B. (1978) - *The mammals of the Palaearctic region : A taxonomic review*. British Museum (natural history) and Cornell University Press, London and Ithaca, 314 p.

Cordy J.-M. (1992) - Bio- et chronostratigraphie des dépôts quaternaires de la grotte Scladina (Province de Namur, Belgique) à partir des micromammifères. *Etudes et recherches archéologique de l'Université de Liège (ERAUL)* 27, 79-125.

Courtaud P. et Morala A. (2003) - *Le Moulin du Roc, commune de St-Chamassy (24). Fouille de l'abri sépulcral. Rapport de fouille programmée*. Direction des affaires culturelles d'Aquitaine. Service régional de l'archéologie, 20 p.

Courtaud P. et Morala A. (2004) - *Le Moulin du Roc (St-Chamassy, 24). Fouille de l'abri. Rapport de fouille programmée*. Direction des affaires culturelles d'Aquitaine. Service régional de l'archéologie, 21 p.

Cucchi T. (2005) - *Le commensalisme de la souris et les sociétés néolithiques méditerranéennes*. Thèse de Doctorat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 289 p.

Cucchi T., Vigne J.-D. et Auffray J.-C. (2005) - First occurrence of the house mouse (*Mus musculus domesticus* Schwarz & Schwarz, 1943) in the Western Mediterranean: a zooarchaeological revision of subfossil occurrences. *Biological Journal of the Linnean Society* 84, 429-445.

Daams R. (1981) - The dental patterns of the dormice *Dryomys*, *Myomimus*, *Microdyromys* and *Peridyromys*. *Utrecht Micropaleontological bulletins*, Special publication 3, 115 p.

Darviche D. et Orsini P. (1982) - Critères de différenciation morphologique et biométrique de deux espèces de souris sympatriques : *Mus spretus* et *Mus musculus domesticus*. *Mammalia* 46 (2), 205-217.

Delattre P. (1987) - La belette (*Mustela nivalis*, Linnaeus, 1766) et l'hermine (*Mustela erminea*, Linnaeus, 1758). *Encyclopédie des carnivores de France* 11-12, 1-73.

Delpech F. (1983) - Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France. *Cahiers du Quaternaire n°6*, Éditions du CNRS, Paris, 453 p.

Delpech F. (2000) - L'environnement animal des européens au Paléolithique supérieur. *Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 125e, Lille*, 271-289.

Denys C. (1985) - Nouveaux critères de reconnaissance des concentrations de microvertébrés d'après l'étude des pelotes de chouettes du Bostwana (Afrique australe). *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle (Paris)* 4e série, section A 7, 879-933.

Denys C. et Mahboubi M. (1992) - Altérations structurales et chimiques des éléments squelettiques de pelotes de régurgitation d'un rapace diurne. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle (Paris)* 4e série, section A 14, 229-249.

Denys C., Sanchez V. et Fernandez-Jalvo Y. (1995) - Prédation et fossilisation des micromammifères. Présentation d'un aspect d'une discipline récente : la taphonomie. *Arvicola* 7 (1), 7-13.

Denys C., Dauphin Y. et Fernandez-Jalvo Y. (1997) - Apports biostratigraphiques et paléoécologiques de l'étude taphonomique des assemblages de micromammifères. Bilan et perspectives. *Geobios* 20, 197-206.

Detrain L., Guillon F., Kervazo B., Madelaine S., Morala A. et Turq A. (1996) - Le Moulin du Roc à Saint-Chamassy (Dordogne). Résultats préliminaires. *Bulletin de la Société préhistorique française* 93 (1), 43-48.

Dietz C., von Helversen O. et Nill D. (2007) - *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas : Biologie, Kennzeichen, Gefährdung*. Kosmos naturführer, Stuttgart, 399 p.

Dodelin (2002) - *Identification des chiroptères de France à partir des restes osseux*. Fédération Française de Spéléologie, 48 p.

Dodson P. et Wexlar D. (1979) - Taphonomic investigations of owl pellets. *Paleobiology* 5 (3), 275-284.

Ducos P. (1968) - *L'origine des animaux domestiques en Palestine*. Institut de préhistoire de l'Université de Bordeaux, mémoire n°6, 191 p.

Dujardin V. et Oberlin C. (2005) - Les datations sur os du Bois-Ragot. In: A. Chollet et V. Dujardin (eds.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne). Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement*. Mémoire XXXVIII de la Société préhistorique française, p. 401-404.

Eastham A. (1995) - La microfaune. In: L.G. Straus (ed.): *Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen. L'abri Dufaure : un gisement tardiglaciaire en Gascogne (fouilles 1980-1984)*. Mémoire XXII de la Société préhistorique française, p. 235-245.

Fayard A., ed. (1984) - *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, 295 p.

Felten H., Helfricht A. et Storch G. (1973) - Die Bestimmung der europäischen Fledermäuse nach der distalen Epiphyse des Humerus. *Senckenbergiana biologica* 54, 291-297.

Fernandez-Jalvo Y. (1995) - Small mammal taphonomy at La Trinchera de Atapuerca (Burgos, Spain). A remarkable example of taphonomic criteria used for stratigraphic correlation and palaeoenvironment interpretations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 114, 167-195.

Fons R. (1984a) - La musaraigne musette (*Crocidura russula*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 42-43.

Fons R. (1984b) - La Crocidure des jardins (*Crocidura suaveolens*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 46-47.

Fumagalli L., Taberlet P., Stewart D.T., Gielly L., Hausser J. et Vogel P. (1999) - Molecular phylogeny and evolution of *Sorex* shrews (*Soricidae* : *Insectivora*) inferred from mitochondrial DNA sequence data. *Molecular phylogenetics and evolution* 11(2), 222-235.

Gaisler J. (2001) - *Rhinolophus euryale* Blasius, 1853 - Mittelmeerhufeisennase. In: F. Krapp (ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4, Fledertiere. Teil 1, Chiroptera 1 : Rhinolophidae, Vespertilionidae 1*. Aula-Verlag, Wiebelsheim, p. 59-74.

Gauthier A. (1984) - How do I count you, let me count the ways ? Problems of archaeozoological quantification. In: J. Clutton-Brock et C. Grigson (eds.): *Animals and archaeology 4: husbandry in Europe*. British archaeological reports BAR S227, Oxford, p. 237-251.

Genoud M. et Hutterer R. (1990) - *Crocidura russula* (Hermann, 1780) - Hausspitzmaus. In: J. Niethammer et F. Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/1, Insektenfresser-Insectivora / Herrentiere-Primates*. Aula-Verlag, Wiesbaden, p. 429-452.

Géroudet P. et Cuisin M. (2000) - *Les rapaces d'Europe, diurnes et nocturnes*. 7e édition. Editions Delachaux et Niestlé, Lausanne et Paris, 446 p.

Grayson D.K. (1984) - *Quantitative zooarchaeology : topics in the analysis of archaeological faunas*. Academic Press, Orlando, 202 p.

Griggo C. (1995) - *Significations paléoenvironnementales des communautés animales pléistocènes reconnues dans l'abri Suard (Charente) et la grotte de Bois-Ragot (Vienne) : Essai de quantification de variables climatiques*. Thèse, Université de Bordeaux I, 222 p.

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 la grotte de Bois-Ragot (Vienne). *Paléo* n°8, 81-97.

Hammer Ø., Harper D.A.T. et Ryan P.D. (2001) - PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1), 9 p.

Hausser J., ed. (1995) - *Mammifères de la Suisse : répartition, biologie, écologie*. Birkhäuser, Bâle, 501 p.

Hausser J. (1999) - *Sorex coronatus* (Millet, 1828). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 46-47.

Hausser J. et Jammot D. (1974) - Étude biométrique des mâchoires chez les *Sorex* du groupe *Araneus* en Europe continentale (*Mammalia, Insectivora*). *Mammalia* 38 (2), 324-343.

Hausser J. et Meylan A. (1984a) - La musaraigne carrelet (*Sorex araneus*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 30-31.

Hausser J. et Meylan A. (1984b) - La musaraigne couronnée (*Sorex coronatus*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 32-33.

Hausser J., Hutterer R. et Vogel C. (1990) - *Sorex araneus* (Linnaeus, 1758) - Waldspitzmaus. In: J. Niethammer et F. Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/1, Insektenfresser-Insectivora / Herrentiere-Primates*. Aula-Verlag, Wiesbaden, p. 237-278.

Heinrich W.-D. (1990) - Some aspects of evolution and biostratigraphy of *arvicola* (*Mammalia, Rodentia*) in the central european pleistocene. In: J. Fejfar et W.-D. Heinrich (eds.): *International symposium evolution, phylogeny and biostratigraphy of arvicolid (Rodentia, Mammalia)*. Rohanov (Czechoslovakia), May 1987, p. 165-182.

Heinrich W.-D. et Janossy D. (1978) - Fossile Säugetierreste aus einer jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem interglazialen Travertin von Burtonna in Thüringen. *Quartärpaläontologie* 3, 231-254.

Hernandez Fernandez M. (2006) - Rodent paleofaunas as indicators of climatic change in Europe during the last 125'000 years. *Quaternary research* 65, 308-323.

Hokr Z. (1951) - Methoda kvantitativniho stanoveni klimatuve ctvrtohorach podle ssavcich spolecenstv [Tchèque] = A method of the quantitative determination of the climate in the Quaternary period by means of the mammals associations. *Sbornik of the geological survey of Czechoslovakia* 18, 209-219.

Horard-Herbin M.-P. et Vigne J.-D., eds. (2005) - *Animaux, environnements et sociétés*. Editions Errance, Paris, 191 p.

Hufty A. (2001) - *Introduction à la climatologie. Le rayonnement et la température. L'atmosphère. L'eau. Le climat et l'activité humaine*. Editions de Boeck Université, Bruxelles, 542 p.

Hutterer R. (1990) - *Sorex minutus* (Linnaeus, 1766) - Zwergspitzmaus. In: J. Niethammer et F. Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/1, Insektenfresser-Insectivora / Herrentiere-Primates*. Aula-Verlag, Wiesbaden, p. 183-206.

Hutterer R., Ivanova T.I., Meyer-Cord C. et Rodrigues L. (2005) - *Bat Migrations in Europe*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28, 162 p.

IUCN (2007) - *European Mammal Assessment. International Union for Conservation of Nature*. <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/ema/>. Téléchargé le 11 mai 2007.

Jammot D. (1971) - *Les insectivores actuels et fossiles du Quaternaire de Bourgogne*. Thèse de 3e cycle, Université de Dijon, 84 p.

Jammot D. (1976) - Les insectivores. In: H. de Lumley (ed.): *La préhistoire française. Les civilisations paléolithiques et mésolithiques de France (tome 1)*. Editions du CNRS, Paris, p. 425-426.

Jeannet M. (1981) - Les rongeurs du gisement acheuléen d'Ornac 3 (Ardèche). Essai de paléocéologie et de chronostratigraphie. *Bulletin de la Société linnéenne de Lyon* n°2, 49-71.

Jeannet M. (2000) - Biométrie et écologie de *Microtus brecciensis* (Mammalia, Rodentia). *Revue de Paléobiologie* 19 (2), 339-357.

Jeannet M. (2001) - La microfaune et l'environnement de la grotte du Noisetier à Fréchet (Hautes-Pyrénées). *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées* Tome LVI, 83-90.

Jeannet M. (2002) - Microfaune et environnement au Crot du Charnier à Solutré. In: J. Comber et A. Montet-White (eds.): *Solutré 1968-1998*. Mémoire XXX de la Société préhistorique française, p. 169-180.

Jeannet M. (2005) - La microfaune de l'Igüe des Rameaux à Saint-Antonin-Noble-Val (Tarn-et-Garonne, France). Essai de biostratigraphie. *Bulletin Préhistorique du Sud-Ouest* 12 (2), 109-125.

Jeannet M. (à paraître) - Apport des micro-vertébrés à la description des paléoenvironnements. In: *XI Congrès de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques*. Libonne, 2006, p. xx-xx.

Jeannet M. (soumis) - L'écologie quantifiée. Essai de description de l'environnement continental à l'aide des microvertébrés. xxx, xx-xx.

Jeannet M. et Cartonnet M. (2000) - La microfaune de la Chênélaz (Hostias, Ain). L'environnement et son influence sur la biométrie dentaire chez *Arvicola terrestris* (Rodentia, Mammalia). *Revue de Paléobiologie* 19 (2), 475-492.

Jones E.L. (2004) - *Broad spectrum diets and the European rabbit (Oryctolagus cuniculus): Dietary change during the Pleistocene-Holocene transition in the Dordogne, Southwestern France*. PhD dissertation thesis, University of Washington, 244 p.

Jones E.I. (2007) - Subsistence change, landscape use, and changing site elevation at the Pleistocene-Holocene transition in the Dordogne of southwestern France. *Journal of Archaeological science* 34 (3), 344-353.

Jullien R. (1972) - Les chiroptères du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunès, Hérault). *Études Quaternaires Mémoire n°1*, 247-265.

Jullien R. (1976) - Les chiroptères. In: H. de Lumley (ed.): *La préhistoire française. Les civilisations paléolithiques et mésolithiques de France (tome 1)*. Editions du CNRS, Paris, p. 427-429.

Kawamura Y. (1988) - Quaternary rodent faunas in Japanese Islands. *Memoirs of the Faculty of science, Kyoto University. Series of Geology and Mineralogy Volume LIII (1-2)*, 31-348.

Kervyn T. (1999) - Grand Murin *Myotis myotis* (Borkhausen, 1774). In: S.Y. Roué et M. Barataud (eds.): *Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice*. Le Rhinolophe, volume spécial n°2, p. 69-98.

Kessler J. et Chambraud A. (1986) - *La météo de la France : tous les climats localité par localité*. J.C. Lattès, Paris, 312 p.

Koenigswald V. et Heinrich W.-D. (1999) - Mittelpleistozäne Säugetierfaunen aus Mitteleuropa - der Versuch einer biostratigraphischen Zuordnung. *Kaupia, Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte* 9, 53-112.

Kowalski K. (1990) - Some problems of the taphonomy of small mammals. *International Symposium Evolution, Phylogeny and Biostratigraphy of Arvicolids, Geological Survey, Prague*, 285-296.

Kowalski K. (1995) - Taphonomy of bats (*Chiroptera*). *Geobios* 18, 251-256.

Krapp F., ed. (2001) - *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4, Fledertiere. Teil 1, Chiroptera 1 : Rhinolophidae, Vespertilionidae 1*. Aula-Verlag, Wiebelsheim, 602 p.

Krapp F., ed. (2004) - *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4, Fledertiere. Teil 2, Chiroptera II : Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae*. Aula-Verlag, Wiebelsheim, 605-1186 p.

Krystufek B. (1999a) - *Microtus subterraneus* (de Sélys-Longchamps, 1836). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 250-251.

Krystufek B. (1999b) - *Talpa europaea* (Linnaeus, 1758). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 82-83.

Kurten B. (1968) - *Pleistocene mammals of Europe*. Weidenfeld and Nicolson, London, 317 p.

Le Louarn H. et Quéré J.-P. (2003) - *Les rongeurs de France. Faunistique et biologie*. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, 256 p.

Legendre S. (1989) - Les communautés de mammifères du Paléogène (Eocène supérieur et Oligocène) d'Europe occidentale : structures, milieux et évolution. *Müncher Geowissenschaftliche Abhandlungen* 16, 1-110.

Lenoir M. (2000) - La fin des temps glaciaires dans la vallées de la Dordogne et de la Garonne. In: G. Pion (ed.): *Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*. Actes de la Table ronde de Chambéry. Mémoire XXVIII de la Société préhistorique française. , p. 81-87.

Libois R., Ramalhinho M.G. et Fons R. (1999) - *Crociodura suaveolens* (Pallas, 1811). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 72-73.

Lopez Antonanzas R. et Cuenca Bescos G. (2002) - The Gran Dolina site (Lower to Middle Pleistocene, Atapuerca, Burgos, Spain) : new palaeoenvironmental data based on the distribution of small mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 186, 311-334.

Lugon A. et Roué S.Y. (1999) - Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817). In: S.Y. Roué et M. Barataud (eds.): *Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice*. Le Rhinolophe, volume spécial n°2, p. 119-125.

Lugon-Moulin N. (2003) - *Les musaraignes. Biologie, écologie, répartition en Suisse*. Editions Porte-Plumes, Ayer, 309 p.

Macdonald D. et Barrett P. (1995) - *Guide complet des mammifères de France et d'Europe*. Éditions Delachaux et Niestlé, Lausanne, 304 p.

Macholan M. (1999) - *Mus musculus* (Linnaeus, 1758). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 282-283.

Magny M. (1995) - *Une histoire du climat, des derniers mammoths au siècle de l'automobile*. Editions Errance, Paris, 176 p.

Marchesi P. et Lugon-Moulin N. (2004) - *Mammifères terrestres de la vallée du Rhône*. Département de l'environnement du canton du Valais, Editions Rotten Verlag, Visp et Monographic, Sierre, 207 p.

Marquet J.-C. (1989) - Occupation de l'abri de Combe-Grenal par l'homme ou par le rapace ? In: H. Laville (ed.): *Variations des paléomilieux et peuplement préhistorique*. Colloque comité français de l'INQUA. Cahiers du Quaternaire n°13. Editions du CNRS, Paris, p. 129-133.

Marquet J.-C. (1993) - Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des rongeurs. *Les Cahiers de la Claise* supplément n° 2, 346.

Marquet J.-C. (2005) - Reconstruction du climat et de l'environnement du site du Bois-Rabot à Goux d'après l'étude des rongeurs. In: A. Chollet et V. Dujardin (eds.): *La grotte du Bois-Rabot à Goux (Vienne). Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement*. Mémoire XXXVIII de la Société préhistorique française, p. 373-384.

Maurin H. et Haffner P. (1995) - *Inventaire de la faune de France : vertébrés et principaux invertébrés*. Éditions Nathan et Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 415 p.

Mein P. (1964) - *Chiroptera* (Miocène) de Lissieu (Rhône). *Comptes Rendus du 89e Congrès national des Sociétés Savantes, Section Sciences*, 237-253.

Mein P. (1975) - Les chiroptères (*mammalia*) du gisement Pléistocène moyen des Abimes de la Fage à Noailles (Corrèze). *Nouvelles archives du Musée d'histoire naturelle de Lyon* 13, 57-67.

Menu H. et Popelard J.-B. (1987) - Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des vespertilioninés de l'ouest européen. *Le Rhinolophe* n°4, 88 p.

Menu H. et Sigé B. (1971) - Nyctalodontie et mytodontie, importants caractères de grades évolutifs chez les chiroptères entomophages. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, tome 272, série D, 1735-1738.

Meschede A. et Heller K.-G. (2003) - Écologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe* 16, 248 p.

Météo France (2008) - *Le climat du département de la Dordogne (24)*. <http://www.meteofrance.fr/FR/climat>. Téléchargé le 31 juin 2008.

Meylan A. (1964) - Le polymorphisme chromosomique de *Sorex araneus* L. (*Mammalia - Insectivora*). *Revue suisse de zoologie* 71, 903-983.

Meylan A. et Hausser J. (1973) - Les chromosomes des *Sorex* du groupe *araneus-arcticus* (*Mammalia, Insectivora*). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 38, 143-158.

Michaux J. (1971) - *Muridae* (*Rodentia*) néogènes d'Europe sud-occidentale. Evolution et rapports avec les formes actuelles. *Paléobiologie continentale*, 67 p.

Michaux J., Aguilar J.-P., Montuire S. et Wolff A. (1997) - Les *Murinae* (*Rodentia, Mammalia*) néogènes du Sud de la France : Evolution et paléoenvironnements. *Geobios* 20, 379-385.

Michelat D., Roué S.Y. et Pépin D. (2005) - *Les mammifères de la montagne jurassienne*. Néo-Typo, Besançon, 183 p.

Mitchell-Jones A.J., Amori G., Bogdanowicz W., Krystufek B., Reijnders P.J.H., Spitzenberger F., Stubbe M., Thissen J.B.M., Vohralik V. et Zima J., eds. (1999) - *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, 484 p.

Montgomery W.L. (1999) - *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 274-275.

Montuire S. (1994) - *Communautés de mammifères et environnements : l'apport des faunes aux reconstitutions des milieux en Europe depuis le Pliocène et l'impact des changements climatiques sur la diversité*. Thèse, Université de Montpellier II, 128 p.

Montuire S. (1995) - Evolution climatique et diversité chez les mammifères en Europe centrale depuis le Pliocène. *Geobios* 28, supplément n°1, 313-327.

Montuire S., Michaux J., Legendre S. et Aguilar J.-P. (1997) - Rodents and climate. 1. A model for estimating past temperatures using arvicolids (*Mammalia: Rodentia*). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 128, 187-206.

Morala A. et Courtaud P. (1994) - *Moulin du Roc, commune de Saint-Chamassy (Dordogne). Compte rendu de l'opération de sauvetage urgent (Mai-juin, 1994)*. Direction des affaires culturelles d'Aquitaine. Service régional de l'archéologie, 42 p.

Morala A. et Turq A. (1990) - *Le Moulin du Roc, commune de Saint-Chamassy (Dordogne). Rapport de sauvetage*. Direction des affaires culturelles d'Aquitaine. Service régional de l'archéologie, 35 p.

Morel P. (1989) - Ossements de chauves-souris et climatologie: Collecte systématique de squelettes de chiroptères dans des systèmes karstiques des Préalpes et Alpes suisses - premiers résultats. *Stalactite* 39 (2), 61-72.

Morel P. (1990) - Aspects zoologiques et paléontologiques : possibilités et limites d'une interprétation paléoclimatique. Colloque : Remplissages karstiques et paléoclimats. *Karstologia mémoire* n°2, 33-35.

Niethammer J. (1990) - *Talpa europaea* (Linnaeus, 1758) - Maulwurf. In: J. Niethammer et F. Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/1, Insektenfresser-Insectivora / Herrentiere-Primates*. Aula-Verlag, Wiesbaden, p. 99-133.

Niethammer J. et Krapp F., eds. (1978) - *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1. Rodentia I : (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 476 p.

Niethammer J. et Krapp F., eds. (1982) - *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/1. Rodentia II : (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 649 p.

Niethammer J. et Krapp F. (1990) - *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/1, Insektenfresser-Insectivora / Herrentiere-Primates*. Aula-Verlag, Wiesbaden, 523 p.

Opliger J. (2007) - Les restes osseux de petits rhinolophes (*Rhinolophus hipposideros*) et d'autres microvertébrés du Gouffre du Narcoleptique (St-George, VD, Suisse). *Actes du 12e Congrès national de Spéléologie. Supplément n°16 à Stalactite*, 159-166.

Paquereau M.-M. (1979) - Quelques types de flores tardi-glaciaires dans le Sud-Ouest de la France. In: D. de Sonneville-Bordes (ed.): *La fin des temps glaciaires en Europe : chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*. Talence 24-28 mai 1977. Colloques internationaux. Editions du CNRS, Paris, p. 152-157.

Pascal M. (2003) - La Musaraigne musette : *Crocidura russula* (Hermann, 1780). In: M. Pascal, O. Lorvelec, J.-D. Vigne, P. Keith et P. Clergeau (eds.): *Évolution holocène de la faune de Vertébrés de France : invasions et disparitions*. Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de la Recherche Scientifique, Muséum National d'Histoire Naturelle. Rapport au Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Direction de la Nature et des Paysages), Paris, p. 265-267.

Pasquier L. (1974) - *Dynamique évolutive d'un sous-genre de Muridae, Apodemus (Sylvaemus). Etude biométrique des caractères dentaires de populations fossiles et actuelles d'Europe occidentale*. Thèse de 3e cycle, Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Université Montpellier II, 175 p.

Peman E. (1985) - Aspectos climaticos y ecologicos de los micromamiferos del yacimiento de Erralla. *MUNIBE 37 Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi*, 49-57.

Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis J., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E. et Stievenard M. (1999) - Climate and atmospheric history of the past 420'000 years from the Vostok Ice Core, Antarctica. *Nature* vol. 399, 429-436.

Peyrony D. (1949) - *Le Périgord préhistorique. Essai de géographie humaine suivi des listes des stations, gisements, monuments divers connus avec leur bibliographie*. Société historique et archéologique du Périgord, Périgueux, 92 p.

Poitevin F. (1984) - La musaraigne pygmée (*Sorex minutus*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 34-35.

Poitevin F., Catalan J., Fons R. et Croset H. (1986) - Biologie évolutive des populations ouest-européennes de Crocidures. 1. Critères d'identification et répartition biogéographique de *Crocidura russula* (Hermann 1780) et *Crocidura suaveolens* (Pallas 1811). *Revue d'écologie : la terre et la vie* 41, 299-314.

Poplin F. (1976) - A propos du nombre de restes et du nombre d'individus dans les échantillons d'ossements. *Extrait des Cahiers du Centre de Recherches Préhistoriques* 5, Université Paris I, 61-75.

Popov V.V. (2004) - Pliocene small mammals (*Mammalia*, *Lipotyphla*, *Chiroptera*, *Lagomorpha*, *Rodentia*) from Muselievo (North Bulgaria). *Geodiversitas* 26 (3), 403-491.

Ramalhinho M.G., Libois R. et Fons R. (1999) - *Crocidura russula* (Hermann, 1780). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 68-69.

Reumer J.W.F. (1984) - Ruscian and early Pleistocene *Soricidae* (*Insectivora*, *Mammalia*) from Tegelen (The Netherlands) and Hungary. *Scripta geologica* 73, 1-173.

Reumer J.W.F. (1989) - Speciation and evolution in the Soricidae (*Mammalia : Insectivora*) in relation with the paleoclimate. *Revue suisse de zoologie* 96 (1), 81-90.

Rolandez J.-L. (1984) - Le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 102-103.

Ruprecht A.L. (1971) - Taxonomic value of mandible measurements in *Soricidae* (*Insectivora*). *Acta Theriologica* XVI (21), 341-357.

Ruprecht A.L. (1987) - A key for mandible identification of Polish bats [Polish]. *Przegląd zoologiczny* 31 (1), 89-105.

Saint-Girons M.-C. (1973) - *Les mammifères de France et du Benelux*. Éditions Doin, Paris, 481 p.

Saint-Girons M.-C. (1984) - Le Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*). In: A. Fayard (ed.): *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, p. 62-63.

Saint-Girons M.-C. et Moutou F. (1998) - *La Belette*. Collection Approche n°13. Editions Eveil Nature, Saint Yrieix sur Charente, 72 p.

Sanchez V., Denys C. et Fernandez-Jalvo Y. (1997) - Origine et formation des accumulations de microvertébrés de la couche 1a du site du Monte di Tuda (Corse, Holocène). Contribution à l'étude taphonomique des micromammifères. *Geodiversitas* 19 (1), 129-157.

Schober W. et Grimmberger E. (1998) - *Die Fledermäuse Europas. Kennen, Bestimmen, Schützen*. Kosmos naturführer, Stuttgart, 265 p.

Sempé M. (1999) - Petit Murin *Myotis blythii* (Tomes, 1857). In: S.Y. Roué et M. Barataud (eds.): *Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice*. Le Rhinolophe, volume spécial n°2, p. 99-106.

Sevilla Garcia P. (1986) - Identificación de los principales quiropteros ibéricos a partir de sus dientes aislados. Valor sistemático de los caracteres morfológicos y métricos dentarios. *Donana, Acta Vertebra* 13, 111-130.

Sevilla Garcia P. (1988) - Estudio paleontológico de los quiropteros del Cuaternario español. *Paleontologia i evolucion* 22, 123-233.

Sevilla Garcia P. (1989) - Quaternary fauna of bats in Spain : Paleoecologic and biogeographic interest. In: V. Hanak, I. Horacek et J. Gisler (eds.): *European bat research symposium 1987*. Charles University Presse, Praha, Czechoslovakia, p. 349-355.

Sevilla Garcia P. (1991) - Murcielagos fosiles de Espana. In: J. Benzal et O. de Paz (eds.): *Los murcielagos de Espana y Portugal*. Publicaciones del I.C.O.N.A, Madrid, p. 22-36.

Shenbrot G.I. et Krasnov B.R. (2005) - *An atlas of the geographic distribution of the arvicoline rodents of the World (Rodentia, Muridae : Arvicolinae)*. Pensoft publishers, Sofia-Moscow, 336 p.

Spitzenberger F. (2001) - *Die Säugetierfauna Österreichs*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Band 13, Wien, 895 p.

Stuiver M. et Grootes P.M. (2000) - GISP2 Oxygen Isotope Ratios. *Quaternary research* 53 (3), 277-284.

Tast J. (1982) - *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776) - Nordische Wühlmaus. In: J. Niethammer et F. Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/1. Rodentia II : (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, p. 374-396.

Topal G. et Tusnadi G. (1963) - Data for the craniometric investigation of *Myotis myotis* Borkh. and *Myotis oxygnathus* Montic. in Hungary (*Mammalia*). *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 55, 543-549.

Turni H. (1999) - Schlüssel für die Bestimmung von in Deutschland vorkommenden Säugetierschädeln aus Eulengewöllen (*Mammalia*). *Zoologische Abhandlung* 50, 351-399.

Turni H. et Müller E.F. (1996) - Unterscheidung der Spitzmausarten *Sorex araneus* L., 1758 und *Sorex coronatus* Millet, 1828 mit Hilfe einer neuen Diskriminanzfunktion. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 61, 73-92.

Van Apeldoorn R.C. (1999) - *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik et J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals*. Academic Press, London, p. 244-245.

Van der Meulen A.J. (1973) - Middle Pleistocene smaller mammals from the Monte Peglia (Orvieto, Italy) with special reference to the phylogeny to *Microtus* (*Arvicolidae, Rodentia*). *Quaternaria*, 17, 144 p.

Vigne J.-D. (1988) - Les mammifères post-glaciaires de Corse. Étude archéozoologique. *Supplément XXVI à Gallia préhistoire*, 337 p.

Vigne J.-D. (1995) - *Détermination ostéologique des principaux éléments du squelette appendiculaire d'Arvicola, d'Eliomys, de Glis et de Rattus*. Editions APDCA, Valbonne, 12 p.

Vigne J.-D. (1997) - Les micromammifères au Néolithique final à Clairvaux-MM et Chalain 3. Contribution à l'histoire du commensalisme. In: P. Pétrequin (ed.): *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3 3200-2900 avant J.-C. Volume 2*. Edition de la Maison des sciences de l'Homme, Paris, p. 717-722.

Vigne J.-D. (2003a) - Le campagnol des hauteurs : *Microtus gregalis* (Pallas, 1779). In: M. Pascal, O. Lorvelec, J.-D. Vigne, P. Keith et P. Clergeau (eds.): *Évolution holocène de la faune de Vertébrés de France : invasions et disparitions*. Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de la Recherche Scientifique, Muséum National d'Histoire Naturelle. Rapport au Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Direction de la Nature et des Paysages), Paris, p. 101-102.

Vigne J.-D. (2003b) - La Souris domestique : *Mus musculus* (Linnaeus, 1758). In: M. Pascal, O. Lervelec, J.-D. Vigne, P. Keith et P. Clergeau (eds.): *Évolution holocène de la faune de Vertébrés de France : invasions et disparitions*. Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de la Recherche Scientifique, Muséum National d'Histoire Naturelle. Rapport au Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Direction de la Nature et des Paysages), Paris, p. 314-316.

Vigne J.-D. et Bailon S. (2002) - Incidence hygrométrique des "Petits Âges Glaciaires" subatlantiques sur les microvertébrés méditerranéens. Exemple corse. In: H. Richard et A. Vignot (eds.): *Équilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'Ouest*. Actes du colloque international de Besançon, septembre 2000. Annales littéraires 730. Série Environnement, sociétés et archéologie 3. Presses universitaires franc-comtoises, Besançon, p. 123-134.

Vigne J.-D., Granjon L., Auffray J.-C. et Cheylan G. (1994a) - Les micromammifères. In: J.-D. Vigne (ed.): *L'île Lavezzi. Hommes, animaux, archéologie et marginalité (Bonifacio, Corse, XIIIe-XXe siècle)*. Monographie du Centre de recherches archéologiques 13. CNRS Editions, Paris, p. 133-154.

Vigne J.-D., Méniel P., Lambot B. et Bonani G. (1994b) - Un assemblage d'ossements de micromammifères dans une cache de petit mustélic de l'âge du fer (Acy-Romance, Ardennes, France). In: M. Patou-Mathis (ed.): *Outillage peu élaborée en os et en bois de cervidés IV : taphonomie/bone modification (6e table ronde)*. Arctefact 9. Editions du Centre d'études et de documentation archéologiques, Treignes, p. 207-215.

Vigne J.-D. et Pascal M. (2003) - Le campagnol nordique : *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776). In: M. Pascal, O. Lervelec, J.-D. Vigne, P. Keith et P. Clergeau (eds.): *Évolution holocène de la faune de Vertébrés de France : invasions et disparitions*. Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de la Recherche Scientifique, Muséum National d'Histoire Naturelle. Rapport au Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Direction de la Nature et des Paysages), Paris, p. 103.

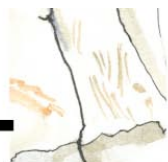
Viro P. et Niethammer J. (1982) - *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780) - Rötelmaus. In: J. Niethammer et F. Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/1. Rodentia II : (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, p. 109-146.

Wilson D.E. et Reeder D.M., eds. (2005) - *Mammal Species of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2142 p.

Woloszyn B.W. (1987) - Pliocene and pleistocene bats of Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 32 (3-4), 207-325.

Woloszyn B.W. (1989) - Microevolutionary trends among Tertiary and Quaternary bats from southern Poland. In: V. Hanak, I. Horacek et J. Gisler (eds.): *European bat research symposium 1987*. Charles University Presse, Praha, Czechoslovakia, p. 112-113.

Ziegler R. (2003) - Bats (*Chiroptera, Mammalia*) from Middle Miocene karstic fissure fillings of Petersbuch near Eichstätt, Southern Franconian Alb (Bavaria). *Geobios* 36, 447-490.



LISTE DES FIGURES

Chapitre 2 - Le Moulin du Roc

Figure 2.1	Carte de situation du site	5
Figure 2.2	Vue générale du site	5
Figure 2.3	Localisation des différentes zones (vue en plan)	6
Figure 2.4	Stratigraphie de la zone centrale	8

Chapitre 3 - Matériel et méthode

Figure 3.1	Carrés fouillés et provenance des échantillons	16
Figure 3.2	Terminologie pour les molaires supérieures et inférieures d' <i>Arvicolinae</i>	18
Figure 3.3	Evaluation de la symétrie d'une M1 d' <i>Arvicolinae</i>	19
Figure 3.4	Superposition de la carte de localisation des stations météorologiques à celle de l'aire de répartition de <i>Microtus oeconomus</i> dans l'optique de connaître les exigences climatiques de cette espèce	22
Figure 3.5	Caractérisation du paléoclimat d'après la méthode de Griggo (1995 et 1996). Calculs pour un paramètre (x) pour une association	22

Chapitre 4 - Les espèces identifiées

Figure 4.1	<i>Arvicola sapidus</i> et <i>Arvicola terrestris</i> : M ₁ et M ₂	32
Figure 4.2	<i>Arvicola terrestris</i> : Mandibule gauche	33
Figure 4.3	<i>Microtus arvalis</i> : M ₁ et M ₂	35
Figure 4.4	<i>Microtus agrestis</i> : M ₁	36
Figure 4.5	<i>Microtus oeconomus</i> : M ₁ , M ₂ et mandibule droite	37
Figure 4.6	<i>Microtus gregalis</i> : M ₁	38
Figure 4.7	<i>Microtus subterraneus</i> : M ₁ , M ₂ et mandibule gauche	39
Figure 4.8	<i>Clethrionomys glareolus</i> : M ₁	40
Figure 4.9	<i>Glis glis</i> : Maxillaire et mandibule droite	41
Figure 4.10	<i>Eliomys quercinus</i> : Mandibule gauche	43
Figure 4.11	<i>Apodemus sylvaticus</i> : Mandibule gauche	44
Figure 4.12	<i>Mus musculus</i> sp. : Mandibule droite	46
Figure 4.13	<i>Myotis blythii</i> : Mandibule droite et maxillaire droit.....	47
Figure 4.14	<i>Myotis myotis</i> : Humérus gauches	49
Figure 4.15	<i>Rhinolophus hipposideros</i> : Humérus gauches	51
Figure 4.16	<i>Rhinolophus euryale</i> : Maxillaires gauche et droit	52

Figure 4.17	<i>Sorex minutus</i> : Mandibule droite	54
Figure 4.18	<i>Sorex coronatus</i> : Mandibules gauches	56
Figure 4.19	<i>Crocidura russula</i> : Mandibules gauches	58
Figure 4.20	<i>Crocidura suaveolens</i> : Mandibule gauche	59

Chapitre 5 - Données paléo-environnementales et taphonomiques

Figure 5.1	Pourcentages de fragmentation de représentation des différents éléments du squelette pour les principales couches	67
Figure 5.2	Proportions de représentation et de fragmentation des principaux os contenus dans les pelotes de réjection de rapaces nocturnes, pelotes de réjection de rapaces diurnes et déjections de carnivores	68
Figure 5.3	Comparaison des profils de représentation et de fragmentation des éléments squelettiques des couches jaune et brune <i>s.l.</i>	69
Figure 5.4	Comparaison des profils de représentation et de fragmentation des éléments squelettiques des couches bigarrée et sépulcrale	70

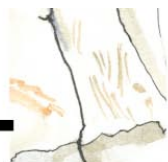
Chapitre 6 - Analyses et interprétations

Figure 6.1	Fémur gauche d' <i>Arvicola</i> sp. dont la tête fémorale est percée de petites cupules dues à l'action du suc gastrique d'un rapace	72
Figure 6.2	Evolution du cortège faunique de micromammifères de la couche brune <i>s.l.</i> ..	74
Figure 6.3	Évolution de la température au sein de la couche brune <i>s.l.</i>	75
Figure 6.4	Évolution de la végétation au sein de la couche brune <i>s.l.</i>	75
Figure 6.5	Hygrométrie du sol	76
Figure 6.6	Synthèse de l'évolution du cortège faunique de micromammifères	80
Figure 6.7	Evolution des températures moyennes	81
Figure 6.8	Evolution de la quantité des précipitations, des fréquences des pluies et de la durée de la couverture neigeuse pour les différentes couches	81
Figure 6.9	Conditions ambiantes	82
Figure 6.10	Evolution du couvert végétal des différentes couches	82
Figure 6.11	Evolution de l'hygrométrie du sol	83
Figure 6.12	Exemples des agents susceptibles d'être à l'origine de tout ou partie des accumulations de micromammifères. Application à partir des vestiges découverts dans le gisement	84

Chapitre 7 - Comparaisons

Figure 7.1	Carte de situation des gisements du Moulin du Roc, Pont d'Ambon et Bois-Ragot	87
Figure 7.2	Analyse ascendante hiérarchique des différents paramètres climatiques et environnementaux des sites du Moulin du Roc, Pont d'Ambon, Flageolet II, Roc de Marcamps et Bois-Ragot	92

Figure 7.3	<i>Multidimensional scaling</i> (MDS) complété par un <i>minimal spanning tree</i> des différents paramètres climatiques et environnementaux des sites du Moulin du Roc, Pont d'Ambon, Flageolet II, Roc de Marcamps et Bois-Ragot	93
Figure 7.4	Analyse ascendante hiérarchique et <i>Multidimensional scaling</i> (MDS) complété par un <i>minimal spanning tree</i> pour les différents paramètres climatiques et environnementaux obtenus par l'analyse de tous les micromammifères (rongeurs, insectivores et chiroptères) et uniquement des rongeurs pour le site du Moulin du Roc	94
Figure 7.5	Analyse ascendante hiérarchique et <i>Multidimensional scaling</i> (MDS) complété par un <i>minimal spanning tree</i> pour les différents paramètres climatiques et environnementaux actuels obtenus par la méthode de l'écologie quantifiée pour les micromammifères ou pour les rongeurs uniquement	95
Figure 7.6	Evolution des températures, de la quantité des précipitations, des fréquences des pluies, du gel et de l'ensoleillement, ainsi que de la durée de la couverture neigeuse pour les différentes couches des gisements du Moulin du Roc, de Pont d'Ambon et du Bois-Ragot	97
Figure 7.7	Évolution du couvert végétal et de l'hygrométrie du sol des différentes couches des gisements du Moulin du Roc, de Pont d'Ambon et du Bois-Ragot	98



LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 2 - Le Moulin du Roc

Tableau 2.1	Les deux principales séquences archéologiques et sédimentaires	9
Tableau 2.2	Le spectre faunique de la faune paléolithique	13
Tableau 2.3	Résumé de la séquence chronostratigraphique	13

Chapitre 3 - Matériel et méthode

Tableau 3.1	Récapitulatif des provenances et du nombre d'échantillons par couches et secteurs obtenus	16
-------------	---	----

Chapitre 4 - Les espèces identifiées

Tableau 4.1	Spectre faunique	30
-------------	------------------------	----

Chapitre 5 - Données paléo-environnementales et taphonomiques

Tableau 5.1	Comparaison de quelques résultats obtenus par la méthode de l'écologie quantifiée aux données climatiques actuelles des stations météorologiques des Eyzies-de-Tayac et de Bergerac	62
Tableau 5.2	Comparaison des données obtenues par la méthode de l'écologie quantifiée et par celle de l'observation d'une photo aérienne, pour caractériser le milieu végétal autour du Moulin du Roc	62
Tableau 5.3	Caractérisation de l'humidité du sol actuel autour du Moulin du Roc	62
Tableau 5.4	Températures moyennes : annuelle, du mois le plus chaud et du plus froid des différents niveaux du gisement.....	63
Tableau 5.5	Précipitations estimées à partir de la méthode de l'écologie quantifiée pour les différentes couches	64
Tableau 5.6	Conditions ambiantes déterminées à partir de la méthode de l'écologie quantifiée des niveaux archéologiques	64
Tableau 5.7	Caractérisation du couvert végétal et de l'humidité du sol des différents niveaux	64
Tableau 5.8	Pourcentage de représentation des ossements de micromammifères découverts dans les différentes couches	65
Tableau 5.9	Pourcentages de représentation des éléments du squelette (PR) et de fragmentation (PF) établis à partir de la méthode de Dodson et Wexlar (1979) pour les principaux niveaux	66
Tableau 5.10	Résultats des calculs des différents rapports	67

Chapitre 6 - Analyses et interprétations

Tableau 6.1	Récapitulatif des données quantifiées issues du référentiel de Jeannet (soumis) au sein de la couche brune s./.....	75
-------------	---	----

Chapitre 7 - Comparaisons

Tableau 7.1	Résumé de la séquence chronostratigraphique de l'abri-sous-roche de Pont d'Ambon	88
Tableau 7.2	Récapitulatif des interprétations paléo-environnementales et paléoclimatiques des différentes analyses effectuées sur le matériel du gisement de Pont d'Ambon	88
Tableau 7.3	Cortège des rongeurs du gisement de Pont d'Ambon	89
Tableau 7.4	Résumé de la séquence chronostratigraphique de la grotte du Bois-Ragot ..	90
Tableau 7.5	Récapitulatif des interprétations paléo-environnementales et paléoclimatiques obtenues par l'étude de la microfaune et de la grande faune de la grotte du Bois-Ragot	90
Tableau 7.6	Cortège des rongeurs de la grotte du Bois-Ragot	91



Dessin Y. Reymond (Département d'anthropologie et d'écologie, Université de Genève)