Les petits vertébrés de la Caune de L'Arago (Tautavel, Pyrennées-Orientales). Paléontologie, paléoécologie, taphonomie

Emmanuel Desclaux

▶ **To cite this version:**

Emmanuel Desclaux. Les petits vertébrés de la Caune de L'Arago (Tautavel, Pyrennées-Orientales). Paléontologie, paléoécologie, taphonomie. domain_other. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 1992. Français. NNT : . tel-00507423

HAL Id: tel-00507423

https://theses.hal.science/tel-00507423

Submitted on 30 Jul 2010

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

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

THESE

présentée pour l'obtention du

DOCTORAT DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

à

L'INSTITUT DE PALEONTOLOGIE HUMAINE

Spécialité :

Quaternaire : Géologie, Paléontologie humaine, Préhistoire

Mention : Paléontologie

par

Emmanuel DESCLAUX

LES PETITS VERTEBRES DE LA CAUNE DE L'ARAGO (TAUTAVEL, PYRENEES-ORIENTALES) PALEONTOLOGIE, PALEOECOLOGIE, TAPHONOMIE.

soutenue le lundi 9 Novembre 1992

devant la commission composée de :

M. Henry de LUMLEY	Président
M. Jean CHALINE	Rapporteur
Mme. Cécile MOURER-CHAUVIRE	Rapporteur
M. Alain DUBOIS	Examinateur
M. Jean-Jacques JAEGER	Examinateur
Mme. Anne-Marie MOIGNE	Examinateur

DRET-BIB-028804

AVANT-PROPOS

Je tiens à remercier ici Monsieur le Professeur Henry de Lumley qui m'a accueilli dans son laboratoire du Muséum National d'Histoire Naturelle et qui a accepté de diriger ce travail.

Je tiens à remercier également Monsieur Lucien Jourdan, du laboratoire d'Anthropologie de Marseille, qui fut mon mentor et mon conseiller de tous les instants;

Mademoiselle Christiane Denys, du laboratoire de Paléontologie de Montpellier, qui m'a donné de nombreux renseignements sur la taphonomie des petits vertébrés et qui a accepté de relire la troisième partie de cette thèse;

Monsieur Jean-Joseph Blanc, Professeur de Géologie à l'Université d'Aix-Marseille, qui m'a donné de nombreux renseignements sur les analyses multivariées;

Madame Annie Echassoux, archéologue départementale des Alpes-Maritimes, qui a mis à ma disposition le matériel informatique du laboratoire de Préhistoire du Lazaret, à Nice;

Monsieur Salvator Baïlon, docteur en Paléontologie qui a vérifié les déterminations des Amphibiens et des Reptiles;

Monsieur Antoni Canals i Salomo, étudiant en Doctorat, qui m'a aidé lors de la saisie des petits vertébrés sur la base de données;

Monsieur Gilles Lavigne, étudiant en Doctorat, qui a eu la patience de relire mon texte;

Monsieur Patrick Cordaro, du laboratoire de Préhistoire du Lazaret, qui a contribué à l'illustration;

Madame Maryse Tavoso et Monsieur Yonas Beyene, du laboratoire d'Anthropologie de Marseille, qui m'ont aidé et encouragé durant la réalisation de ce travail;

Monsieur Roger Notonier, de la Faculté des Sciences de Marseille, qui a effectué les clichés au M.E.B.;

Monsieur Fréderic Desclaux qui a réalisé les tirages des photos;

Madame Joëlle Defay, Monsieur Philippe Ewald et Madame Benjamine Manahiloff, du Musée d'Histoire naturelle de Nice, qui ont mis à ma disposition la bibliothèque et la matériel technique du Musée;

Monsieur Patrick Bayle, des espaces verts de la ville de Marseille, qui m'a donné des contenus d'aires de rapaces et des fèces de carnivores;

Mademoiselle Sophie Montuire, étudiante en Doctorat au laboratoire de Paléontologie de Montpellier, qui m'a aidé dans la réalisation des cénogrammes;

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à :

M. Alain Dubois, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle;

M. Jean-Jacques Jaeger, Professeur de Paléontologie à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc;

M. Jean Chaline, Directeur de Recherche au C.N.R.S.;

Mme Cécile Mourer-Chauviré, Directeur de Recherche au C.N.R.S;

Mme Anne-Marie Moigne, Maître de Conférence au Muséum National d'Histoire Naturelle;

qui me font l'honneur de participer à ce jury.

SOMMAIRE

Introduction.

I. **Généralités sur la Caune de l'Arago**.....1
II. **Le milieu actuel**.....17
III. **Objectifs et méthodes de travail**.....27
IV. **Liste des faunes étudiées à l'Arago**.....34

Première partie : paléontologie.

I. **Les Poissons**.....42

II. **Les Amphibiens**.....42
1. Introduction.....42
2. Ordre des Anoures.....42
A. Généralités.....42
B. Famille des Discoglossidae.....43
C. Famille des Pelobatidae.....43
D. Famille des Bufonidae.....45
1. Ilions.....46
2. Humérus.....48
3. Vertèbres dorsales.....48
4. Vertèbres sacrées.....48
5. Autres éléments osseux.....48
E. Famille des Ranidae.....50
1. Rana cp. esculenta.....50
2. Rana cf. temporaria.....50
3. Rana temporaria forme mehelyi.....51
4. cf. Rana dalmatina.....51
3. Ordre des Urodèles.....52

III. **Les Reptiles**.....52
1. Ordre des Chéloniens.....52
2. Ordre des Sauriens.....52
3. Ordre des Ophidiens.....52
A. Généralités.....52
B. Famille des Colubridae.....55
1. Sous-famille des Colubrinae.....56
2. Sous-famille des Natricinae.....56
C. Famille des Viperidae.....

4. Ordre des Lagomorphes.....167
A. Introduction.....167
B. Famille des Ochotonidae.....168
1. Généralités.....168
2. morphologie.....168
C. Famille des Leporidae.....169
1. Introduction.....169
2. Lepus timidus.....169
3. Oryctolagus cuniculus.....180

V. **Les Oiseaux**.....194
1. Ordre des Ansériformes.....194
2. Ordre des Accipitriformes.....194
3. Ordre des Falconiformes.....196
4. Ordre des Galliformes.....197
5. Ordre des Charadriiformes.....198
6. Ordre des Columbiformes.....198
7. Ordre des Strigiformes.....207
8. Ordre des Apodiformes.....208
9. Ordre des Passeriformes.....208

VI. **Conclusions concernant la paléontologie**.....220

Deuxième partie : paléoécologie.

I. **Introduction**.....225

II. **Les Amphibiens**.....226

III. **Les Reptiles**.....229
1. Ordre des Chéloniens.....229
2. Ordre des Sauriens.....229
3. Ordre des Ophidiens.....229

IV. **Les Insectivores**.....233
1. Famille des Erinaceidae.....233
2. Famille des Talpidae.....233
3. Famille des Soricidae.....233
4. L'association Crocidura-Sorex.....235

V. **Les Chiroptères**.....237
1. Famille des Vespertilionidae.....237
2. Famille des Rhinolophidae.....238

VI. **Les Rongeurs**.....241
1. Espèces encore présentes actuellement.....241
2. Espèces connues uniquement à l'état fossile.....245

IV. **Les Mammifères**.....57
1. Ordre des Insectivores.....57
A. Famille des Erinaceidae.....57
1. Généralités.....57
2. Morphologie.....59
3. Dimensions.....61
B. Famille des Talpidae.....64
C. Famille des Soricidae.....64
1. Généralités.....64
2. Essai de détermination des Soricidae à partir des os longs.....67
2. Ordre des Chiroptères.....67
A. Famille des Vespertilionidae.....67
1. Miniopterus schreibersi.....71
2. cf. Eptesicus nilssoni.....72
3. cf. Nyctalus leisleri.....73
4. Myotis myotis.....79
5. Myotis bechsteini.....81
6. Genre Pipistrellus.....87
B. Famille des Rhinolophidae.....87
1. Rhinolophus ferrumequinum.....90
2. Rhinolophus euryale.....92
3. Rhinolophus euryale-mehelyi.....100
3. Ordre des Rongeurs.....100
A. Famille des Sciuridae.....100
1. Genre Citellus.....102
2. Genre Marmota.....104
B. Famille des Gliridae.....104
1. Eliomys quercinus.....108
2. Glis sp. 111
C. Famille des Hystricidae.....112
D. Famille des Castoridae.....115
E. Famille des Cricetidae.....129
F. Famille des Arvicolidae.....129
1. Microtus gregalis.....133
2. Microtus brecciensis.....136
3. Microtus cf. agrestis.....137
4. Microtus arvalis.....137
5. Clethrionomys glareolus.....138
6. Microtus malei-oeconomus.....140
7. Dicrostonyx torquatus.....142
8. Pliomys lenki.....146
9. Terricola vaufreyi.....147
10. Arvicola cantiana.....154
G. Famille des Muridae.....154
1. Généralités.....154
2. Morphologie.....163
3. Dimensions.....

3. Regroupement en catégories climatiques.....246
4. Les méthodes statistiques multivariées appliquées à l'étude des rongeurs de la Caune de l'Arago.....247
A. Introduction.....247
B. Classification automatique.....248
C. Analyse factorielle des correspondances.....257

VII. **Les Lagomorphes**.....266

VIII. **Les Oiseaux**.....268
1. Signification climato-écologique.....268
2. Signification climatique.....278

IX. **Essai de synthèse paléoécologique et paléoclimatologique**.....283
1. La séquence inférieure du complexe moyen.....283
2. La séquence supérieure du complexe moyen.....285
3. Conclusion.....288
4. Application de la méthode des cénogrammes à l'étude des paléoenvironnements de la Caune de l'Arago....289
5. Corrélation avec les résultats des autres disciplines.....296

Troisième partie : taphonomie.

I. **Introduction**.....297
1. Généralités sur les principaux facteurs intervenant dans la concentration et la modification des ossements des microvertébrés dans les gisements fossilifères.....297
2. Méthodologie.....299

II. **Localisation des ossements**.....300
1. Zone I16.....300
2. Zone H17.....302
3. Discussion.....303

III. **Composition taxonomique des assemblages**.....303

IV. **Représentation des éléments osseux**.....315
1. Les micromammifères.....318
2. Les lagomorphes.....323
3. Petits mammifères (micromammifères+lagomorphes)...323
4. Les oiseaux.....326
5. Discussion.....

V. **Proportions en éléments proximaux et distaux des membres**.....326

VI. **Fragmentation des dents et des ossements**.....329

VII. **Abrasion des dents et des ossements**.....330
1. Digestion des molaires.....331
A. Digestion des molaires par les rapaces.....331
B. Digestion des molaires par les carnivores.....332
C. Digestion des molaires des petits mammifères dans le gisement.....333
D. Discussion.....333
2. Digestion des incisives.....334
A. Digestion des incisives par les rapaces.....334
B. Digestion des incisives par les carnivores.....335
C. Digestion des incisives des petits mammifères dans le gisement.....336
D. Discussion.....336
3. Digestion des éléments du squelette post-céphalique.....336
A. Données actuelles.....337
B. Digestion des fémurs dans le gisement.....338
4. Discussion.....338

VIII. **Les autres facteurs de modification des ossements**....341
1. Le "trampling".....341
2. La fragmentation secondaire.....341
3. L'exposition à l'air libre.....341
4. Altérations d'origine physico-chimiques.....341
5. Le "gnawing".....344
6. Altérations d'origine inconnue.....344

IX. **Conclusions concernant la taphonomie**.....345

Conclusion.....353

Bibliographie.....357

Annexes.....377

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION

I. GENERALITES SUR LA CAUNE DE L'ARAGO.

I.1. Cadre géographique et géologique de la Caune de l'Arago.

La Caune de l'Arago est située en France, dans le département des Pyrénées-Orientales, sur le territoire de la commune de Tautavel, à une vingtaine de kilomètres de Perpignan.
Elle se trouve à l'extrémité méridionale du massif des Corbières, à l'Ouest du rivage de la Méditerranée et à environ quarante kilomètres de la chaîne des Pyrénées.
La grotte est située à la sortie des gorges des Gouleyrous, sur la rive gauche du Verdouble, en bordure du planal de la Caune d'Arague. Son seuil rocheux est situé à 188 m d'altitude absolue et à 88 m au-dessus du lit actuel du Verdouble et du ruisseau de Vingrau.
Elle se présente actuellement comme une vaste cavité de 35 m de longueur sur 10 m de largeur maximale. Plus haute que large, elle s'ouvre à l'Est par un grand porche et sur le plateau par un aven.

D'un point de vue géologique, on peut dire que la Caune de l'Arago est située dans un ensemble structural complexe :

-Dans un premier temps, le socle paléozoïque de la région a été affecté par l'orogénèse hercynienne (massifs du Mouthoumet et de l'Agly).

-Au Crétacé supérieur et à l'Eocène, la phase de compression alpine est à l'origine de chevauchements importants, notamment dans la plaine de Tautavel, où les calcaires jurassiques, néocomiens et urgo-aptiens chevauchent les marnes albiennes.

-Durant l'Oligocène, qui correspond à une phase de distension, le réseau hydrographique des Pyrénées-Orientales va s'écouler dans la direction du Nord-Est.

-La mise en place du réseau hydrographique actuel date du début du Pliocène où on assiste à un affaissement général de la plaine du Roussillon vers le Sud, ainsi qu'à la formation de la cuvette de Tuchan qui inverse le sens des écoulements fluviatiles.
C'est durant cette période que l'érosion commence à creuser la vallée du Verdouble et que la surface aquitano-vindobonienne est morcelée en plusieurs plateaux. Parmi ces derniers, on notera le planal de la Caune d'Arague et le planal de la Devèze.

I.2 Formation de la grotte.

La formation de la Caune de l'Arago est liée à la karstification des Corbières méridionales qui s'est effectuée en plusieurs étapes durant l'Oligocène et le Miocène.
Les gorges des Gouleyrous et la plaine de Tautavel se sont formées à la faveur d'une période d'érosion intense qui date de la fin du Pliocène et du début du Pléistocène.
Cette érosion a "tronqué" une partie du réseau karstique et a permis l'ouverture de certaines galeries, dont l'une d'elles constitue actuellement la Caune de l'Arago.

La configuration actuelle de la grotte est postérieure au remplissage. En effet, un recul récent du porche originel et l'ouverture d'une fenêtre au plafond de la grotte ont considérablement modifié son aspect primitif.
Lors de sa plus grande extension, la Caune de l'Arago se présentait comme une grande galerie de 123 m de longueur, 10 m de largeur, 20 m de hauteur et d'environ 780 m^2.

I.3. Historique des fouilles.

Le naturaliste français Marcel de Serres a signalé la présence de faunes fossiles dans la grotte (connue alors sous le nom de caverne d'Argou) en 1838.
En 1948, Jean Abelanet découvre des industries lithiques.
De 1948 à 1962, le site est périodiquement fouillé par des ammateurs (notamment les frères Ribes).

Depuis 1964, une équipe dirigée par le professeur Henry de Lumley fouille chaque été, de façon méthodique, cet important gisement préhistorique.

I.4. Stratigraphie du remplissage.

L'étude des coupes établies durant les différentes campagnes de fouilles et des 8 carottes effectuées en 1984 à travers la masse du remplissage ont permis de bien connaître la stratigraphie du remplissage.
Le remplissage quaternaire a une épaisseur maximale de 13 mètres.
Plus de 25 sols d'habitats préhistoriques, superposés et séparés par 5 à 20 centimètres se sédiments stériles, ont été mis en évidence.

Le remplissage est subdivisé en trois grands complexes sédimentaires :

Le complexe de base : essentiellement argileux et argilo-sableux.

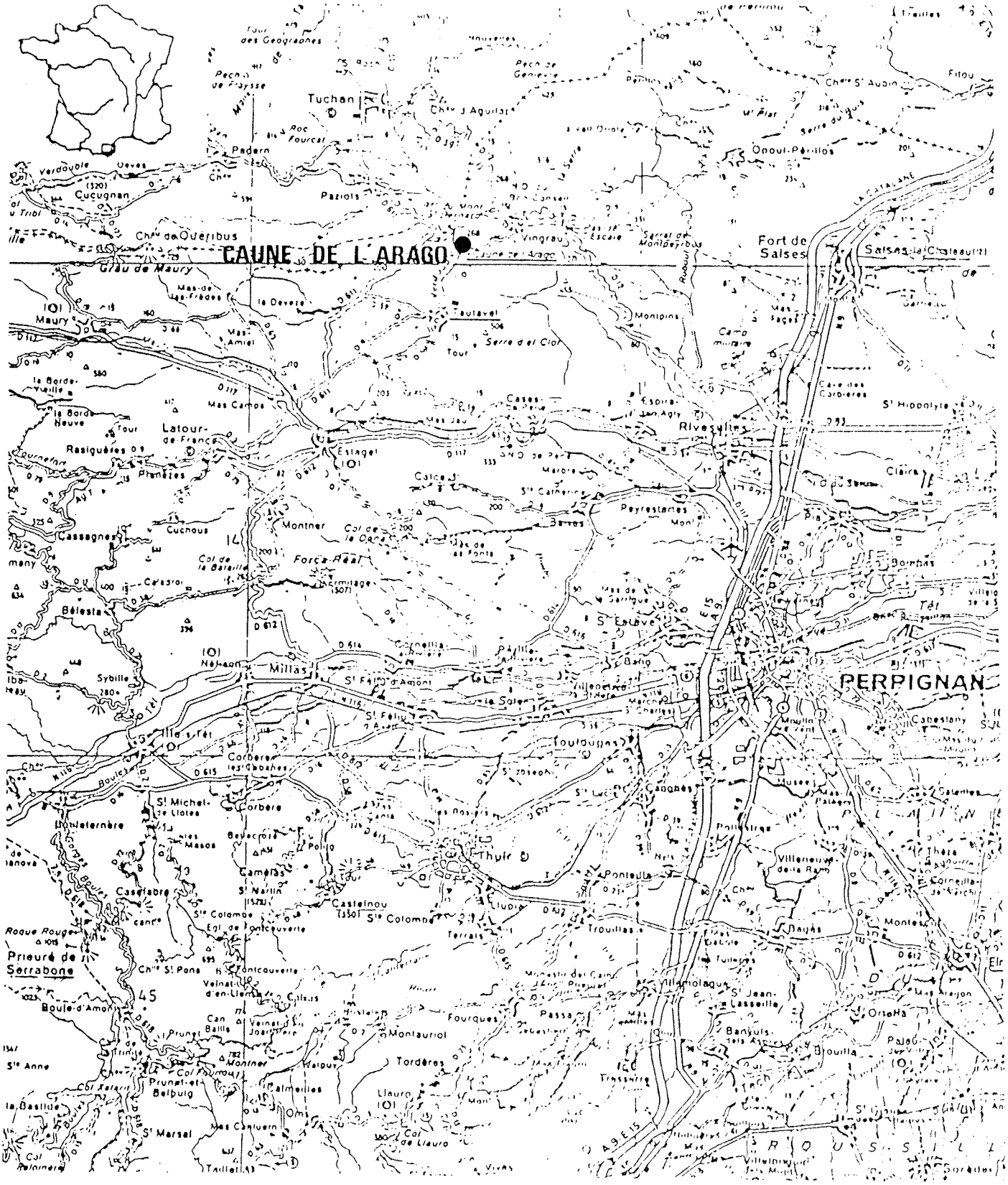
Le complexe moyen : essentiellement sableux et sablo-limoneux.

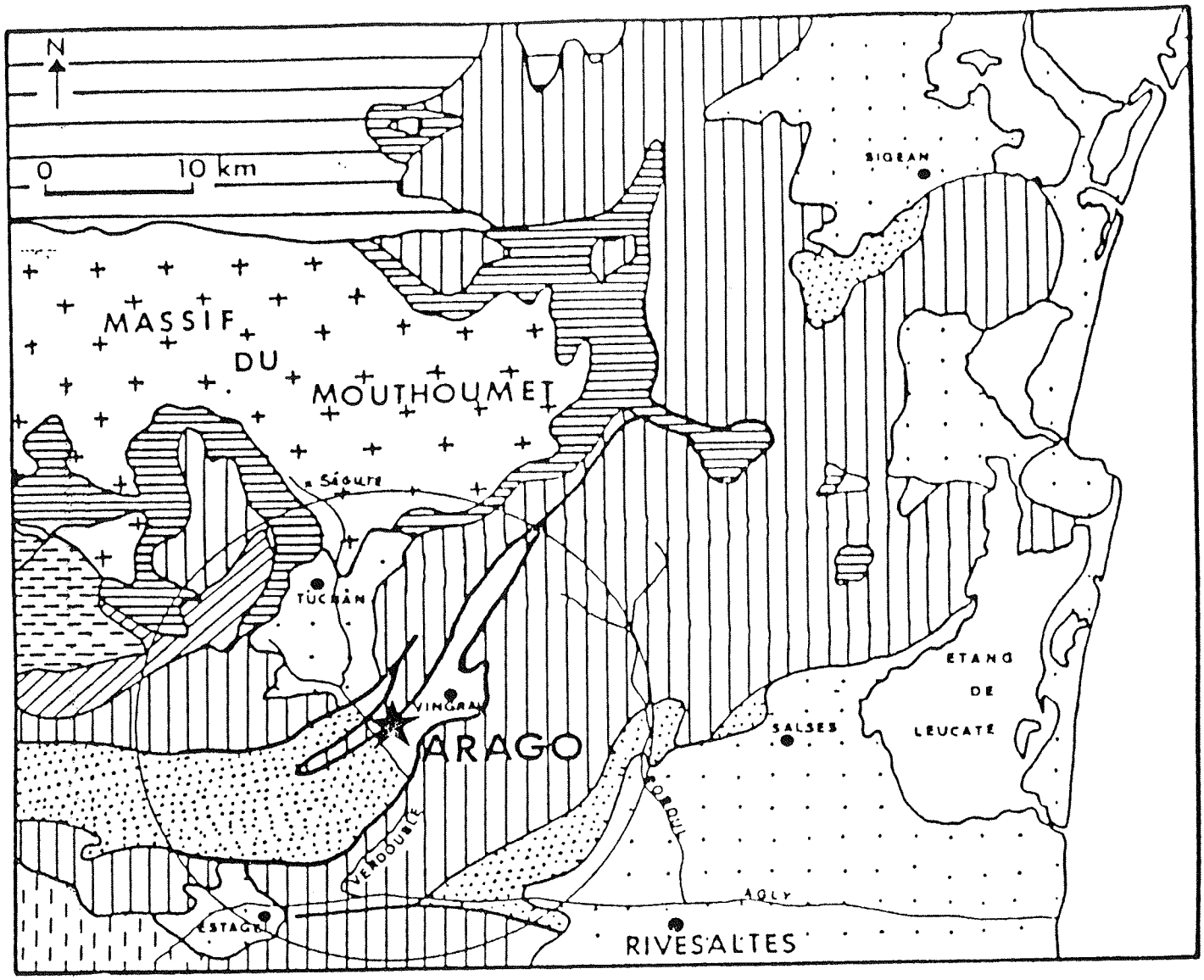
Le complexe supérieur : constitué de plusieurs planchers stalagmitiques interstratifiés de cailloutis à matrice sableuse.

*LE COMPLEXE DE BASE :

-Le plancher stalagmitique inférieur :

Le remplissage de la Caune de l'Arago débute par un plancher stalagmitique reposant directement sur le substratum calcaire de la grotte.
Ce plancher est constitué par :
-Une draperie stalagmitique plaquée contre la paroi sud.
-Un plancher.
-Quelques piliers stalagmitiques localisés dans la partie antérieure de la grotte.


CAUNE DE L'ARAGO
Tuchan
Padern
Cucugnan
Chau de Quéribus
Col du Chau de Maury
Maury
Latour-de-France
Rasiguères
Cassagnes
Bélesta
Millas
Força Réal
Montner
Col de la Bataille
Col de la Garde
Col de Llauro
Tautavel
Serre d'el Clot
Estagel
Cases-de-Pène
Rivesaltes
Peyrestortes
Baixas
Bompas
Claira
Fort de Salses
Salses-le-Château
Onouil-Perillos
Paziols
Vingrau
Montpins
Cucnous
Sybille
Néhaon
St Féliu d'Amont
St Féliu d'Avall
Corbère
Corbère les Cabanes
St Michel-de-Llotes
Llupia
Belpuig
Camélas
Casefabre
Ste Colombe
Roque Rouge
Prieuré de Serrabone
Boule-d'Amont
Ste Anne
St Marsal
Thuir
Ponteilla
Trouillas
Villeneuve-de-la-Raho
Canohès
Toulouges
St Estève
PERPIGNAN
Cabestany
Théza
Corneilla-la-Rivière
Villemolaque
St Jean-Lasseille
Banyuls-dels-Aspres
Montauriol
Fourques
Tordères
Llauro
Passa
Ortaffa
Palau-del-Vidre
Brouilla
Trasserre
Mas Cantuern
Taillet
Vivès
Mas Camos
Mas Amiel
Mas Saget
Mas Barrau
Mas Arjaud
Mas Arjaud
Mas Arjaud



LEGENDE :

- Formations récentes post-pyrénéennes
- Nummulitique des Corbières septentrionales
- Crétacé supérieur sous-pyrénéen
- Lame cénomanienne
- Marne albienne
- Séries mézozoïques anté-albiennes
- Trias
- Paléozoïque cristallin Nord-Pyrénéen
- Paléozoïque du Massif du Mouthoumet

Fig. 2 - Cadre géologique de la Caune de l'Arago.

Ces formations stalagmitiques se sont constituées pendant une période tempérée et humide. Elles ont été datées par la méthode de l'ESR de 690 000 ans. Elles peuvent donc être rapportées au stade isotopique 17.

-Les dépôts argileux et argilo-sableux rougeâtres :

Le complexe de base est essentiellement constitué de dépôts argileux et argilo-sableux rougeâtres qui ont une épaisseur variable (3.70 m d'épaisseur sous le porche actuel et 7.10 m dans le fond de la grotte).

Deux séquences ont été mises en évidence :
-La séquence inférieure du complexe de base.
-La séquence supérieure du complexe de base.

La séquence inférieure du complexe de base est très homogène. Elle est essentiellement composée d'argiles. On notera également la présence de sables grossiers peu abondants et très homogènes. Les sols d'habitats **X**, **Y1**, **Y2**, **Y3** et **Z** sont situés dans la séquence inférieure du complexe de base.

La séquence supérieure du complexe de base est moins homogène : Elle comprend moins d'argiles et plus de sables grossiers (5 à 10%).
Les sols d'habitats **T**, **U**, **V** et **W** sont situés dans la séquence supérieure du complexe de base.

***LE COMPLEXE MOYEN :**

Le complexe moyen est essentiellement constitué de dépôts sableux et limono-sableux.
La partie supérieure de ce complexe a été tronquée par l'érosion dans la région antérieure de la grotte. Ailleurs, il peut être observé sur toute la surface de la grotte.

Deux séquences ont été mises en évidence :
-La séquence inférieure du complexe moyen.
-La séquence supérieure du complexe moyen.

-La séquence inférieure du complexe moyen :

Les dépôts de cette séquence reposent directement sur le complexe de base et peuvent être divisés en deux ensembles :

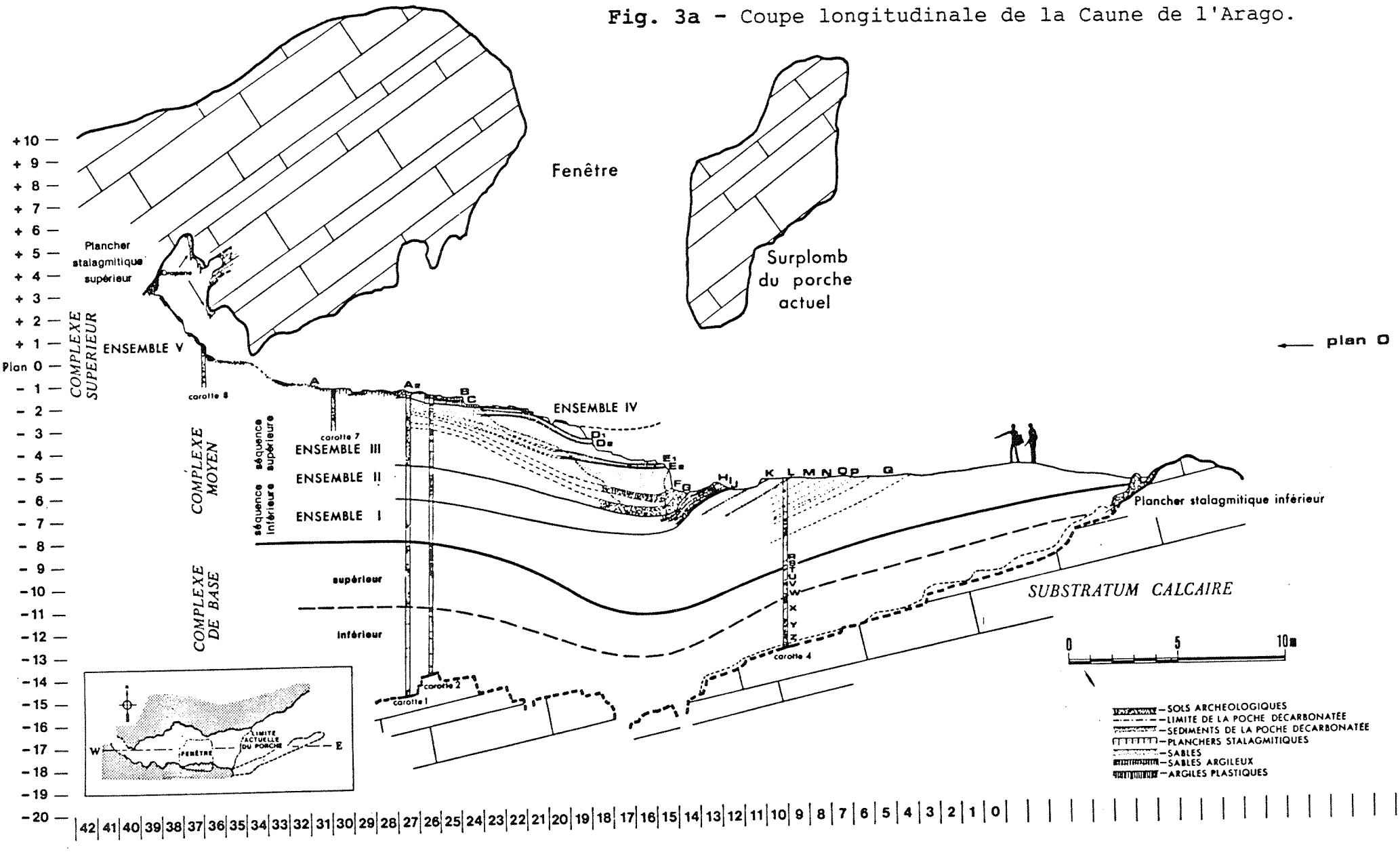
-L'ensemble I : sables grossiers lités.

-L'ensemble II : limons sablo-argileux.

L'ensemble I est sédimentologiquement stable et très homogène. Il est essentiellement constitué de sables assez grossiers et lités qui ont été vraisemblablement déposés par le vent sous un climat froid et sec.
Les sols d'habitats **K** à **S** sont situés dans cet ensemble

W E

Fig. 3a - Coupe longitudinale de la Caune de l'Arago.



stratigraphique.

L'ensemble II est constitué par des limons sablo-argileux.

Deux sous-ensembles ont été distingués :
-IIa : sables argilo-limoneux, assez riches en sables grossiers.
-IIb : argiles limono-sableuses, riches en sables grossiers.

L'ensemble II n'est pas très épais (80 cm sous le porche et 140 cm dans la partie postérieure de la grotte).
Les dépôts de l'ensemble II ont été essentiellement déposés par le ruisselement sous un climat tempéré et humide.
Les sols d'habitats **H**, **I** (**I1** et **I2**) et **J** sont situés dans cet ensemble stratigraphique.

-La séquence supérieure du complexe moyen :

La séquence supérieure du complexe moyen est séparée de la séquence inférieure du complexe moyen (ensembles I et II) par une lacune de sédimentation.
Durant cette période d'interruption de la sédimentation, le sommet de la séquence inférieure a été flexuré et les cailloutis qui constituent le sol **G** (base de l'ensemble III) s'appuient en discordance sur les niveaux supérieurs de l'ensemble II.

La séquence supérieure du complexe moyen est relativement homogène. Un seul ensemble a pu être individualisé : l'ensemble III.

L'ensemble III est essentiellement constitué par des dépôts de sables grossiers, lités, homogènes et meubles.
Cet ensemble est particulièrement épais dans la région centrale de la grotte où il atteint plus de 4 m d'épaisseur (contre 2.5 m dans le fond de la grotte).
Les dépôts de l'ensemble III ont été déposés sous un climat froid et sec.
Les sols d'habitats **D** à **G** sont situés dans cet ensemble stratigraphique.

***LE COMPLEXE SUPERIEUR :**

Les dépôts du complexe supérieur qui peuvent atteindre 1.5 m d'épaisseur, sont constitués par une série de planchers stalagmitiques feuilletés et interstratifiés de dépôts détritiques (principalement des sables limono-argileux).
Ces formations stalagmitiques ont été totalement érodées dans la partie antérieure de la grotte et bien conservées dans la partie postérieure de la grotte.
Ces dépôts correspondent à la succession de plusieurs cycles climatiques :
-Les planchers stalagmitiques se sont formés durant des périodes chaudes et tempérées.
-Les cailloutis sableux se sont déposés durant des périodes froides et sèches.

CAUNE DE L'ARAGO

Coupe transversale 17 / 18

S | ZONE A 18 | ZONE B 18 | ZONE C 18 | ZONE D 18 | ZONE E 18 | ZONE F 18 | ZONE G 18 | ZONE H 18 | ZONE I 18 | ZONE J 18 | ZONE K 18 | ZONE L 18 | I

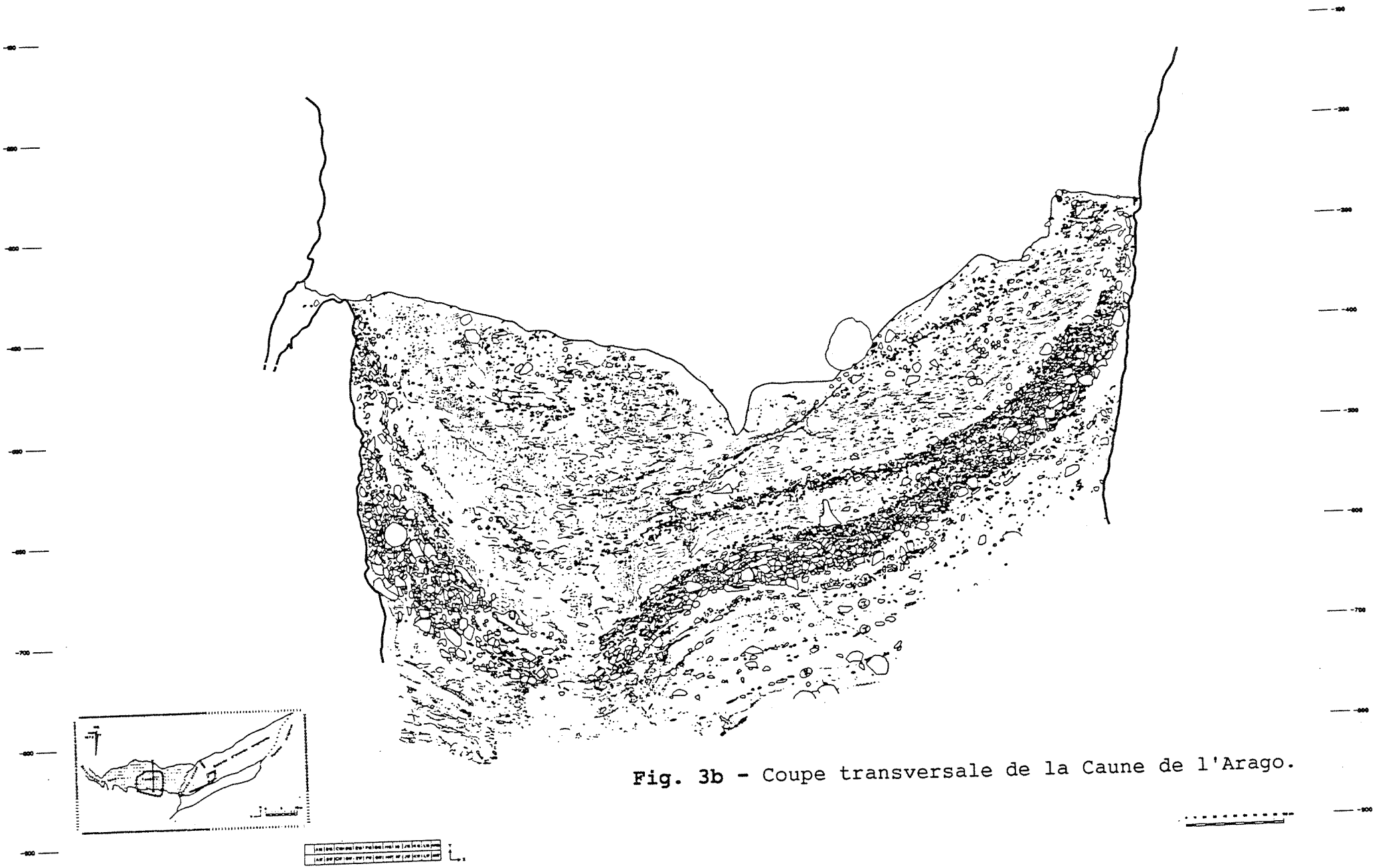


Fig. 3b - Coupe transversale de la Caune de l'Arago.

Deux séquences ont été mises en évidence :
-La séquence inférieure du complexe supérieur.
-La séquence supérieure du complexe supérieur.

La séquence inférieure du complexe supérieur est divisée en deux ensembles :
-L'ensemble IV.
-L'ensemble V.

Le sol d'habitat **C** (qui est constitué par une série de petits sols) se rapporte à l'ensemble IV.

Les sols **A** (**Aoa**, **Aob**, **Aoc**, **A1**, **A2** et **A3**) et **B** se rapportent à l'ensemble V.

La séquence supérieure du complexe supérieur est constituée par un seul ensemble stratigraphique, l'ensemble VI, qui correspond à la dernière formation stalagmitique.

I.5. Datation du remplissage.

Un colloque organisé à Tautavel en 1981 a permis de confronter les résultats de la biochronologie avec ceux des différentes méthodes physico-chimiques de datation absolues qui avaient été utilisées (paléomagnétisme, déséquilibre de l'uranium, résonance électronique de spin, thermoluminescence et traces de fission). Les résultats de la biochronologie à partir des grands mammifères présentent une convergence très nette avec ceux des analyses géochimiques. L'étude des cortèges de rongeurs a par contre permis de proposer un âge plus récent (390 à 350 000 ans).

A ce jour, plus de 700 échantillons ont fait l'objet d'analyses géochimiques dans le but de dater, avec le maximum de précison, les différents ensembles stratigraphiques de la Caune de l'Arago. La confrontation des différents résultats a permis de proposer les résultats suivants :

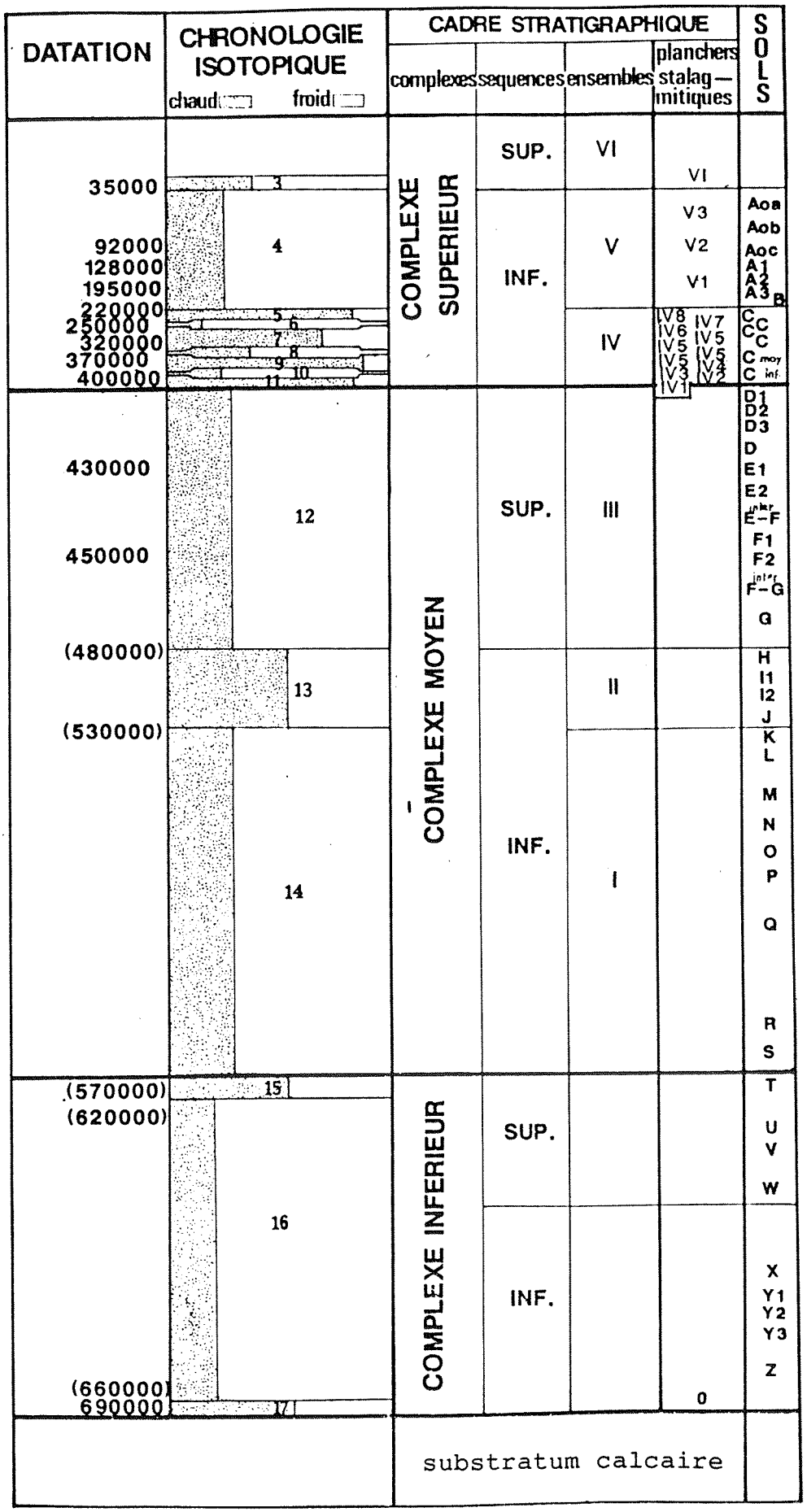
Plancher stalagmitique inférieur :

Le plancher stalagmitique inférieur a été daté de 690 000 ans par la méthode de l'ESR. Il correspond donc au stade 17 (éventuellement 19).

Le complexe de base :

Le complexe de base a un âge compris entre 700 000 et 550 000 ans.
Il correspond aux stades isotopiques 18 à 15.

Tabl. 1 - Stratigraphie du remplissage de la Caune de l'Arago.



			Acides aminés	Thermoluminescence stalagmites 280° C	Thermoluminescence stalagmites 350° C	ESR concrétions	ESR ossements	ESR stalagmites h_3	ESR stalagmites h_1	Déséquilibre de l'uranium concrétions	Déséquilibre de l'uranium ossements	Déséquilibre de l'uranium stalagmites	Consensus ou estimation
Stalactites du plafond			15 000	15 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Plancher stalagmitique supérieur	récent	γ	35 000	35 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	moyen	β	90 000 160 000	89 000 160 000	—	—	—	84 000 196 000	—	—	—	89 000 (240 000)	—
	ancien	α	350 000	> 350 000	—	—	360 000	(470 000)	—	—	—	—	—
Poche décarbonatée			*120 000 à 400 000*	—	—	(120 000)	—	—	—	(45 000)	—	—	—
Ensemble V			400 000	—	(115 000)	—	—	—	—	—	—	—	*400 000*
Ensemble IV			400 000	> 350 000	> 350 000	—	500 000	(240 000)	—	—	450 000	(230 000)	*400 000*
Ensemble III			450 000	—	> 350 000	—	—	—	*450 000*	—	—	—	*440 000*
Lacune de sédimentation			*450 000 à 500 000*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ensemble II			*500 000*	—	(130 000)	—	—	—	—	—	—	—	490 000
Ensemble I			*550 000*	—	(150 000)	—	—	—	*600 000*	—	—	—	590 000
Complexe de base			*550 000 à 700 000*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Plancher stalagmitique inférieur			700 000	> 350 000	—	—	700 000	(260 000)	—	—	(360 000)	(220 000)	—

Tabl. 3 - Bilan des datations du remplissage de la Caune de l'Arago. (D'après Lumley H. de et al., 1984)

Les valeurs notées en italique correspondent à des âges estimés.
Les valeurs notées entre parentheses correspondent à des âges vraisemblablement trop recents ou trop anciens

Le complexe moyen :

Le complexe moyen a un âge compris entre 550 000 et 450 000 ans. Il correspond aux stades isotopiques 14 à 12.

Ensemble I (sols N, M, L, K) : 550 000 ans (stade 14)
Ensemble II (sols J, I, H) : 500 000 ans (stade 13)
Ensemble III (sols G, F, E, D) : 450 000 ans (stade 12)

Le complexe supérieur :

Les planchers stalagmitiques qui constituent le complexe supérieur ont été datés par différentes méthodes (déséquilibre de l'uranium, ESR et thermoluminescence) qui ont été intercalibrées. Il s'est avéré que l'âge du complexe supérieur est compris entre 400 000 et 80 000 ans.
Il correspond donc aux stades isotopiques 11 à 5.

	430 000	
Plancher stalagmitique **a**	400 000	(stade 11)
sol C inférieur		
Plancher stalagmitique **b**	330 000	(stade 9)
sol C supérieur		
Plancher stalagmitique **c**	220 000	(stade 7)
	120 000	(stade 5)
Plancher stalagmitique **d**	80 000	
sol B		
	sable grossier à cailloux	
sol A		

I.6. Analyses palynologiques.

Les analyses polliniques ont permis de mettre en évidence la présence de trois groupements végétaux différents :

-Les pins (Pinus type sylvestris) et les bouleaux, qui proviennent vraisemblablement des étages montagnards les plus proches.

-Les essences de la chênaie mixte, les saules et les aulnes qui sont toujours rares. Ces taxons devaient être cantonnés le long du Verdouble.

-Les taxons thermophiles ou nettement méditerranéens : pin (Pinus type maritima), oléacées (type Phillyrea), cupressacées, chêne

(Quercus type ilex), pistachiers, buis, charmes (Carpinus type orientalis, Ostrya), noyers, platanes, vigne sauvage, qui devaient pousser sur les pentes au pied de la grotte.

D'une façon générale, on observe, tout au long du remplissage, des alternances de paysages découverts et de paysages forestiers qui traduisent d'importantes variations climatiques :

L'ensemble I du complexe moyen correspond à un climat froid et sec.
Le paysage devait être occupé par une steppe à graminées et à composées. Les arbres devaient être également présents, mais peu nombreux.

L'ensemble II du complexe moyen correspond à un climat tempéré et humide.
Les arbres sont beaucoup plus abondants. Les taxons tempérés et thermophiles sont bien représentés, surtout au sommet de la séquence.

L'ensemble III du complexe moyen correspond à un climat froid et sec.
Les arbres sont peu nombreux; la strate herbacée est bien représentée.
Le paysage devait à nouveau être occupé par une steppe à graminées et à composées.

Les planchers stalagmitiques **du complexe supérieur** sont caractérisés par la présence d'un couvert forestier bien développé. Les trois groupements végétaux sont bien représentés et semblent déterminer un climat tempéré et humide.

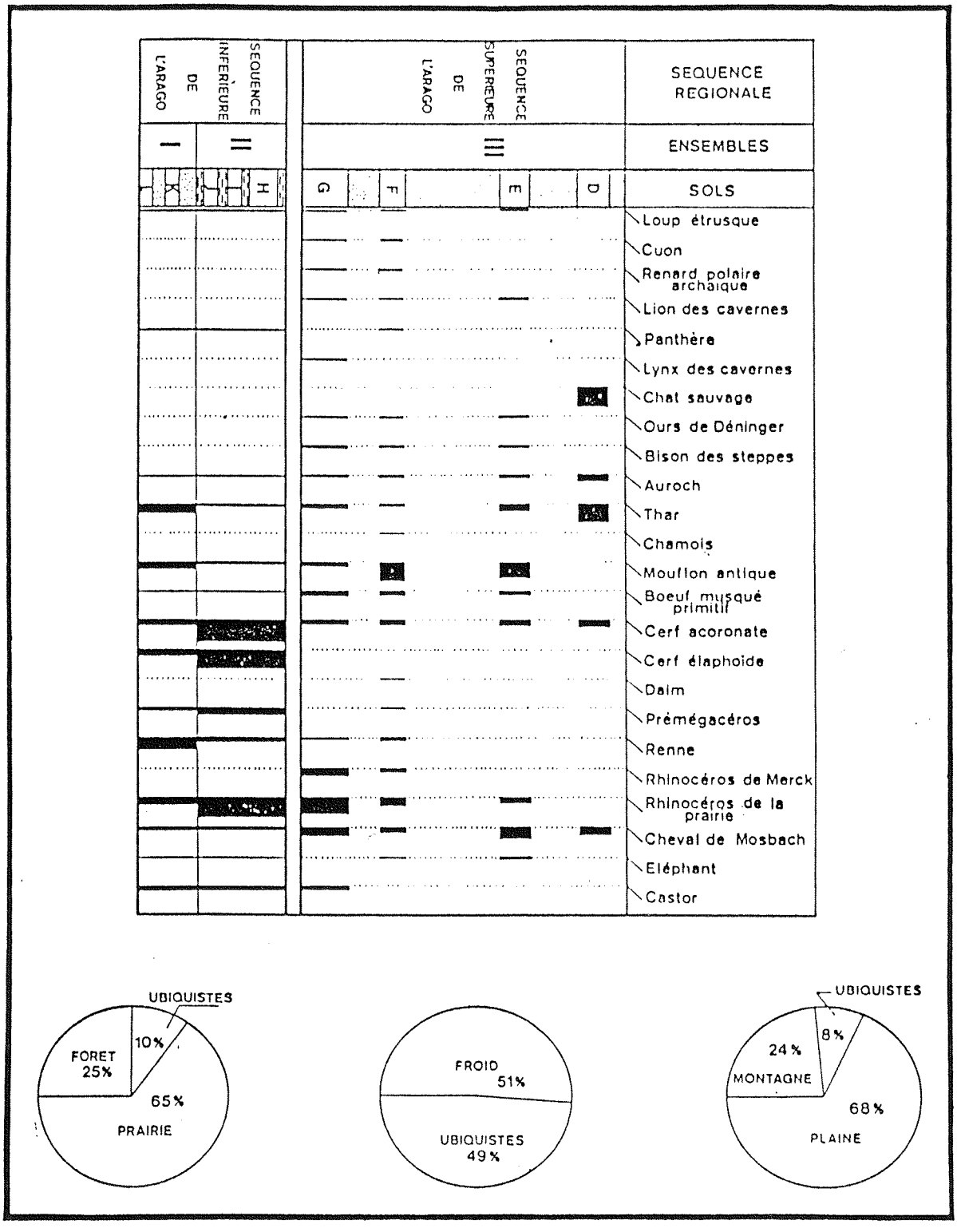
Les taxons thermophiles sont présents dans tous les niveaux qui ont fait l'objet d'une analyse palynologique.

I.7. Etude de la grande faune.

a). Paléontologie et biostratigraphie.

Les espèces découvertes dans la **séquence inférieure du complexe moyen** sont caractéristiques du "complexe mindélien moyen" : Canis etruscus de type archaïque, Cervus elaphus, Rangifer tarandus, Praeovibos priscus, Ovis ammon antiqua, Hemitragus bonali, Bos ou Bison, Equus caballus mosbachensis de type archaïque.

Les espèces découvertes dans la **séquence supérieure du complexe moyen** sont un peu plus évoluées et caractéristiques du "complexe mindélien supérieur" : Canis etruscus de type évolué, Vulpes praeglacialis, Cuon priscus, Ursus deningeri, Panthera (Leo) spelaea, Panthera pardus, Felis (Lynx) spelaea, Felis sylvestris, Elephas sp., Dicerorhinus hemitaechus, Dicerorhinus merckii, Equus caballus mosbachensis race tautavelensis, Dama sp., Cervus elaphus, Rangifer tarandus, Bos primigenius, Bison priscus, Praeovibos priscus, Ovis ammon antiqua, Hemitragus bonali,



Tabl. 4 - Répartition de la faune dans le remplissage de la Caune de l'Arago.

Rubicapra rubicapra.

Il a été possible, en tenant compte du stade d'évolution des espèces de mammifères, de mettre en parallèle les faunes du complexe moyen de la Caune de l'Arago avec les principaux sites du Quaternaire européen :

Elles sont postérieures aux faunes de Soleilhac et d'Isernia, datées de 700 000 ans, et antérieures aux faunes de Terra Amata datées de 380 000 ans, d'Orgnac III datées de 340 000 ans et de la grotte du Lazaret datées de 200 000 à 100 000 ans.

b). Paléoécologie et paléoclimatologie.

Dans l'**ensemble I**, à la base de la séquence inférieure du complexe moyen, l'abondance du Renne et la présence du Thar et du Mouflon antique évoquent un paysage découvert et un climat froid et sec.

Dans l'**ensemble II**, au sommet de la séquence inférieure du complexe moyen, l'abondance du Cerf élaphe et du Daim évoque un paysage forestier et un climat tempéré et très humide.

Dans l'**ensemble III**, au niveau de la séquence supérieure du complexe moyen, l'abondance du Renne, du Boeuf musqué, du Mouflon antique, du Cheval de Mosbach, ainsi que la présence du Bison des steppes, de l'Aurochs et du Rhinocéros de prairie évoquent un milieu ouvert, peut-être steppique et un climat froid et sec.

I.8. Les restes humains.

Plus de 70 restes osseux d'Homo erectus (Anténéandertaliens) se rapportant au squelette céphalique et post-céphalique ont été recueillis dans le remplissage de la Caune de l'Arago.

Les restes d'une vingtaine d'individus des deux sexes ont été reconnus, parmi lesquels figurent des enfants, des adultes et quelques rares individus âgés.

L'examen de ces ossements a permis de mettre en évidence les caractères morphologiques suivants :
Ils étaient robustes, possédaient un crâne avec un front fuyant, un torus sus-orbitaire épais, un prognathisme marqué, une mandibule sans menton, avec un planum alvéolaire, des branches montantes verticales et très larges et des dents volumineuses. Leur capacité crânienne était relativement faible : 1 150 cm^3

L'examen des mandibules a permis de mettre en évidence un important dimorphisme sexuel :
-La mandibule Arago XIII, très robuste et à dents volumineuses, serait masculine.
-La mandibule Arago II, plus gracile avec de petites dents, serait féminine.

I.9. L'industrie lithique.

Le remplissage de la Caune de l'Arago est particulièrement riche en matériel lithique : plus de 300 000 pièces ont été recueillies jusqu'à présent.

Le petit outillage, essentiellement taillé en quartz, plus rarement en quartzite ou en silex, a généralement été façonné sur des débris, moins souvent sur des éclats et rarement sur des galets. Le débitage n'est jamais Levallois et les lames sont extrêmement rares. Cet outillage est le plus souvent de petite dimension et pourrait être qualifié de microlithique.

Les racloirs, en pourcentage relativement élevé, sont généralement peu arqués et souvent aménagés par retouches épaisses ou surélevées, quelquefois par retouches écailleuses scalariformes. Les racloirs doubles et les racloirs convergents sont relativement peu nombreux; les racloirs déjetés sont cependant assez bien représentés. Sur les éclats, les racloirs latéraux sont fréquents, alors que les racloirs transversaux sont peu abondants.
L'industrie lithique de la Caune de l'Arago est généralement décrite sous le terme de faciès Tautavélien.

II. LE MILIEU ACTUEL.

II.1. Généralités sur le département des Pyrénées-Orientales.

Le département des Pyrénées-Orientales, le plus méridional de France, peut être divisé en deux parties :

-Une zone à reliefs très accentués qui occupe la partie occidentale du département.

-Une vaste plaine côtière qui se rencontre dans la partie orientale du département.
Cette plaine est limitée au Nord par le massif des Corbières, au Sud par les Albères et à l'Ouest par les Aspres.

Cette configuration particulière des reliefs se traduit par le fait que les formations végétales se succèdent de l'étage méditerranéen à l'étage alpin sur moins de 50 km à vol d'oiseau, entre la côte et le sommet du Canigou (2785 m).

Une étude des micromammifères des P.O. (FONS et al., 1980) a permis de mettre en évidence les résultats suivants :

-La faune subalpine et montagnarde est caractérisée par le grande densité des Insectivores du genre Sorex et la présence de Rongeurs tels que Microtus arvalis, Clethrionomys glaerolus, Pitymys (Terricola) pyrenaïcus et Arvicola terrestris.

-La faune des plaines (étage méditerranéen) est caractérisée par l'absence des Soricinae et de Microtus arvalis. Par contre les Crocidurinae deviennent très nombreuses, ainsi que les Souris (Mus spretus et Mus musculus).

-L'étage subméditerranéen (ou supraméditerranéen) apparaît comme une zone de transition où les conditions locales liées à l'altitude et à l'orientation des versants constituent les facteurs limites de répartition des espèces montagnardes et méditerranéennes.

L'étage subméditerranéen apparaît comme étant le plus riche en espèces, puis vient l'étage montagnard.
La plaine et la région côtière sont par contre plus pauvres en espèces.

N.B. : Le département des Alpes-Maritimes présente une topographie comparable, mais à l'inverse des Pyrénées-Orientales on ne constate pas de chevauchements de faune au niveau de l'étage supraméditerranéen (ORSINI, 1990).

II.2. La plaine de Tautavel.

La plaine de Tautavel est une vallée encadrée par des escarpements rocheux, qui est orientée Nord-Ouest/Sud-Est.
Elle mesure 7 km de longueur sur 2 km de largeur environ.

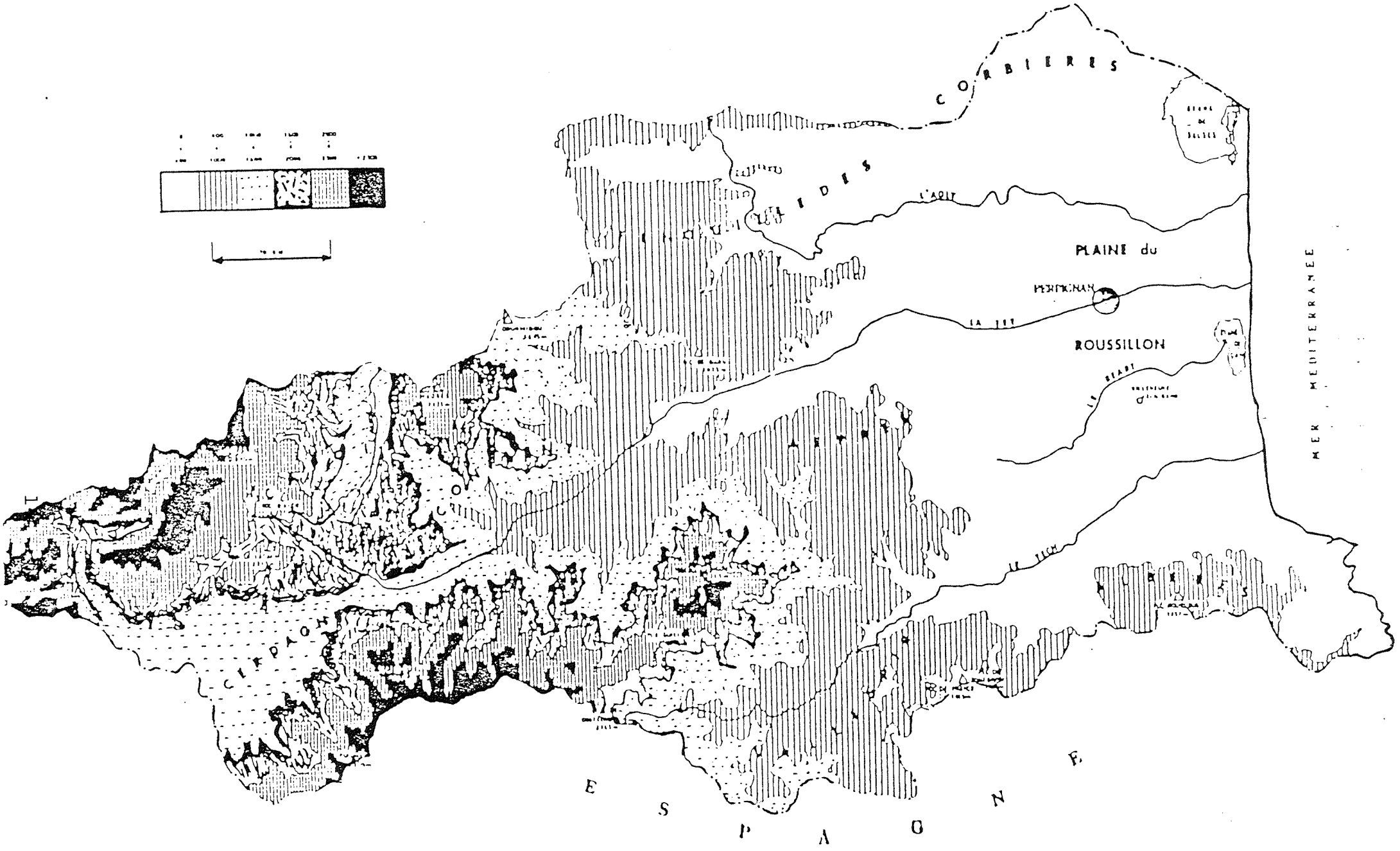


Fig. 4 - Carte altitudinale du département des Pyrénées-Orientales.

a) La végétation.

La végétation est difficile à observer car les fonds de vallées et les flancs de coteaux (c'est-à-dire la majeure partie de la plaine) sont occupés par des cultures de vignes.
Il reste néanmoins des zones qui ont été épargnées et qui nous donnent une idée de la façon dont s'agencerait la végétation si il n'y avait eu d'intervention humaine.

On peut distinguer 4 milieux :

-Le bord de la rivière où on rencontre principalement du peuplier noir, du peuplier blanc, du frêne et du saule blanc, ainsi que d'autres espèces hydrophiles.
Cette zone est actuellement peu étendue et il paraît difficile de savoir quelle était son extension avant que l'homme ne bouleverse le paysage végétal de la plaine.

-La plaine, au sein de laquelle on trouve par ordre décroissant de représentativité : du genévrier, du pin d'Alep (répandu en îlots disséminés et dont le développement est favorisé par l'homme), du chêne vert et de l'érable de Montpellier.
La plaine apparaît donc comme un milieu où domine le couvert forestier.

-Les pentes où on rencontre principalement du genévrier et du buis.
Ce milieu est identique de chaque côté de la plaine parce que dans la région de Tautavel, l'opposition des versants joue de façon secondaire, le climat de type aride étant le facteur dominant.

-Les plateaux où la végétation est essentiellement constituée par du chêne vert qui forme un sous-bois extêmement dense.

Il convient de préciser que le pistachier (lentisque) qui est caractéristique d'un climat aride et typiquement méditerranéen est présent dans tous ces milieux.

b) La faune.

Durant les campagnes de fouilles de 1983 et 1984, une prospection systématique des cavités karstiques a été effectuée dans le but de recueillir les ossements des petits vertébrés afin de mieux connaître les biotopes actuels de la plaine de Tautavel.

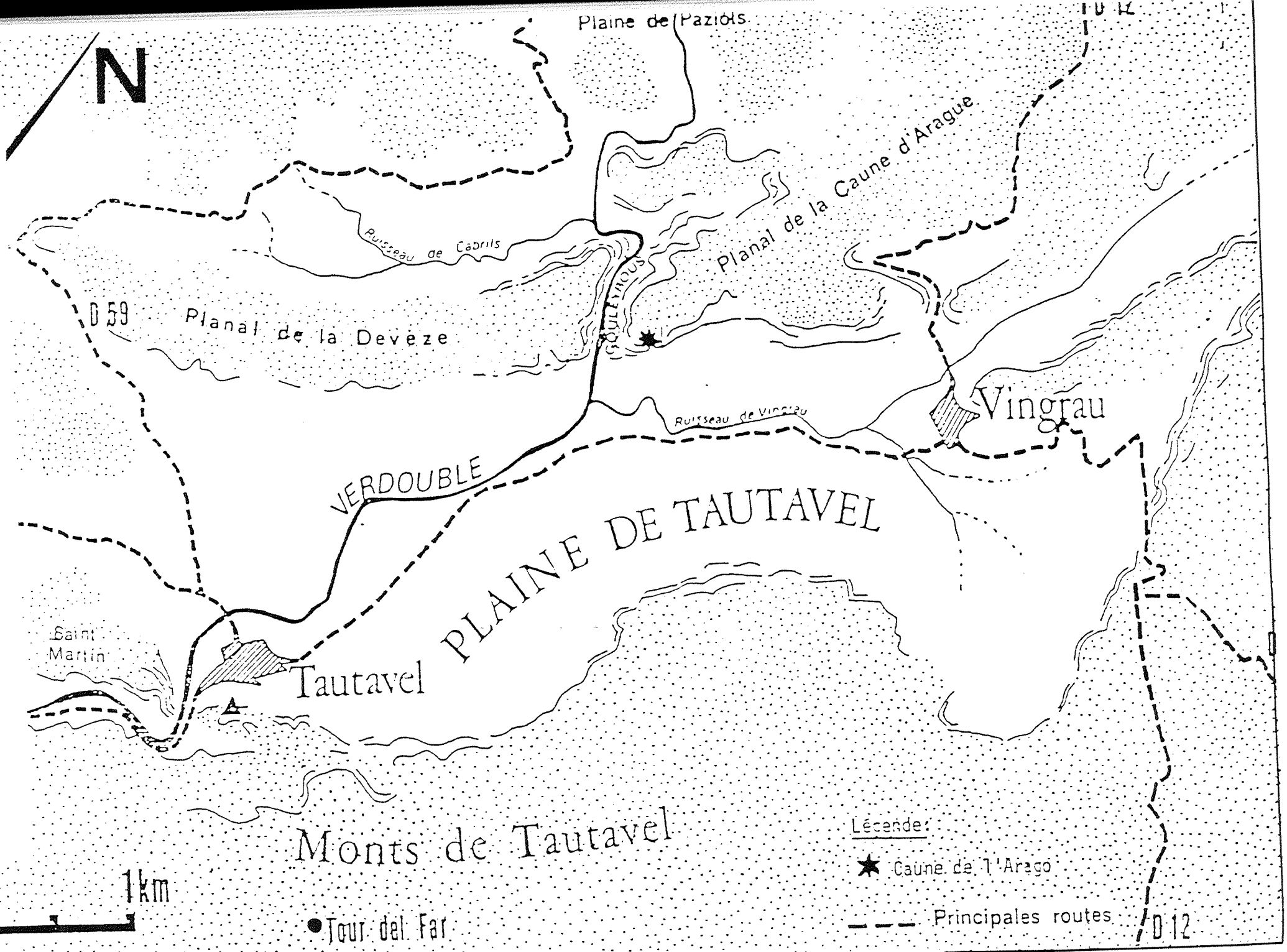


Fig. 5 - Présentation générale de la plaine de Tautavel.

***Inventaire :**

POISSONS.

-TELEOSTEENS :

-Anguillidae : Anguilla anguilla (Anguille).
-Cyprinidae : Leuciscus sp.
Barbus sp.
Scardinius sp.

AMPHIBIENS.

-ANOURES :

-Discoglossidae : Alytes obstetricans (Crapaud accoucheur).
-Hylidae : Hyla sp.
-Pelobatidae : Pelobates cultripes (Pélobate).
-Ranidae : Rana cp. esculenta (Grenouille verte).
-Bufonidae : Bufo bufo (Crapaud commun).
Bufo calamita (Crapaud calamite).

REPTILES.

-OPHIDIENS :

-Colubrinae : Elaphe scalaris (Couleuvre à échelons).
Elaphe longissima (Coul. d'Esculape).
Coluber viridiflavus (Coul. verte et jaune).
Malpolon monspessulanus (C. de Montpellier).
Coronella sp.

-Natricinae : Natrix sp.

-SAURIENS :

-Lacertidae : Lacerta sp.
Lacerta lepida (Lézard ocellé).

-CHELONIENS :

-Testudinidae : Testudo hermanni (Tortue d'Hermann).

-Emydidae : Emys orbicularis (Cistude d'Europe).

MAMMIFERES.

-INSECTIVORES :

-Erinaceidae : Erinaceus europaeus (Hérisson européen).

-Talpidae : Talpa europaea (Taupe).

-Crocidurinae : Crocidura russula (Crocidure commune).
Crocidura suaveolens (Croc. des jardins).
Suncus etruscus (Pachyure étrusque).

-CHIROPTERES :

-Vespertilionidae : Myotis myotis (grand Murin).

-RONGEURS :

-Gliridae : Glis glis (Loir).
Eliomys quercinus (Lérot).

-Muridae : Rattus rattus (Rat noir).
Mus cf. spretus (Souris sauvage).
Apodemus sylvaticus (Mulot).

-Arvicolidae : Arvicola sapidus (Rat d'eau).
Terricola duodecimcostatus (C. médit.)
Microtus agrestis (Camp. des champs).

-LAGOMORPHES :

-Leporidae : Oryctolagus cuniculus huxleyi (Lapin).
Lepus capensis (Lièvre européen).

OISEAUX.

-PODICIPEDIFORMES :

Podiceps ruficollis (Grèbe castagneux).

-ANSERIFORMES :

Anas acuta (Canard pilet).
Anas platyrhynchos (Canard colvert).
Anas crecca (Sarcelle d'hiver).

-ACCIPITRIFORMES :

Accipiter gentilis (Autour des palombes).
Accipiter nisus (Epervier d'Europe).
cf. Circus aeruginosus (Busard des roseaux).
Buteo buteo (Buse variable).

-FALCONIFORMES :

Falco tinnunculus (Faucon crécerelle).
cf. Falco naumanni (Faucon crécerelle).
cf. Falco vespertinus (Faucon kobez).

-GALLIFORMES :

Alectoris rufa (Perdrix rouge).
Coturnix coturnix (Caille des blés).

-GRUIFORMES :

Porzana porzana (Marouette ponctuée).
Crex crex (Râle des genêts).
cf. Fulica atra (Foulque macroule).
Rallus aquaticus (Râle d'eau).
Gallinula chloropus (Poule d'eau).

-CHARADRIIFORMES :

Tringa totanus (Chevalier gambette).
Limosa limosa (Barge à queue noire).
Gallinago gallinago (Bécassine des marais).
Scolopax rusticola (Bécasse des bois).

-COLUMBIFORMES :

Columba palumbus (Pigeon ramier).

-CUCULIFORMES :

Cuculus canorus (Coucou gris).

-STRIGIFORMES :

Strix aluco (Chouette hulotte).
Tyto alba (Chouette effraie).
Athene noctua (Chouette chevêche).
cf. Aegolius funereus (Chouette de Tengmalm).
cf. Surnia ulula (Chouette épervière).
Asio otus (Hibou moyen duc).
Otus scops (Hibou petit duc).
cf. Asio flammeus (Hibou des marais).

-CAPRIMULGIFORMES :

Caprimulgus ruficollis (Engoulevent à collier roux).

-APODIFORMES :

Apus melba (Martinet à ventre blanc).
Apus apus (Martinet noir).

-PICIFORMES :

Picus viridis (Pic vert).
Jynx torquilla (Torcol fourmilier).

-PASSERIFORMES :

Turdus merula (Merle noir).
Galerida cristata (Rochevis huppé).
Alanda arvensis (Alouette des champs).
Hirundo rustica (Hirondelle des cheminées).
Delichon urbica (Hirondelle des fenêtres).
Ptyonoprogne rupestris (Hirondelle des rochers).
Oenanthe oenanthe (Traquet motteux).
Oenanthe hispanica (Traquet oreillard).
cf. Oenanthe leucura (Traquet rieur).
Carduelis cannabina (Linotte mélodieuse).
cf. Monticola solitarius (Merle bleu).
cf. Emberiza hortulana (Bruant ortolan).
Anthus pratensis (Pipit farlouse).
Anthus trivialis (Pipit des arbres).
Anthus spinoletta (Pipit spioncelle).
Petronia petronia (Moineau soulcié).
Fringilla coelebs (Pinson des arbres).
Sylvia cantillans (Fauvette passerinette).
Sylvia atricapilla (Fauvette à tête noire).
Muscicapa striata (Gobemouche gris).
Motacilla alba (Bergeronnette grise).
Turdus iliacus (Grive mauvris).
Sturnus vulgaris (Etourneau sansonnet).
Corvus monedula (Choucas des tours).
Corvus corax (grand Corbeau).
Garrulus glandarius (Geai des chênes).
Pica pica (Pie bavarde).

A cette liste des Oiseaux, il convient de rajouter les espèces déterminées par C. Mourer-Chauviré en 1975 qui proviennent d'un nid au dessus de la Caune de l'Arago :

Caprimulgus europaeus (Engoulevent d'Europe).
Pernis apivorus (Bondrée apivore).
Falco peregrinus (Faucon pèlerin).
Columba livia (Pigeon biset).
Tringa (Actitis) hypoleucos (Chevalier guignette).
Burhinus oedicnemus (Oedicnème criard).

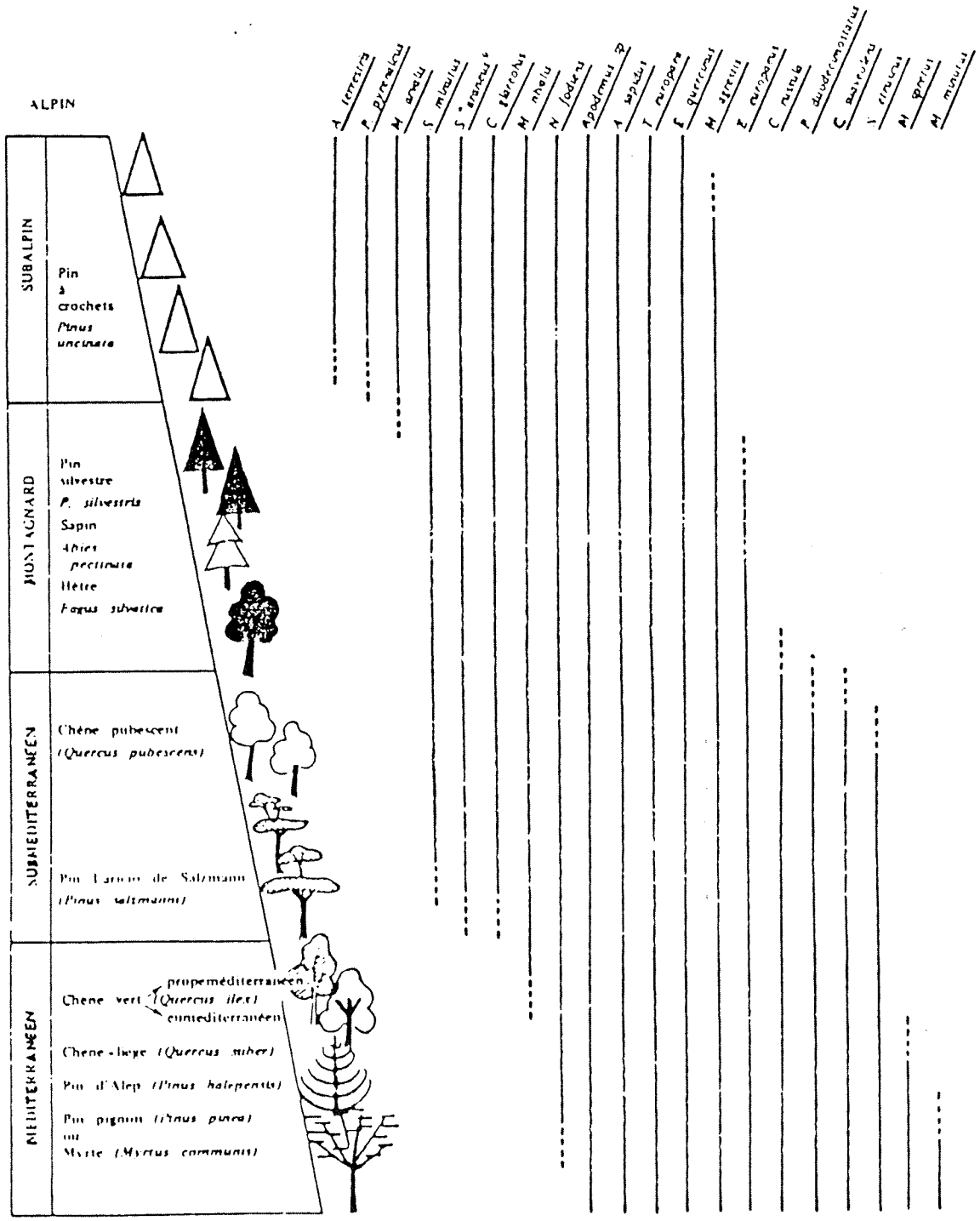


Fig. 6 - Schéma de la répartition altitudinale des petits mammifères en liaison avec les étages et la végétation dans le département des Pyrénées-Orientales. (D'après Fons et al., 1980).

***Conclusions :**

La quasi-totalité des biotopes de la plaine de Tautavel sont représentés : vigne, maquis-garrigue, éboulis, rivière et végétation des alentours.

Les espèces inféodées à l'eau (Amphibiens, Arvicola sapidus, couleuvres du genre Natrix, Emys orbicularis et certains oiseaux) soulignent l'importance du Verdouble dans la plaine.

On notera également :

-l'absence de Microtus arvalis et de Soricinae.

-l'abondance de Crocidurinae et la présence de Microtus agrestis.
-La présence d'un nombre important d'oiseaux sédentaires largement répandus dans les régions chaudes du Sud de l'Europe.

Ces observations nous amènent à penser que la faune de la plaine de Tautavel est caractéristique de l'étage méditerranéen.

N.B. : Cette étude de la faune actuelle et sub-actuelle de la plaine de Tautavel a fait l'objet d'un travail préliminaire (Desclaux, 1986).

III. OBJECTIFS ET METHODES DE TRAVAIL.

III.1. Objectifs.

Trois objectifs ont été retenus pour cette étude :

-Effectuer une approche biochronologique du gisement en comparant le degré d'évolution des petits vertébrés de la Caune de l'Arago avec ceux d'autres sites du Pléistocène de France et d'Europe.

-Contribuer à la connaissance du climat et de l'environnement des hommes fossiles qui ont occupé le site en comparant les résultats obtenus grâce à l'étude des petits vertébrés avec ceux des autres disciplines (paléontologie des grands mammifères, sédimentologie et palynologie notamment).

-Essayer de mettre en évidence le mécanisme, ou les mécanismes de concentration des petits vertébrés dans le gisement.

III.2. Travail de terrain : tamisage et tri du matériel.

Durant les campagnes de fouilles, le tamisage et le tri des ossements et des dents de petits vertébrés est effectué sur place.
Ces opérations s'effectuent de la façon suivante :
Les sédiments sont tamisés sous l'eau dans deux tamis superposés de mailles différentes (1.2 mm et 0.6 mm).
Lors du tri, les ossements et les dents sont séparés et mis dans des tubes où sont scrupuleusement notées la zone (carré) et la couche correspondante (épaisseur de chaque couche : 5 cm).
A ce stade du travail, les différents ordres (Anoures, Ophidiens, Sauriens, Chiroptères, Insectivores, etc...) ou classes (Oiseaux) sont séparés dans le but de faciliter le travail de laboratoire.

III.3. Travail de laboratoire.

a) Détermination spécifique.

Dans un premier temps, chaque pièce a été mise dans un sac "MINIGRIP" avec une étiquette mentionnant la zone, la couche, la dénomination de l'os ou de la dent et une première détermination au niveau de la famille, du genre, voire même de l'espèce dans certains cas.
Ces éléments osseux ont ensuite fait l'objet d'une détermination spécifique à partir de leurs caractères morphologiques.
Les collections de comparaison de squelettes actuels de l'Institut de Paléontologie Humaine et du Laboratoire d'Anatomie Comparée de Paris, ainsi que celle du Laboratoire d'Anthropologie de la Faculté de Médecine de Marseille ont été consultées lors de cette étape du travail.

b) Mesures des ossements et des dents.

Nous avons également eu recours à la biométrie dans le but d'affiner les déterminations effectuées à partir des critères morphologiques.
L'étude biométrique a été menée dans le but de voir si les populations étudiées étaient constituées d'une ou de plusieurs espèces et d'effectuer une comparaison avec les microvertébrés d'autres sites.

Les mesures des ossements des Oiseaux et des Lagomorphes ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse (MITUTOYO) ayant une précision de 0.02 mm.
Nous avons effectué les mêmes mesures que C. Mourer-Chauviré (1975) pour les ossements des Oiseaux.
Nous avons mis au point un lexique de mesures pour les Lagomorphes dans lequel figurent les dénominations de Van den Driesch (1967) et de Desse et al. (1987). Ce lexique a également été utilisé pour les Castoridae.

Les mesures des ossements et des dents des Insectivores, des Chiroptères et des Rongeurs ont été effectuées, à l'I.P.H., à l'aide d'une loupe binoculaire WILD M3Z et d'un dispositif numérique pour mesures de longueurs WILD MMS235.
Nous avons utilisé les mêmes mesures que J. Chaline (1972) et J.C. Marquet (1989) pour les dents de Rongeurs.
Pour les Chiroptères, nous avons repris les mesures de I. Dupuis (1986).
Pour les Insectivores (Talpidae), nous avons utilisé les mesures de C. Robert (1983).

N.B. : Le lecteur trouvera dans les annexes les détails concernant les mesures qui ont été utilisées pour chacun des groupes.

c) Le dénombrement.

Nous avons utilisé le N.M.I (nombre minimal d'individus) afin d'évaluer les proportions relatives des différentes espèces.
Le N.M.I. a été calculé pour chacun des sols à partir de l'élément anatomique le mieux représenté.
Le N.R. (Nombre de restes) a été utilisé pour l'étude de la répartition spatiale des ossements dans le sol G.

d) La saisie des données.

Dans un premier temps, les éléments osseux ayant fait l'objet d'une détermination spécifique ont été numérotés (numéros "R") et mis sur fiches.
Ces fiches contiennent des renseignements aussi variés que la zone et la couche dans lesquels l'os a été recueilli, le numéro, la nature de l'os, la fragmentation, la latéralité, l'altération, l'âge, les mesures qui ont été effectuées, etc...
Les fiches ont ensuite été saisies sur la base de données UNIFY-XENIX de l'Arago.

Quatre écrans de saisie ont été utilisés :

*Ecran carnet :
Dans cet écran sont introduites les données concernant la zone, la couche et le sol auxquels se rapporte l'élément osseux.

*Ecran faune :
Dans cet écran sont introduites les données concernant la nature, la latéralité, la fragmentation, l'âge, l'altération etc...

*Ecrans de mesures :
Les mesures des dents et des os ont été saisies sur deux écrans distincts.

Au total, plus de 22 500 ossements et dents de microvertébrés pris en compte dans cette étude ont été saisis sur la base de données de l'Arago.

e) Etude synthétique.

Pour chaque tableau de synthèse des mesures, nous avons utilisé les symboles suivants :

N : Nombre de mesures effectuées ou taille de l'échantillon.

X : Valeur moyenne de la mesure ou moyenne arithmétique.

V : Variance. C'est la somme des carrés des écarts de la moyenne divisée par le nombre de degré de liberté (d.l. = N - 1).

S : Ecart-type. L'écart-type est égal à la racine carrée de la variance.

f) Méthodes statistiques.

Pour comparer deux populations, nous nous sommes limités au test t (test de Student).
Il s'agit d'un test d'hypothèse de comparaison des moyennes.

Soit deux populations à comparer présentant les caractéristiques suivantes :

*Population 1 : N1 (Nombre de spécimens)
X1 (Moyenne)
V1 (variance)

*Population 2 : N2 (Nombre de spécimens)
X2 (Moyenne)
V2 (Variance)

1° - <u>N1 et N2 > 30</u> :

On utilise le test t de la façon suivante :

$$t = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{V1}{N1} + \frac{V2}{N2}}}$$

On peut alors comparer la valeur de t calculé à celle de t lu dans la table de Student pour un degré de liberté (d.l.) égal à N1 + N2 - 2.

Si t calculé est supérieur à t lu dans la table pour le risque de 5%, on dit que la différence est significative.

Si t calculé est supérieur à t lu dans la table pour le risque de 1%, on dit que la différence est hautement significative.

2° - <u>N1 et N2 < 30</u> :

Pour les petits échantillons, à condition que les deux variances ne soient pas trop différentes, on peut utiliser dans les mêmes conditions le test t de Student à N1 + N2 - 2 degrés de liberté en estimant V1 et V2 par la moyenne pondérée des variances des échantillons :

$$V = \frac{(N1 - 1)V1 + (N2 - 1)V2}{N1 + N2 - 2}$$

On calculera donc t de la manière suivante :

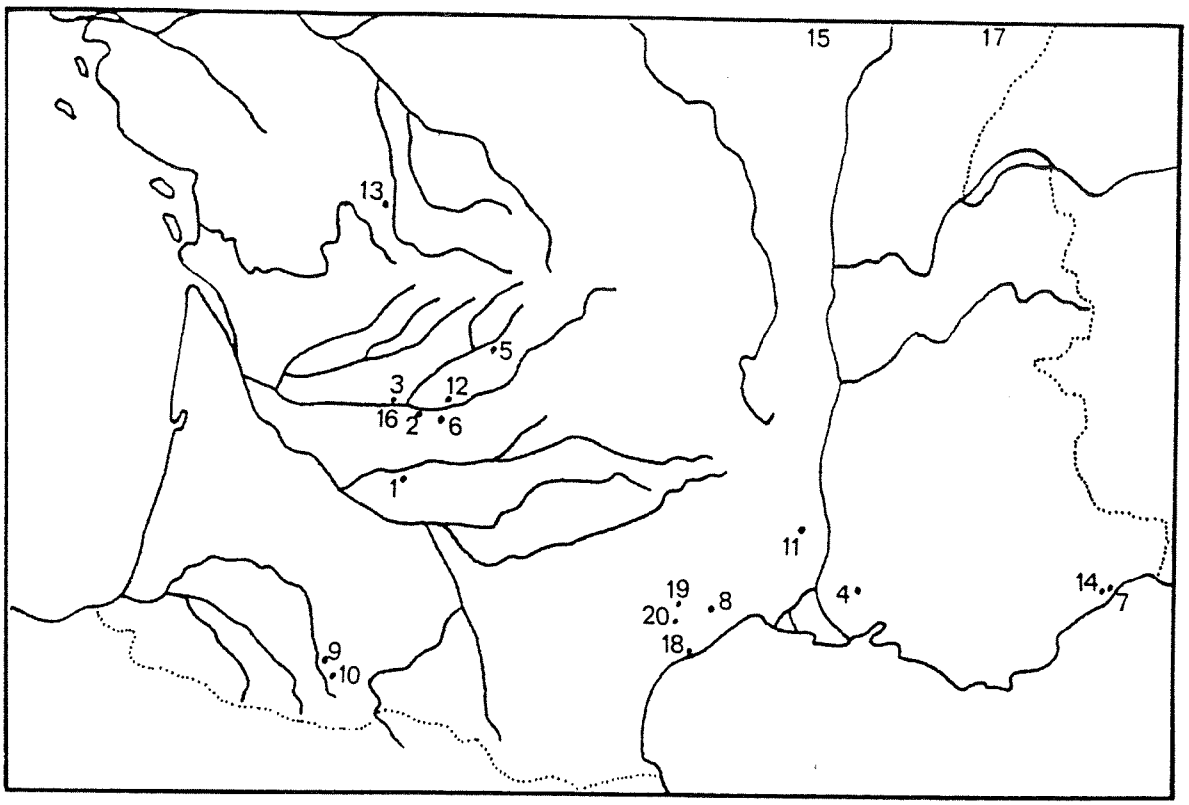
$$t = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{V}{N1} + \frac{V}{N2}}}$$

On peut utiliser le test t dès lors que :
-La courbe de distribution des mesures suit une loi normale.
-Les variances des deux échantillons sont à peu près égales.

Les calculs du test t ont été effectués sur le logiciel STATGRAPHICS (version 1986).

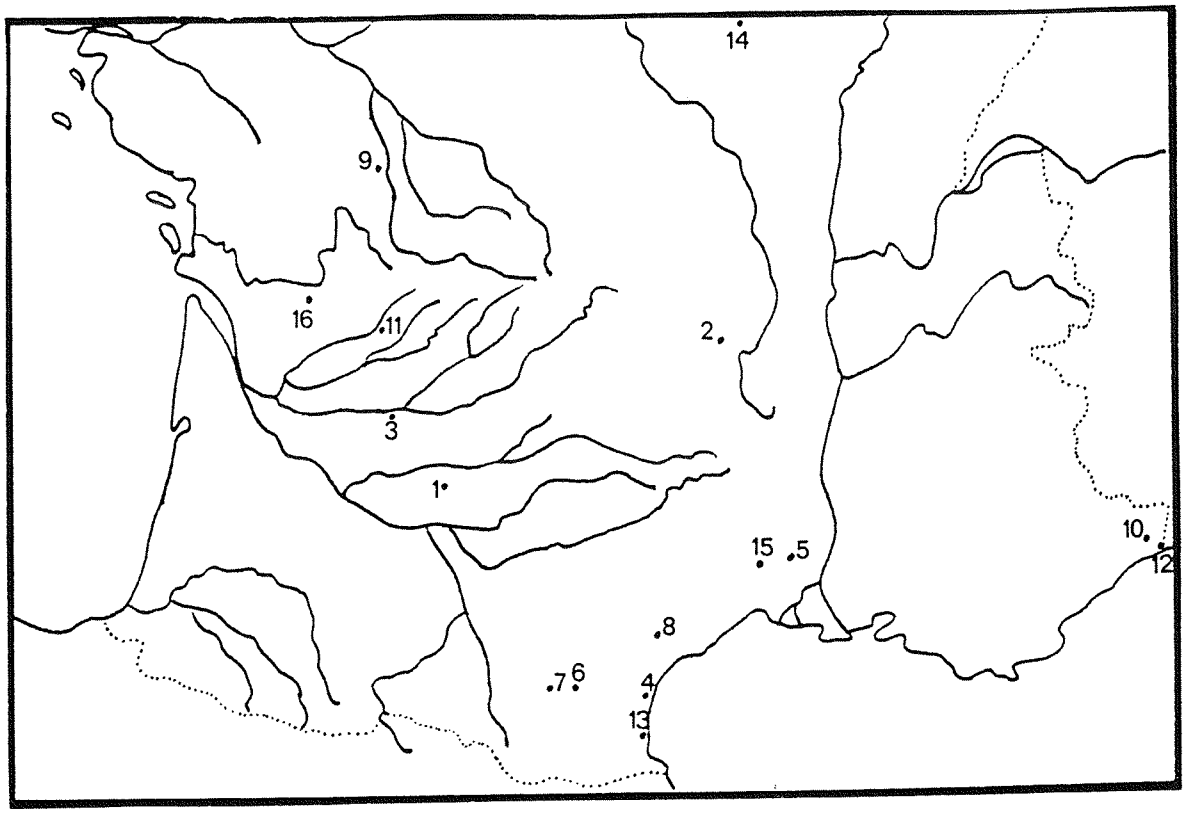
L'approche paléoécologique a nécessité l'utilisation de deux méthodes statistiques particulières : la classification automatique et l'analyse factorielle des données.
Le traitement des données a été effectué sur les logiciels BIOMECO et STAT.ITCF.

g) Localisation des sites du Pléistocène moyen de France dont certaines espèces ont été comparées à celles de la Caune de l'Arago.



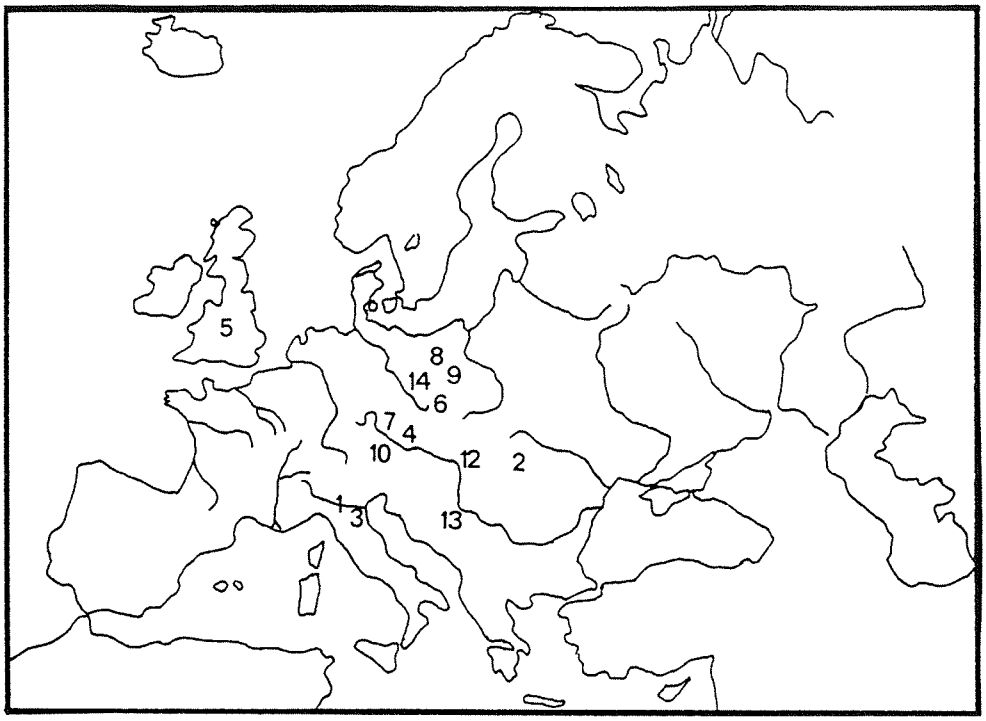
1 : Camp de Peyre (Sauveterre la lémance, Lot et garonne).
2 : Combe-Grenal (Domme, Dordogne).
3 : L'Eglise (Cénac et St-Julien, Dordogne).
4 : L'Escale (St-Estève-Janson, Bouches du Rhone).
5 : La Fage (Noailles, Corrèze).
6 : Gavaudun (Gavaudun, Lot et Garonne).
7 : Le Lazaret (Nice, Alpes-Maritimes).
8 : Mas des Caves (Lunel-Viel, Hérault).
9 : Monthoussé (Labarthe-de-Neste, Hautes-Pyrénées).
10 : Nestier (Nestier, Hautes-Pyrénées).
11 : Orgnac 3 (Orgnac, Ardèche).
12 : Pech de l'Azé II (Carsac, Dordogne).
13 : Suard (La chaise de Vouthon, Charente).
14 : Terra Amata (Nice, Alpes-Maritimes).
15 : Les Valérots (Nuits-Saint-Georges, Côte d'Or).
16 : Vaufrey (Cénac et St-Julien, Dordogne).
17 : Vergranne (Doubs).
18 : Balaruc (Sète, Hérault).
19 : La Colombière 2 (Montpellier, Hérault).
20 : Bourgade (Montpellier, Hérault).

h) Localisation des sites du Pléistocène supérieur et de l'Holocène français dont certaines espèces ont été comparées à celles de la Caune de l'Arago.



1 : La Bergerie (Caniac, Lot).
2 : La Coste 2 (Allier).
3 : Gare de Couze (Lalinde, Dordogne).
4 : La Crouzade (Gruissan, Aude).
5 : Esquicho-Grapaou (Gard).
6 : Font-Juvenal (Conques, Aude).
7 : Gazel (Aude).
8 : L'Hortus (Valflaunès, Hérault).
9 : Le Morin (Pessac sur Dordogne, Gironde).
10 : Pié Lombard (Tourettes sur Loup, Alpes-Maritimes).
11 : Pont d'Ambon (Bourdeilles, Dordogne).
12 : Prince-Grimaldi (Menton, Alpes-Maritimes).
13 : Les Ramandils (Port-la-Nouvelle, Aude).
14 : La Roche au loup (Merry/Yonne, Yonne).
15 : Salpètre de Pompignan (Pompignan, Gard).
16 : La Quina (Gardes-le-Pontaroux, Charente).

i) Localisation des sites du Pléistocène d'Europe dont certaines espèces ont été comparées à celles de la Caune de l'Arago.



1 : Arqua (Italie).
2 : Beftia (Roumanie).
3 : Fimon (Italie).
4 : Holstejn (Tchécoslovaquie).
5 : Ightam (Angleterre).
6 : Kamyk (Pologne).
7 : Koneprusy (Tchécoslovaquie).
8 : Podlecise (Pologne).
9 : Riebelice (Pologne).
10 : Sackdilling (Allemagne).
11 : Schernfeld (Allemagne).
12 : Tarkö (Hongrie).
13 : Villany (Pologne).
14 : Weze (Pologne).

IV. LISTE DES FAUNES ETUDIEES A L'ARAGO.

1) CLASSE DES POISSONS

a) ORDRE DES ISOSPONDYLES

***Famille des salmonidae :**

-*Salmo trutta* (Truite).

b) ORDRE DES OSTARCOPHYSAIRES

*** Famille des Anguillidae :**

-cf. *Anguilla* sp. (Anguille ?)

***Famille des Cyprinidae :**

-*Cyprinus* sp.
-*Barbus barbus* (Barbeau).

2) CLASSE DES AMPHIBIENS

a) ORDRE DES ANOURES

***Famille des Discoglossidae :**

-*Discoglossus* cf. *Pictus* (Discoglosse peint).

***Famille des Pelobatidae :**

-*Pelodytes punctatus* (Pélodyte ponctué).

***Famille des Bufonidae :**

-cf. *Bufo* sp.
-*Bufo* sp.
-*Bufo bufo* (Crapaud commun).
-*Bufo calamita* (Crapaud calamite).

***Famille des Ranidae :**

-Rana cp. esculenta (Grenouille verte).
-Rana cf. temporaria (Grenouille rousse).
-Rana temporaria forme mehelyi.
-cf. Rana dalmatina (Grenouille pisseuse).

b) ORDRE DES URODELES

***Famille des Salamandridae :**

-cf. Salamandra sp. (Salamandre ?).

3) CLASSE DES "REPTILES"

a) ORDRE DES CHELONIENS

***Famille des Testudinidae :**

-Testudo hermanni (Tortue d'Hermann).

b) ORDRE DES SAURIENS

***Famille des Lacertidae :**

-Lacerta sp.
-Lacerta cf. lepida (Lézard ocellé).

c) ORDRE DES OPHIDIENS

***Famille des Viperidae :**

-Vipera sp.
-Vipera cf. berus (Vipère péliade).

***Famille des Colubridae :**

-Sous-famille des Colubrinae :

-cf. Coluber sp.
-Elaphe sp.
-Coronella sp.

-Sous-famille des Natricinae :

-Natrix sp.

4) CLASSE DES MAMMIFERES

a) ORDRE DES INSECTIVORES

***Famille des Erinaceidae :**

-Erinaceus davidi

***Famille des Talpidae :**

-Talpa europaea (Taupe).

***Famille des Soricidae :**

-Sous-famille des Soricinae :

-Sorex sp.
-Sorex cf. araneus (Musaraigne carrelet).
-Sorex cf. minutus (Musaraigne pygmée).

-sous-famille des Crocidurinae :

-Crocidura sp.

b) ORDRE DES CHIROPTERES

***Famille des Rhinolophidae :**

-Rhinolophus ferrumequinum (grand Rhinolophe).
-Rhinolophus euryale (Rhinolophe euryale).
-Rhinolophus groupe euryale-mehelyi

***Famille des Vespertilionidae :**

-Miniopterus schreibersi (Minioptère de Schreiber).
-cf. Eptesicus nilssoni (Sérotine de Nilsson).
-cf. Nyctalus leisleri (Noctule de Leisler).
-Myotis myotis (grand Murin).
-Myotis bechsteini (Vespertilion de Bechstein).
-Pipistrellus pipistrellus (Pipistrelle commune).
-Pipistrellus cf. nathusii (Pipistrelle de Nathusius).

c) ORDRE DES RONGEURS

***Famille des Sciuridae :**

-Citellus sp. (Souslik indéterminé).
-Marmota sp. (Marmotte indéterminée).

***Famille des Gliridae :**

-Eliomys quercinus (Lérot).
-Glis sp. (Loir indéterminé).

***Famille des Hystricidae :**

-Hystrix cf. cristata (Porc-épic).

***Famille des Castoridae :**

-Castor fiber (Castor).

***Famille des Cricetidae :**

-Allocricetus bursae

***Famille des Arvicolidae :**

-Clethrionomys glareolus (Campagnol roussâtre).
-Microtus gregalis (Campagnol des hauteurs).
-Microtus brecciensis (Campagnol méditerranéen).
-Microtus arvalis (Campagnol des champs).
-Microtus cf. agrestis (Campagnol agreste).
-Microtus malei-oeconomus
-Dicrostonyx torquatus (Lemming à collier).
-Pliomys lenki (Campagnol de Lenke).
-Arvicola cantiana
-Terricola vaufreyi

***Famille des Muridae :**

-Apodemus cf. sylvaticus (Mulot).

d) **ORDRE DES LAGOMORPHES**

***Famille des Ochotonidae :**

-Ochotona pusilla (Chepushka ou Lièvre siffleur).

***Famille des leporidae :**

-Lepus timidus (Lièvre variable).
-Oryctolagus cuniculus huxleyi (Lapin).

5) CLASSE DES OISEAUX

a) ORDRE DES ANSERIFORMES

***Famille des Anatidae :**

-Anas cf. platyrhynchos (Canard colvert).
-Mergus merganser (Harle bièvre).

b) ORDRE DES ACCIPITRIFORMES

***Famille des Accipitridae :**

-Aegypius monachus (Vautour moine).
-Gypaetus barbatus (Gypaète barbu).
-Aquila chrysaetos (Aigle royal).
-cf.Hieraaëtus fasciatus (Aigle de Bonelli).

c) ORDRE DES FALCONIFORMES

***Famille des Falconidae :**

-Falco tinnunculus (Faucon crécerelle).

d) ORDRE DES GALLIFORMES

***Famille des Phasianidae :**

-Alectoris graeca (Perdrix bartavelle).
-Alectoris barbara (Perdrix gambra).
-Perdix palaeoperdix

e) **ORDRE DES CHARADRIIFORMES**

***Famille des Scolopacidae :**

-Gallinago gallinago (Bécassine des marais).

f) **ORDRE DES COLUMBIFORMES**

***Famille des Columbidae :**

-Columba oenas (Pigeon colombin).
-Columba livia (Pigeon biset).

g) **ORDRE DES STRIGIFORMES**

***Famille des Strigidae :**

-Asio cf. flammeus (Hibou des marais).
-cf. Asio otus (Hibou moyen duc).
-Aegolius funereus (Chouette de tengmalm).
-cf. Athene noctua (Chouette chevêche).
-cf. Nyctea scandiaca (Chouette harfang).
-Bubo sp. ou Nyctea sp.

h) **ORDRE DES APODIFORMES**

***Famille des Apodidae :**

-Apus melba (Martinet à ventre blanc).

i) **ORDRE DES PASSERIFORMES**

***Famille des Hirundinidae :**

-Ptyonoprogne rupestris (Hirondelle des rochers).

***Famille des Muscicapidae :**

-Turdus pilaris (Grive litorne).
-Turdus viscivorus (Grive draine).
-Ficedula albicollis (Gobemouche à collier).

***Famille des Fringillidae :**

-Carduelis spinus (Tarin des aulnes).
-Coccothraustes coccothraustes (Gros-bec).

***Famille des Sturnidae :**

-cf. Sturnus vulgaris (Etourneau sansonnet).

***Famille des Corvidae :**

-Garrulus glandarius (Geai des chênes).
-Pica pica (Pie bavarde).
-Pyrrhocorax pyrrhocorax (Crave à bec rouge).
-Pyrrhocorax graculus (Chocard à bec jaune).
-Corvus antecorax
-Corvus pliocaenus

PREMIERE PARTIE
PALEONTOLOGIE

I. LES POISSONS.

La plupart des restes osseux de poissons ont été déterminés par I. Desse (1981).
Les poissons sont très rares dans le gisement.
Il a néanmoins été possible de mettre en évidence la présence de Salmo trutta (Truite), Barbus barbus (Barbeau) et d'un Cyprinidae indéterminé se rapportant au genre Cyprinus.
Une dizaine de vertèbres ont été recueillies lors des récents chantiers de fouilles. Elles sont toutes très fragmentées.
On notera cependant qu'une vertèbre présente, semble-t-il, un arc neural en tunnel à épaisses parois ovales.
Cette morphologie est caractéristique des Anguillidae (Desse J. et G., 1976), dont une seule espèce est actuellement présente en France : Anguilla anguilla (Anguille).
Il convient de préciser que cette pièce osseuse mal conservée, c'est la raison pour laquelle nous avons jugé préférable d'adopter la dénomination suivante : cf. Anguilla sp.

Ces espèces sont largement répandues dans les cours d'eaux d'Europe et ne présentent pas d'intérêt paléontologique et écologique.

La totalité des éléments osseux de poissons ont été recueillis dans des zones dite "stériles", c'est à dire en dehors des niveaux correspondant à des structures d'habitats.
On peut donc penser que la présence de cette ichtyofaune dans le gisement n'est pas liée à une activité de pêche des hommes préhistoriques.
On peut par contre penser qu'un rapace ou un carnivore est à l'origine du dépôt de ces ossements dans la grotte.

II. LES AMPHIBIENS.

II.1. Introduction.

Les ossements d'Amphibiens sont peu nombreux dans le gisement. Hormis un ossement qui pourrait être un fragment d'humérus de Salamandra (donc d'Urodèle), nous avons exclusivement affaire à des Anoures.

II.2. Ordre des Anoures.

A) Généralités.

Les ossements des Anoures de la Caune de l'Arago se divisent en trois catégories :

1. Les ossements fragiles qui ont subi une fragmentation importante lors du dépôt et de la fossilisation empêchant ainsi toute approche taxonomique : éléments du squelette céphalique, fémurs, tibio-fibula ...

2. Les ossements dont la détermination est délicate dans la mesure où ils ne présentent pas de critères distinctifs fiables permettant de définir la famille à laquelle ils se rapportent : ischio-pubis, radio-ulnaire, phalanges ...

3. Les ossements qui permettent d'établir une diagnose du genre ou de l'espèce : humérus, ilions, vertèbres, éléments de la ceinture scapulaire ...

Il convient de préciser que les déterminations sont parfois délicates étant donné que les variations interspécifiques peuvent être faibles contrairement aux variations intraspécifiques qui peuvent être, quant à elles, très importantes.

Il a néanmoins été possible de mettre en évidence la présence de 7 espèces se rattachant à 4 familles :

- -Famille des Discoglossidae.
- -Famille des Pelobatidae.
- -Famille des Bufonidae.
- -Famille des Ranidae.

B) Famille des Discoglossidae.

Les Discoglossidae sont représentés par une extrémité distale d'humérus.

D'une façon générale, les humérus des Discoglossidae sont caractérisés par le fait que le condyle n'est pas situé dans le prolongement de la diaphyse, mais déplacé vers l'extérieur (Rage, 1974).
Les Discoglossidae sont représentés en Europe par trois genres (Bombina, Alytes, et Discoglossus) qui se différencient aisément à partir de la morphologie de leurs humérus :

-Chez Bombina, le déplacement du condyle vers l'extérieur est important. D'autre part, la crête paraventrale est réduite ou absente.

-Chez Alytes, le déplacement du condyle est également important, mais la crête paraventrale est bien développée et la diaphyse possède une forte courbure.

-Chez Discoglossus enfin, le déplacement du condyle vers l'extérieur est peu marqué, la crête paraventrale est bien développée et la diaphyse est droite.

De part sa morphologie, l'humérus trouvé dans le gisement se rapporte au genre Discoglossus.

Le mauvais état de conservation de cet ossement n'a pas permis de mettre en évidence des critères morphologiques ou biométriques permettant de le rattacher à l'une ou l'autre des deux espèces (Discoglossus pictus et Discoglossus sardus) représentées actuellement en Europe. Néanmoins, on sait que Discoglossus sardus a une distribution totalement insulaire et tyrrhénienne depuis le Miocène (Sanchiz, 1977), aussi nous pouvons dire qu'il s'agit certainement d'un humérus de Discoglossus pictus.

C) Famille des Pelobatidae.

Les Pélobatidae ont livré cinq extrémités distales d'humérus dont la morphologie et la taille sont caractéristiques du genre Pelodytes.

Ces humérus sont de petite taille. La fosse cubitale est limitée sur le coté interne et ouverte sur le coté externe. D'autre part, le condyle est déplacé vers le coté externe.
Il n'y a pas de différences notables entre ces humérus fossiles et les humérus de Pelodytes punctatus actuels que nous avons pu comparer.
Nous pouvons donc penser que nous avons affaire à la même espèce et nous avons par conséquent adopté la dénomination suivante : Pelodytes punctatus.

D) Famille des Bufonidae.

On a recueilli 44 ossements de Bufonidae.

La famille des Bufonidae est présente en Europe depuis la limite Oligocène-Miocène.
Au niveau du Pléistocène, quatre espèces se rattachant au genre Bufo ont été décrites par Sanchiz (1977 et 1980) :
-Bufo bufo
-Bufo calamita
-Bufo viridis
-Bufo regularis

Bufo bufo, Bufo calamita et Bufo viridis sont toujours présents en Europe actuellement. Bufo regularis se rencontre actuellement

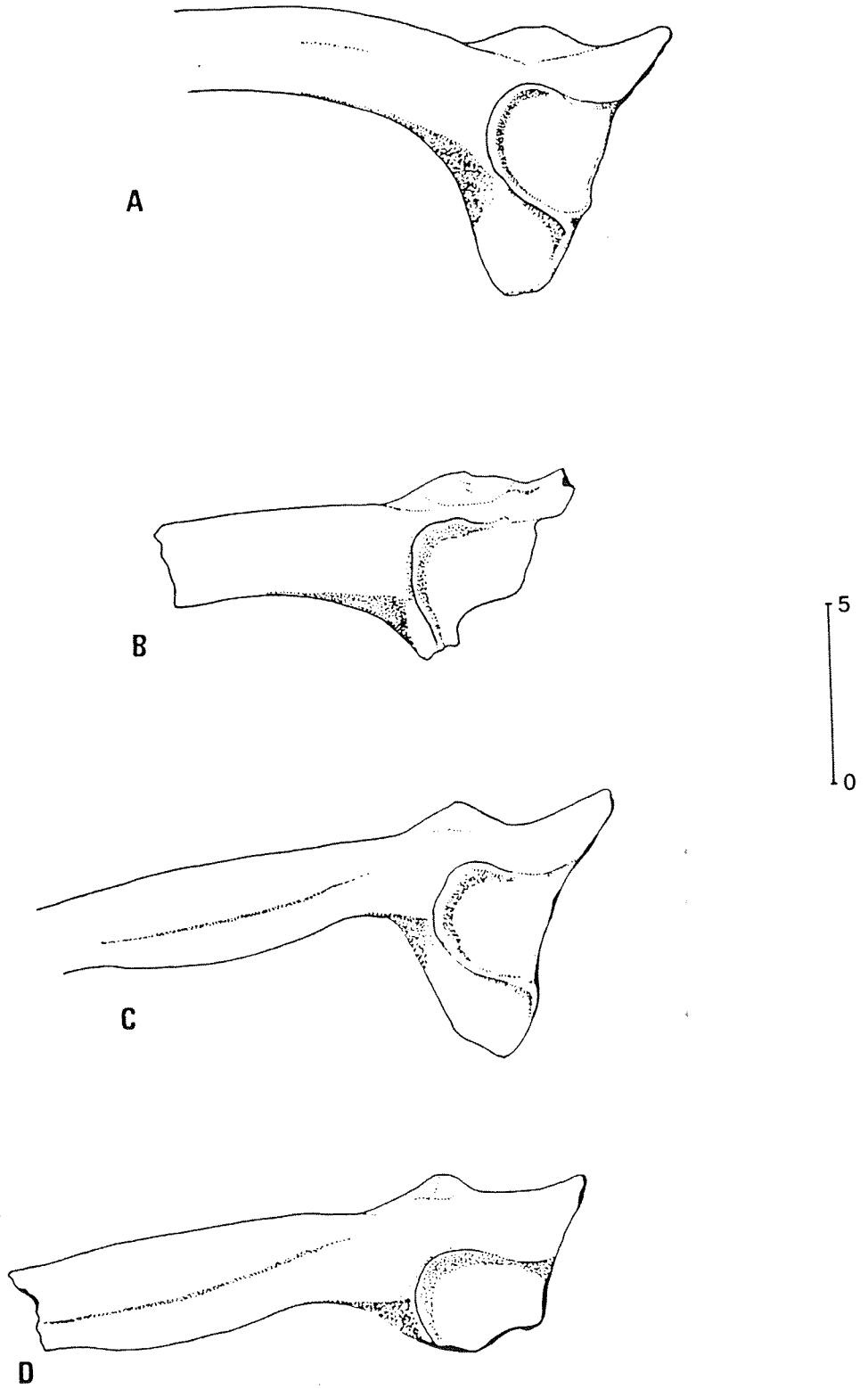


Fig. 7 - Bufo : ilion G. Face latérale externe.
A : B. bufo actuel.
B : B. bufo R54765.
C : B. calamita actuel.
D : B. calamita R54778.

Echelle en mm

en Afrique du Nord et a été localisé uniquement dans le Pléistocène d'Espagne.
Seuls certains éléments osseux présentent des différences ostéologiques fiables permettant d'établir une diagnose spécifique précise. Les ossements de Bufonidae de l'Arago ont subi pour la plupart une fragmentation importante, c'est la raison pour laquelle nous avons souvent du nous limiter à la dénomination suivante : Bufo sp. ou cf. Bufo.
Il a néanmoins été possible de mettre en évidence la présence de deux espèces dans le gisement : Bufo bufo et Bufo calamita.

N.B. : Les critères ostéologiques de détermination des Bufonidae ont déjà été largement détaillés par Rage, Sanchiz et Baïlon. Nous nous contenterons donc d'en donner un bref résumé dans les lignes qui suivent.

1) Ilions.

Un ilion a été attribué à Bufo bufo, il présente la morphologie suivante :

-Le "tuber superius" est bas, il présente une vallée et un tubercule secondaire qui lui confèrent un aspect bilobé proche de Bufo viridis et de Bufo regularis.
-La "pars cylindriformis" est robuste et dépourvue de "lame calamita".
-La "pars ascendens" est relativement courte.
-Il n'y a pas de "fosse préacétabularis".

Un ilion a été attribué à Bufo calamita, il présente la morphologie suivante :

-Le "tuber superius" est unilobé, haut et pointu.
-La "pars cylindriformis" est affectée d'une "lame calamita" (ou crête latéro-dorsale) bien développée.
-Il n'y a pas de fosse préacétabularis.

N.B. :On peut rappeler ici, à titre indicatif, les caractères morphologiques des ilions de Bufo viridis et Bufo regularis, ainsi que les caractères communs aux ilions des 4 espèces de Bufonidae :

*Bufo viridis :
-Le "tuber superius" est bilobé avec une partie principale basse et arrondie et un tubercule secondaire plus petit et externe.
-La "pars descendens" est peu développée.
-La "fosse préacétabularis" est assez développée.
-La "pars cylindriformis" présente une ébauche de "lame calamita" dans la plupart des cas.

*Bufo regularis :
-Le "tuber superius" est très long, bas et présente un profil plurilobé.
-La "pars descendens" est longue et large.
-La "fosse préacétabularis" est assez développée.
-La "pars cylindriformis" présente généralement une ébauche de "lame calamita" moins profonde que chez Bufo viridis.

*Caractères communs aux ilions des 4 espèces :
-Absence de crête dorsale.
-Absence de "tubercule inter-iliaque".
-Absence de "fosse supracétabularis".

2) Humérus.

Cinq humérus ont été attribués à Bufo bufo. Ils présentent la morphologie suivante :

-Mâles : -La courbure diaphysaire est très peu importante dans la partie distale.
-Le condyle sphérique est de grande taille.
-La fosse cubitale est réduite et fermée.
-La crête mésiale est relativement large et située dans le plan mésial.
-La crête radiale et l'épicondyle sont peu développés.

-Femelles : Les humérus des femelles se différencient de ceux des mâles par le fait qu'ils sont de très grande taille et qu'ils présentent une courbure diaphysaire bien prononcée.

Un humérus a été attribué à Bufo calamita. Il s'agit d'un humérus de mâle qui présente la morphologie suivante :

-La courbure diaphysaire est relativement bien marquée.
-La diaphyse est robuste.
-Le condyle est en position disymétrique;
-La crête ventrale est basse et présente un rudiment de crête paraventrale.
-Les épicondyles sont bien développés.
-La fosse cubitale est bien marquée.

N.B. : On peut rappeler ici, à titre indicatif, les caractères morphologiques des humérus de Bufo viridis et Bufo regularis :

*Bufo viridis (mâles et femelles) :
-La diaphyse est droite dans sa partie proximale et s'incurve vers l'extérieur de façon plus ou moins brusque dans sa partie distale.
-La fosse cubitale est légèrement ouverte vers l'extérieur et plus profonde que chez les autres espèces.

*Bufo regularis :
-La diaphyse est courte et robuste.
-L'épicondyle radial est peu développé et accolé au condyle plus haut que pour les autres espèces.
-La crête ventrale est mince et longue.
-Le condyle et l'épicondyle sont de plus grande taille que pour les autres espèces.

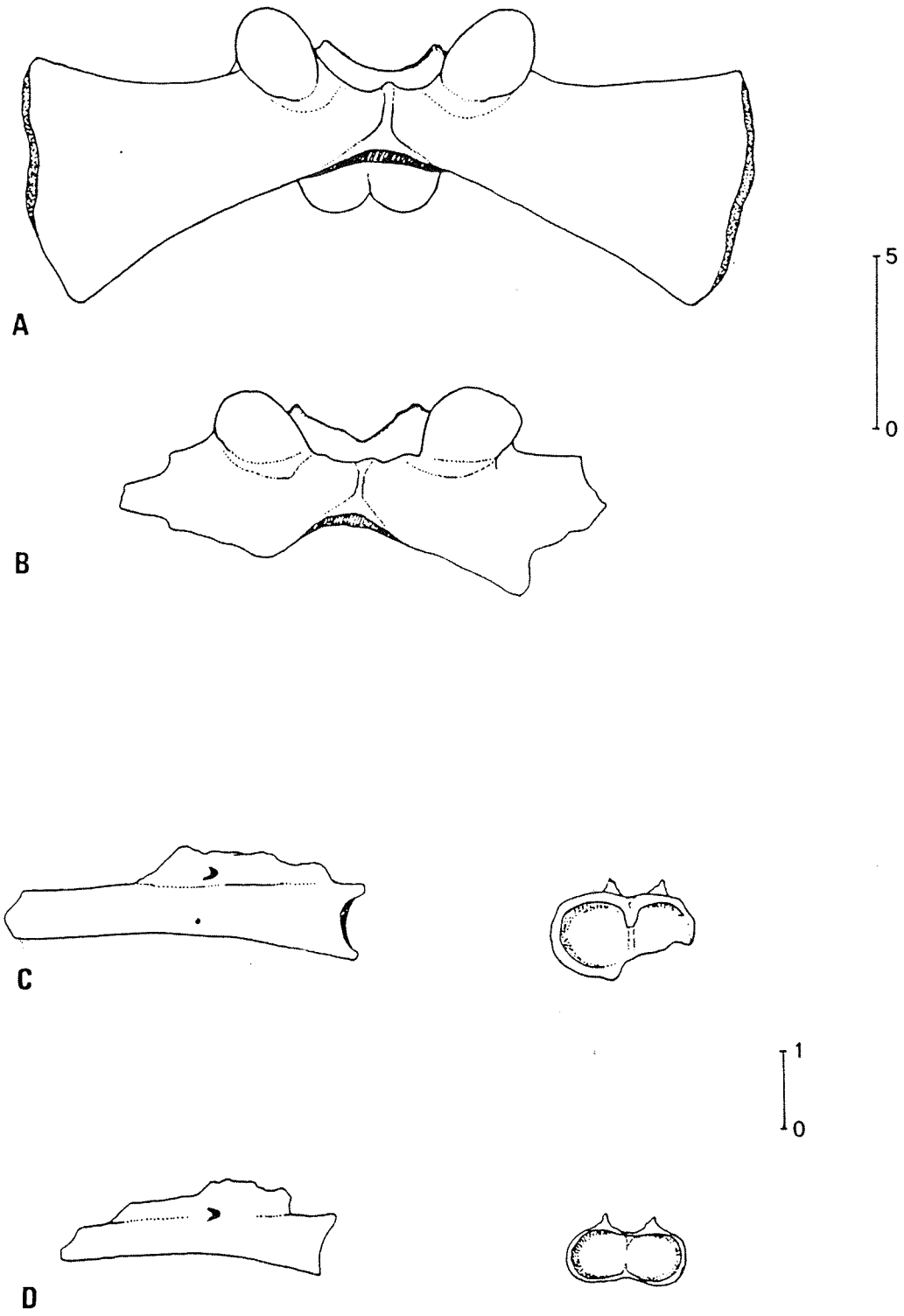


Fig. 8 - Bufo : vertèbre sacrée et urostyle.
A : B. bufo actuel. Vert. sacrée, face dorsale.
B : B. bufo R54776. Vert. sacrée, face dorsale.
C : cf. Bufo bufo R54771. Urostyle, face ant. et lat.
D : B. calamita R54780. Urostyle, face ant. et lat.

Echelle en mm

3) Vertèbres dorsales.

Une vertèbre dorsale présente une morphologie caractéristique des Bufonidae :

-Elle est procoele.
-L'arc neural est court.
-Le centrum semble être bien individualisé.
-Le condyle est fort et aplati.
-L'arc neural est plutôt court.

Bien que les apophyses transverses soient cassées, on peut voir, d'après leur bases, qu'elles sont dirigées vers l'arrière. Il s'agit donc d'une V4 ou d'une V5.
Cette vertèbre est de taille importante. Par conséquent, il semble que nous ayons affaire à Bufo bufo dont les vertèbres se différencient de celles des autres espèces par leur grande taille.

4) Vertèbres sacrées.

Nous avons recueilli une vertèbre sacrée qui présente une morphologie caractéristique de Bufo bufo :

-Elle est de taille importante.
-Il n'y a pas de fosse dorsale à la base des apophyses sacrées.
-Les cotyles sont bien développés et visibles en vue dorsale.
-Le cotyle est haut et large.

5) Autres éléments osseux.

D'autres éléments osseux se rapportant à des Bufonidae ont été recueillis (coracoïdes, tibio-fibula, phalanges).
Ces ossements sont tous de très grande taille. Or, on sait qu'il existe un dimorphisme sexuel fortement marqué chez Bufo bufo dont les femelles peuvent atteindre à l'âge adulte une taille nettement supérieure à celle des autres Bufonidae.
L'appartenance de ces restes osseux à Bufo bufo femelle a été jugée uniquement sur ce critère dimensionnel.

E) Famille des Ranidae.

Dix ossements se rapportent au genre Rana.
Pour quatre d'entre eux, nous avons du nous limiter à la dénomination Rana sp.
Il a néanmoins été possible de mettre en évidence la présence des espèces suivantes : -Rana cp. esculenta
-Rana cf. temporaria
-Rana temporaria forme mehelyi
-cf. Rana dalmatina

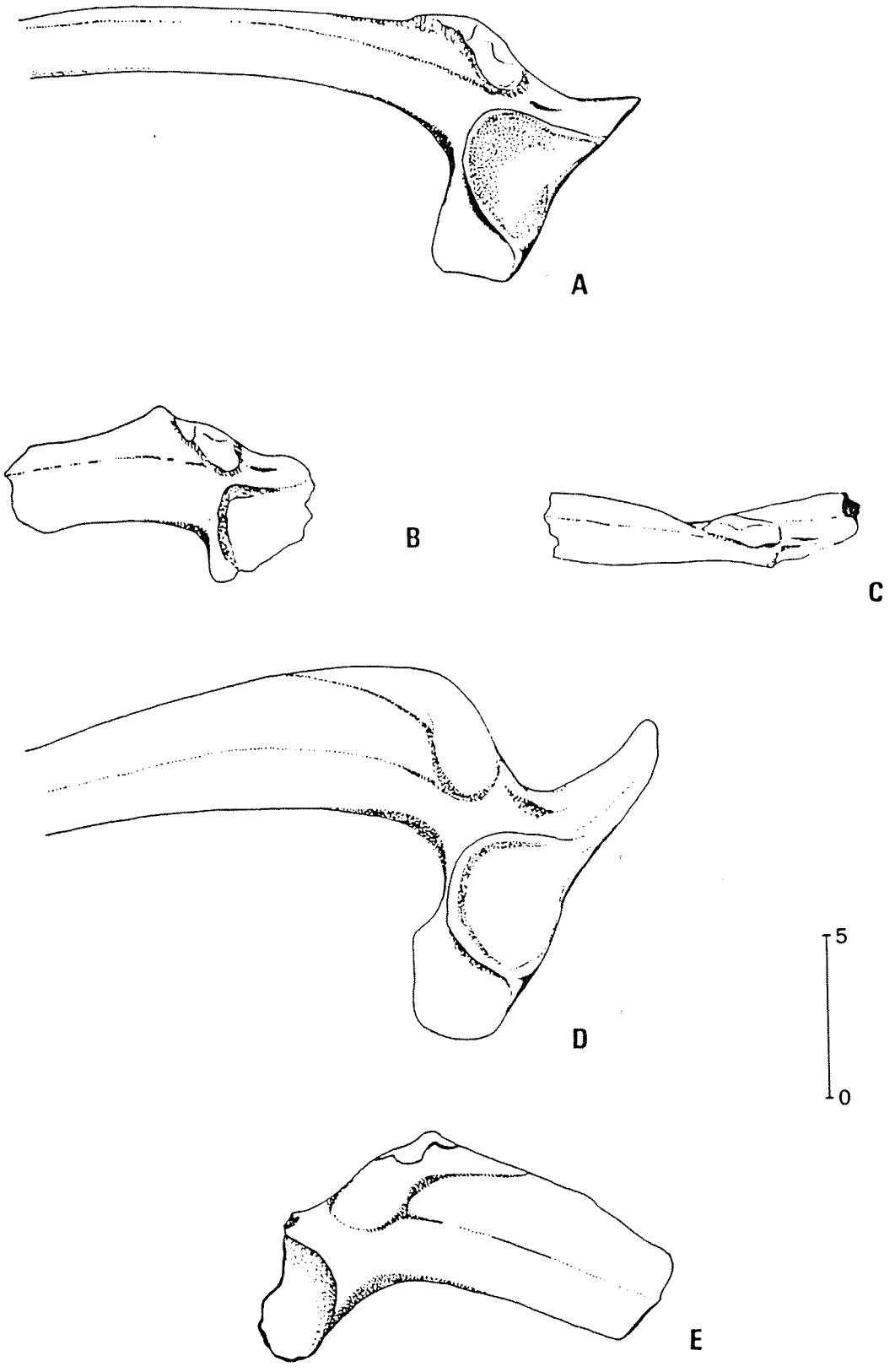


Fig. 9 - Rana : ilion.
A : R. temporaria actuelle. Ilion G, face lat. ext.
B : R. cf. temporaria.R54762. Face lat. ext.
C : R. cf. temporaria.R54762. Vue occlusale.
D : R. cp. esculenta actuelle. Ilion G, face lat. ext.
E : R. cp. esculenta. R54786. Ilion D, face lat. ext.

Echelle en mm

1) Rana cp. esculenta.

En fait,nous avons affaire à une "grenouille verte" dont nous ne pouvons pas dire à quelle espèce elle se rapporte car il n'existe pas de critères ostéologiques fiables qui permettent de différencier les espèces formant ce groupe de grenouilles et surtout Rana esculenta et Rana ridibunda selon S.Baïlon (1985 et 1986).
D'autre part, les travaux effectués depuis 1960 par L.Berger et R.Gunther ont montré que Rana esculenta (Grenouille verte ou comestible) est la forme hybride entre Rana ridibunda (Grenouille rieuse) et Rana lessonae.
Il paraît donc plus exact de parler de complexe "Rana esculenta-Rana lessonae". C'est la raison pour laquelle nous avons adopté la dénomination suivante : Rana cp. esculenta.

Un ilion se rapporte à ce "complexe". Il présente la morphologie suivante :

-La "pars cylindriformis" possède une lame ou aile osseuse qui s'incline légèrement en direction interne.
-Le "tuber superius" est unilobé, globuleux et robuste.
-L'angle formé par le "tuber superius" et la "pars descendens" est proche de 90°.
-La "fosse supracetabulatis apparaît, dans sa partie visible, comme étant relativement profonde (sans qu'on puisse se rendre compte de sa longueur et de sa largeur).

2) Rana cf. temporaria.

Cette espèce est représentée par un ilion qui présente la morphologie suivante :

-L'aile osseuse est très nettement incurvée en direction médiale, elle apparait donc rapidement très basse.
-Le "tuber superius" présente un aspect bilobé, son angle avec la "pars descendens" est nettement supérieur à 90°.
-La "fosse supracetabularis" est très peu profonde et assez large.

3) Rana temporaria forme mehelyi.

Cette forme est représentée par deux extrémités distales d'humérus qui présentent la morphologie suivante :

-L'épicondile ulnaire est bien développé.
-On peut observer une ébauche de crête mésiale.
-La crête radiale est très développée.
-Il semble qu'on ait affaire à un humérus de grande taille d'après les dimensions des extrémités distales observées.

En 1916, G.J. von Fejervari a décrit l'humérus de Rana mehelyi dans le gisement du Pléistocène inférieur de Beftia, une nouvelle espèce de Ranidae dont J. Bolkay avait déjà décrit d'autres éléments osseux dans le gisement de Puskaporos (Hongrie) en 1911. Ces deux auteurs pensaient que Rana mehelyi était une espèce

voisine de Rana temporaria. Bolkay voyait même en elle son ancêtre, remarquable par sa plus grande taille et la présence de crêtes plus développées au niveau de l'humérus notamment.
J.C. Rage (1972) a remis en question la valeur de cette espèce et a adopté la dénomination suivante : Rana temporaria forme mehelyi.
Selon lui Rana mehelyi a été décrite dans deux gisements d'âges très différents (Beftia est beaucoup plus ancien que Puskaporos) et de nombreux ossements ne permettent pas d'établir une diagnose spécifique de l'espèce. Il pense que Rana mehelyi est en fait une "grosse" Rana temporaria. Cet auteur a d'autre part recueilli de nombreux restes osseux de taille intermédiaire entre ces deux "espèces", mettant ainsi en évidence le passage progressif d'une forme à l'autre.
Rana temporaria forme mehelyi a été rencontrée dans différents gisements du Pléistocène moyen et supérieur (Rage, 1981).
Elle n'est généralement pas associée à Rana temporaria.

4) cf. Rana dalmatina.

Deux extrémités proximales d'urostyle ont été attribuées à cf. Rana dalmatina par S. Baïlon (non publié).

II.3. Ordre des Urodèles.

Les ossements d'Urodèles sont extrêmement fragiles. C'est sans doute ce qui explique sans doute leur rareté dans les gisements quaternaires.
Nous avons attribué un fragment d'humérus (vraisemblablement gauche) à cf. Salamandra sp. (?).
Cette pièce est dans un dans un mauvais état de conservation, aussi cette détermination est à prendre avec une extrême précaution.

III. LES REPTILES.

III.1. Ordre des Chéloniens.

M. Cheylan (1979) a attribué un fragment de plastron à Testudo hermanni.
Les fouilles récentes n'ont pas livré d'autres éléments osseux de Tortues.

III.2. Ordre des Sauriens.

Nous avons recueilli une vingtaine de fragments de mandibules et de vertèbres se rapportant à des Sauriens.
De par leur morphologie, nous pouvons les rapporter à des Lacertidae et plus précisemment au genre Lacerta, sans qu'il soit possible d'effectuer une détermination spécifique pour neuf d'entre eux.
Nous avons néanmoins attribué à Lacerta cf. lepida un os carré droit en raison de sa taille particulièrement importante.

III.3. Ordre des Ophidiens.

A) Généralités.

Les ossements de serpents sont peu nombreux à l'Arago :
Une mandibule, quelques côtes et une trentaine de vertèbres ont été recueillies.
Il est généralement possible d'effectuer une détermination au niveau de l'espèce d'après la morphologie des vertèbres troncales.
Les principaux critères d'identification des 4 familles d'Ophidiens susceptibles d'être rencontrées dans les gisements du Quaternaire français sont résumés dans le tableau 5.
N.B. : Au niveau du Pléistocène moyen, seules les familles des Viperidae et des Colubridae sont encore représentées.
D'autre part, nous renvoyons le lecteur aux travaux de J.C. Rage et de S. Baïlon pour plus de détails concernant la morphologie des Ophidiens du Quaternaire de France.
Les vertèbres recueillies à l'Arago se rapportent aux deux familles suivantes :

-Famille des Colubridae.

-Famille des Viperidae.

B) Famille des Colubridae.

Des vertèbres se rapportant aux deux sous-familles européennes (Colubrinae et Natricinae) ont été rencontrées dans le gisement.

Tabl. 5 - CARACTERES MORPHOLOGIQUES DES VERTEBRES TRONCALES DES OPHIDIENS DU IV EUROPEEN.

COLUBRIDAE		VIPERIDAE	BOIDAE	ELAPIDAE
Colubrinae	Natricinae			
CL / NAW > 1 Vertèbres plus longues que larges		CL / NAW > 1	CL / NAW < 1	CL / NAW > 1
absence d'hypapophyse	présence d'hypapophyse arc neural bombé hypapophyses plutôt sygmoïdes prézygapophyses horizontales en vue antérieure neurépine en forme de hache	présence d'hypapophyse arc neural plat hypapophyses plutôt droites prézygapophyses inclinées vers le haut en vue antérieure	absence d'hypapophyse vertèbres plus larges que longues	présence d'hypapophyse vertèbres massives élongation importante de la région postérieure retrécissement interzygap. peu marqué

D'après les données de Hoffstetter (1939), Rage (1974), Baïlon (1985) et Szyndlar (1984).

MALPOLON	ELAPHE	COLUBER
Arc neural très bombé et étroit.	Arc neural moyennement bombé et large.	Arc neural assez bas et plutôt large.
Canal neural très oval.	canal neural rond.	Canal neural rond à sub-triangulaire
Processus zygapophysaires très rapprochés les uns des autres.	Retrécissement interzygapophysaire peu marqué.	Retrécissement interzygapophysaire bien marqué.
Carène hémale étroite et coupante.	Carène hémale étroite, + ou - arrondie. Partie postérieure spatulée.	Carène hémale plutôt large. Bord arrondi ou plat.
Zygosphène haut. Bord supérieur courbé.	Zygosphène très robuste. Bord supérieur légèrement courbé.	Zygosphène à courbure variable selon les espèces mais généralement mince.
	Ailes neurales bien développées empêchant de voir les postzygapophyses en vue dorsale.	Pointes zygapophysaires aigues.
Vertèbre de forme rectangulaire en vue dorsale.	Vertèbre carrée et robuste	Vertèbre élancée et svelte

Tabl. 6 - Principaux critères morphologiques de différenciation des vertèbres troncales des genres : Malpolon, Elaphe et Coluber.

1) Sous-famille des Colubrinae.

*Coronella sp.

Cinq vertèbres troncales ont été attribuées à Coronella sp. Elles présentent la morphologie suivante :

-Leur taille est inférieure à 5 mm.
-Absence d'hypapophyse.
-L'arc neural est plat, ce qui confère à la vertèbre une forme en **X** caractéristique.
-La carène hémale est arrondie et large sur un spécimen, absente sur le second.
-Le zygosphène est plat, bas et plus large que le cotyle.
-Le canal neural est de forme plutôt ovalaire.
-L'épine neurale est basse et présente une légère saillie dans sa partie postérieure.

Il convient de préciser que l'aspect très fragmentaire de ces vertèbres ne nous a pas permis d'établir une détermination au niveau de l'espèce.

* cf. Coluber sp.

Une vertèbre troncale fragmentée a été attribuée à cf. Coluber sp.. Elle présente la morphologie suivante :

-Absence d'hypapophyse.
-Elle paraît relativement svelte.
-La carène hémale est large.
-L'arc neural est plutôt bas.
-Le rétrécissement inter-zygapophysaire semble être bien marqué.

*Elaphe sp.

Huit vertèbres troncales ont été attribuées à Elaphe sp. Elles présentent la morphologie suivante :

-Absence d'hypapophyse.
-Elles ont un aspect général assez robuste et carré.
-Le canal neural est rond en vue antérieure.
-Le bord du zygosphène est robuste et plus ou moins courbé.
-L'arc neural est moyennement bombé.
-Le rétrécissement inter-zygapophysaire n'est pas très net.
-La carène hémale est étroite, plus ou moins arrondie. Son bord postérieur est légèrement spatulé.

On différencie généralement Elaphe scalaris (Couleuvre à échelons) et Elaphe longissima (Couleuvre d'Esculape) à partir de la morphologie des pointes pré-zygapophysaires :

-Elles sont aiguës chez E. scalaris.
-Elles sont obtues chez E. longissima.

L'état fragmentaire des vertèbres recueillies dans le gisement n'a pas permis d'utiliser ce critère.

2) Sous-famille des Natricinae.

Deux vertèbres troncales ont été attribuées à Natrix sp. Elles présentent la morphologie suivante :

-Présence d'une hypapophyse.
-L'arc neural est très bombé.
-le centrum présente des limites latérales bien marquées.
-Les pré-zygapophyses sont horizontales.

C) Famille des Viperidae.

16 vertèbres ont été attribuées au genre Vipera.

*Vipera sp.

12 vertèbres troncales ont été attribuées à Vipera sp. Elles présentent la morphologie suivante :

-Présence d'hypapophyse.
-Arc neural plat.
-Pré-zygapophyses inclinées vers le haut en vue antérieure.

*Vipera cf. berus.

Trois vertèbres troncales et une vertèbre cervicale ont été attribuées à Vipera cf. berus par S. Baïlon (non publié).

Fig. 10 - Vipera cf. berus : vertèbre troncale.
A : face latérale.
B : face postérieure.

IV. LES MAMMIFERES.

IV.1. Ordre des Insectivores.

A) Famille des Erinaceidae : Erinaceus davidi (Jammot, 1973).

1) Généralités.

Erinaceus davidi a été mis en évidence dans le gisement du Pléistocène moyen des Abîmes la Fage par D. Jammot (1973). Cette espèce présente des caractéristiques morphologiques et dimensionnelles qui permettent de la différencier de Erinaceus algirus et de l'espèce commune européenne Erinaceus europaeus. N. El Hazzazi (1991) a également déterminé une mandibule se rapportant à Erinaceus davidi dans le gisement d'Orgnac 3. A notre connaissance, cette espèce n'a pas été rencontrée dans le Pléistocène supérieur.

2) Morphologie.

*mandibule :

Trois fragments de mandibules édentées et incomplètes ont été attribués à Erinaceus davidi. Elles présentent la morphologie suivante :

-Elles sont de grande taille.
-Sur un spécimen, on peut constater que le foramen mentonnier (qui est de grande taille) est situé sous l'alvéole de la P/3.
-La symphyse de la mandibule est de hauteur homogène sous les dents jugales, contrairement aux mandibules de Hérissons modernes qui présentent un renflement de la symphyse sous la M/2 (Jammot, 1973).
-On observe par contre un renflement de la symphyse au niveau de la partie antérieure de la mandibule sur un spécimen.
-L'inflexion sous-angulaire présente la même morphologie que chez les autres espèces du genre Erinaceus.

Aucune mandibule ne présente de branche montante bien conservée, aussi les citères morphologiques de cette partie de la mandibule n'ont pas pu être pris en compte.

*Rangée dentaire supérieure :

-P2/ :

-La dent possède une racine.
-La couronne est de section triangulaire.
-Le sommet de la dent est situé à l'aplomb de la partie antérieure.
-Le cingulum est fortement relevé au niveau de la partie antéro-

interne de la dent, c'est à dire au niveau du point de contact avec la C1/.
-Une petite cuspide s'individualise au niveau de la partie distale de la dent (point de contact P2/-P3/).

-P3/ :

-La dent présente une forme complexe.
-Elle possède trois racines.
-Son sommet est situé à l'aplomb de la partie antérieure, il est relié à l'angle postéro-externe par une crête.
-Le talon est antéro-interne.

-P4/ :

Une P4/ isolée a été recueillie, elle présente la morphologie suivante :

-Le métacone a la forme d'une lame allongée, oblique par rapport à l'axe de la dent.
-Le paracone est la cuspide la plus haute et la plus développée.
-L'hypocone et le protocone sont très rapprochés.
-La dent est plus large que longue alors que chez les espèces actuelles, la P4/ est davantage molariforme selon D.Jammot (1973).

-M1/ :

-La M1/ présente une forme quadrangulaire.
-Les 4 cuspides principales sont de taille sensiblement égale.
-Le protocone est relié à l'hypocone par une crête qui individualise une cuspide supplémentaire (métaconule) qui est située dans la région centro-distale de la dent entre l'hypocone et le paracone.
-La région disto-labiale de la dent est caractérisée par la présence d'un métastyle saillant en forme de lame oblique par rapport à l'axe de la dent.

*Rangée dentaire inférieure :

-Incisive inf. :

-Il s'agit d'une dent unicuspidée de forme conique dont la racine est particulièrement longue.

-C/1 :

-Cette dent possède une longue racine.
-En vue occlusale, la C/1 est de forme sub-ovalaire.
-La partie mésiale est saillante et possède un bord convexe.
-Le bord distal est rectiligne à légérement convexe.

-P/4 :

-Le trigonide occupe la majeure partie de la dent.
-Le talonide est représenté par une cuspide résiduelle.
-Le protoconide et le paraconide sont très développés et bien individualisés.
-Le protoconide est plus haut que le paraconide.
-Le paraconide a tendance a être saillant.
-Le protoconide au contraire a tendance à être replié vers l'arrière.

-M/1 et M/2 :

-La M/1 est de plus grande taille que la M/2.
-Le talonide et le trigonide sont de taille sensiblement égale. Cette morphologie ne s'observe pas sur l'holotype où le talonide est plus développé que le trigonide selon D. Jammot (1973).

-M/3 :

-Présence d'une seule racine.
-Dent de petite taille.
-le trigonide est très réduit.

*Squelette post-céphalique :

Le squelette post-céphalique est représenté par un fragment de fémur, une extrémité distale d'humérus et un calcaneum sub-complet.
Ces ossements présentent les mêmes caractères morphologiques observés chez les espèces actuelles. On peut néanmoins constater qu'ils sont de taille nettement supérieure.

3) Dimensions.

La nomenclature utilisée pour les mensurations a été empruntée à D. Jammot (1973) :

Mesures des P/4 et molaires inférieures :

-Lt : Longueur hypoconulide-paraconide (=longueur totale).
-L : Longueur hypoconide-paraconide.
-l : Largeur paraconide-protoconide base.
-lt : Largeur hypoconulide-hypoconide base.

Mesures des P4/ et molaires supérieures :

-L : Longueur de la dent.
-l : Largeur de la dent.
-dl : Diagonale métacone-protocone.
-d2 : Diagonale paracone-hypocone.

Tabl. 7 - Erinaceus davidi. Dimensions de la P4/ :

	L			l		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	4.40		1	5.42	
La Fage (1)	3	4.5-5.2	4.73	3	4.7-5.5	5.07
Orgnac (2)	1	4.1		1	5.5	

	d1			d2		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	5.10		1	6.82	
La Fage (1)	3	4.8-5.3	5.10	3	6.2-7.1	6.77
Orgnac (2)	1	4.9		1	6.0	

(1) : d'après Jammot (1973).
(2) : d'après El Hazzazi (1991).

Tabl. 8 - Erinaceus davidi. Dimensions de la M1/ :

	L			l		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	6.17		1	6.75	

	d1			d2		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	7.54		1	8.37	

B) Famille des Talpidae.

On dénombre actuellement trois espèces se rapportant au genre Talpa en Europe :

-Talpa europaea (Linné, 1758) : la Taupe.
-Talpa caeca (Savi, 1822) : la Taupe aveugle.
-Talpa romana (Thomas, 1902) : la Taupe romaine.

N.B. : Le statut spécifique de la dernière espèce est controversé par différents auteurs.

Les travaux de C. Robert (1983) sur les Taupes du Quaternaire ont montré que Talpa europaea apparaît en France durant le Pléistocène moyen ancien sous une forme comparable à celle de l'espèce actuelle.
Talpa europaea succède chronologiquement à Talpa minor, Talpa fossilis et Talpa episcopalis qui sont des espèces caractéristiques de la base du Pléistocène moyen et du Pléistocène inférieur.

Les dimensions des os longs permettent de différencier Talpa europaea des autres espèces actuelles et fossiles :

-Talpa minor, Talpa fossilis et Talpa caeca sont de taille plus réduite que Talpa europaea.

-Talpa episcopalis et Talpa romana sont par contre de taille plus importante.

A l'Arago, nous avons attribué à Talpa europaea différents éléments du squelette post-céphalique se rapportant à 23 individus (N.M.I.).

Tabl. 9 - Talpa : Dimensions des ossements.

	HUMERUS											
	mesure 1			mesure 2			mesure 3			mesure 4		
	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
Caune de l'Arago	1	16.85		4	11.74	0.87	11	8.44	0.36	7	4.16	0.14
Saint-Estève (1)	5	15.14	0.2				6	8.37	0.13	16	3.95	0.06
Orgnac 3 (1)	54	15.48	0.52	16	11.38	0.48	48	8.38	0.17			
Vaufrey (1)	21	15.79	0.51	5	11.34	0.45	21	8.38	0.20	47	3.99	0.09
Pech de l'Azé (1)										9	3.77	0.04
La Fage (1)	138	16.44	0.51	64	11.92	0.36	134	8.83	0.18	151	4.08	0.04
Nestier (2)	52	17.25	0.76	39	12.61	0.41				60	4.49	0.05
Combe-Grenal (1)	18	15.56	0.51	8	11.04	0.28	26	7.98	0.14	34	3.84	0.04
Le Lazaret	2	14.12		3	11.01		22	8.27	0.34	1	3.92	
Actuels (1)	43	15.86	0.69	41	11.78	0.50	43	8.51	0.25	43	4.15	0.05
Montoussé (3)	13	13.35	0.35	6	9.50	0.34	8	7.09	0.13	7	3.29	0.04

(1) Talpa europaea; d'après C. Robert (1983).
(2) Talpa aff. romana; d'après C. Robert (1983).
(3) :Talpa minor; d'après C. Robert (1983).

Tabl. 10 - Talpa : Dimensions des ossements (suite).

	RADIUS						FEMUR			TIBIA-FIBULA					
	mesure 3			mesure 4			mesure 3			mesure 2			mesure 3		
	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
Caune de l'Arago	7	4.35	0.18	8	1.83	0.06	4	4.39	0.05	6	3.70	0.11	6	3.71	0.26
Pech de l'Azé (1)	5	4.44	0.02	6	1.89	0.01									
Orgnac 3 (1)	75	4.56	0.06	62	1.94	0.02	11	3.82	0.06						
Vaufrey (1)	22	4.58	0.06	23	1.99	0.02									
La Fage (1)	55	4.71	0.06	53	1.98	0.01	82	4.26	0.05	70	4.25	0.09	71	4.29	0.07
Nestier (2)	31	4.98	0.10	21	2.23	0.05	9	4.58	0.12						
Combe-Grenal (1)	25	4.41	0.03	30	1.85	0.02									
Le Lazaret	19	4.44	0.09	18	1.82	0.01	14	3.72	0.10	20	3.48	0.07	16	3.63	0.10
Actuels (1)	11	4.55	0.09												

(1) : Talpa europaea; d'après C. Robert (1983)
(2) : Talpa aff. romana; d'apès C. Robert (1983).

C) Famille des Soricidae.

1) Généralités.

Quelques mandibules incomplètes ont permis de mettre en évidence la présence d'individus pouvant être rapportés aux sous-familles des Crocidurinae (Musaraignes à dents blanches) et des Soricinae (Musaraignes à dents rouges).
La détermination au niveau de l'espèce qui se fait habituellement à partir de la morphologie et des dimensions des dents et de la mandibule n'a pas été possible dans le cas présent en raison de l'extrême fragmentation des ossements recueillis. Nous avons donc du nous limiter à la dénomination suivante : Sorex sp. et Crocidura sp.
Selon D. Jammot (1974), il est possible d'effectuer une diagnose spécifique à partir de la morphologie et des dimensions des os longs.

2) Essai de détermination des Soricidae à partir des os longs.

Jusqu'à présent, aucun matériel fossile n'a fait, à notre connaissance, l'objet d'une étude morphologique ou métrique. C'est la raison pour laquelle nous avons donc été obligés de nous référer à la faune de comparaison actuelle de l'I.P.H.

* Ulna.

L'extrémité proximale d'ulna présente une apophyse coronoïde dont la taille et la morphologie sont comparables à Sorex araneus actuelle.
En l'absence de données métriques concernant les éléments du squelette post-céphalique de l'espèce fossile Sorex subaraneus, nous avons jugé préférable d'adopter la dénomination suivante : Sorex cf. araneus.

* humérus.

Six extrémités distales d'humérus ont été recueillies.

Les humérus se rapportant au genre Crocidura présentent la morphologie suivante :

-l'aspect général est élancé.
-La crête deltoïdienne est située dans l'axe longituninal de l'os.
-L'épiphyse distale est proportionnellement moins large que chez les individus du genre Sorex.
-La crête épitrochienne ne présente pas un repli aussi marqué que chez les Sorex.

N.B. : les humérus de Suncus présentent une morphologie comparable mais une taille extrêmement réduite.

Les humérus se rapportant au genre Sorex présentent la morphologie suivante :

-L'humérus présente un aspect général trapu.
-La crête deltoïdienne est de forme plus complexe que chez les individus du genre Crocidura et présente une expansion latérale importante.
-L'épiphyse distale est large.
-La crête épitrochienne présente un repli caractéristique.

Les humérus se rapportant au genre Neomys présentent une taille plus importante que les humérus des genres Crocidura et Sorex. D'autre part, la morphologie de l'épiphyse distale de l'humérus de Neomys est comparable à celle de Sorex.
N.B. : Une extrémité distale d'humérus se rapportant semble-t-il au genre Neomys a été mise en évidence dans la grotte du Lazaret à Nice.

Deux fragments d'humérus ont été attribués au genre Crocidura. En raison de l'absence de données métriques concernant les Soricinae fossiles et actuels, nous avons jugé préférable d'adopter la dénomination suivante : Crocidura sp.
On peut noter que ces humérus présentent une taille relativement réduite.

Quatre extrémités distales d'humérus ont été attribués au genre Sorex.
Pour trois d'entre eux, nous avons jugé préférable d'adopter la dénomination suivante Sorex cf. araneus.
Nous avons attribué une extrémité distale non mesurable à Sorex cf. minutus en raison de sa morphologie (qui est caractéristique du genre Sorex) et de sa taille particulièrement réduite.

Tabl. 11 - Musaraignes. Dimensions de l'humérus (DT distal) :

	N	Min-Max	X
Arago : Crocidura sp.	2	2.17-2.27	
Actuel : Crocidura russula	1	2.70	
Actuel : Suncus etruscus	1	1.38	
Arago : Sorex sp.	3	2.57-2.61	
Actuel : Sorex araneus	2	2.66-2.68	
Actuel : Sorex minutus	1	1.78	

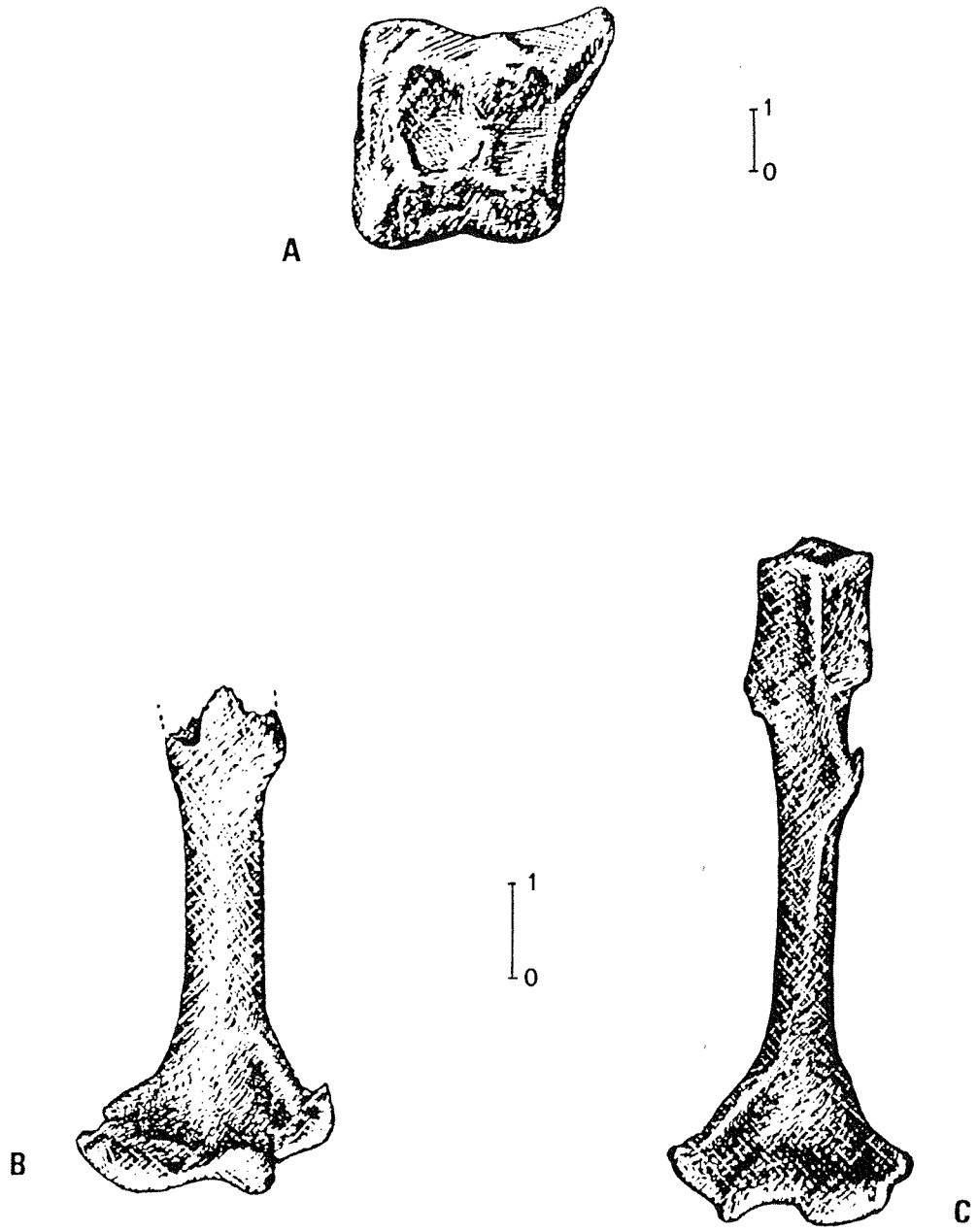


Fig. 11 - Insectivores.
A : Erinaceus davidi. R54244. M1/ G. Vue occlusale.
B : Sorex cf. araneus. R75653. Humérus droit, ext. distale. Face antérieure.
C : Crocidura sp. R75655. Humérus gauche, ext. distale. Face antérieure.

Echelle en mm

IV.2. Ordre des Chiroptères.

A) Famille des Vespertilionidae.

Selon Menu (1985), la morphologie des M/1 et des M/2 permet de séparer les Vespertilionidae en deux groupes (cf. fig.) :

-Les nyctalodontes : la postcristide relie l'hypoconide à l'hypoconulide sans affecter l'entoconide (genres Nyctalus, Pipistrellus et Barbastella).

-Les myotodontes : la postcristide relie l'hypoconide à l'entoconide en ménageant l'isolement distal de l'hypoconulide (genres Myotis, Plecotus, Eptesicus, Hypsugo et Vespertilio).

1) Miniopterus schreibersi (Kuhl, 1819).

Le Minioptère de Schreibers est la seule espèce se rapportant au genre Miniopterus (Bonaparte, 1837) qui a été rencontrée dans le Pléistocène en France.

Seuls des éléments du squelette post-céphalique ont été recueillis à l'Arago : -2 extrémités distales d'humérus.
-1 extrémité proximale de radius.

a) Morphologie de l'humérus.

Les extrémités distales d'humérus présentent la morphologie suivante :

-La fosse olécranienne est très profonde.
-On observe un étranglement bien marqué entre le condyle et l'épicondyle.
-Bien que le processus styloïde soit cassé sur les deux spécimens, on peut néanmoins penser qu'il est large.

b) Morphologie du radius.

L'extrémité proximale de radius présente la morphologie suivante:

-La flex. fossa est située sur la face externe de la diaphyse.
-Il y a continuité entre le bord postérieur de la surface articulaire et le bord postérieur de la diaphyse.
-L'articulation comprend 3 facettes articulaires.

c) Dimensions des ossements.

Nous avons comparé les humérus et le radius de l'Arago avec des ossements provenant de Minioptères actuels et fossiles.
Les données sont mentionnées dans les tableaux suivants :

Fig. 12 - Schématisation de la nyctalodontie. D'après Menu (1987)

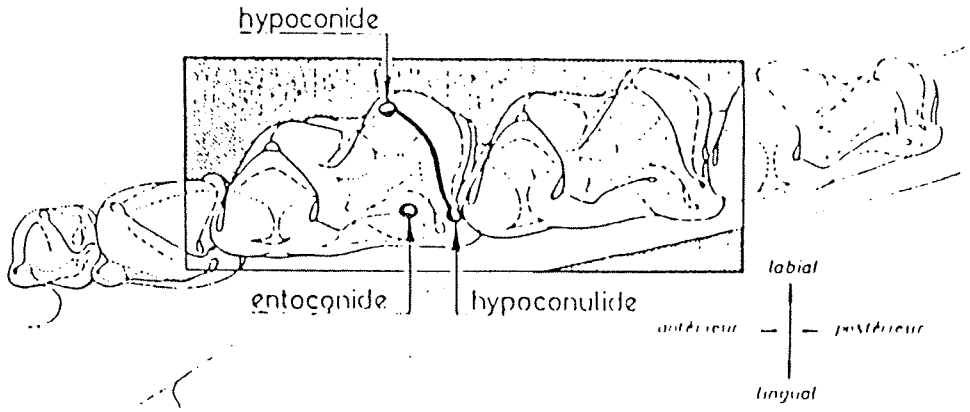
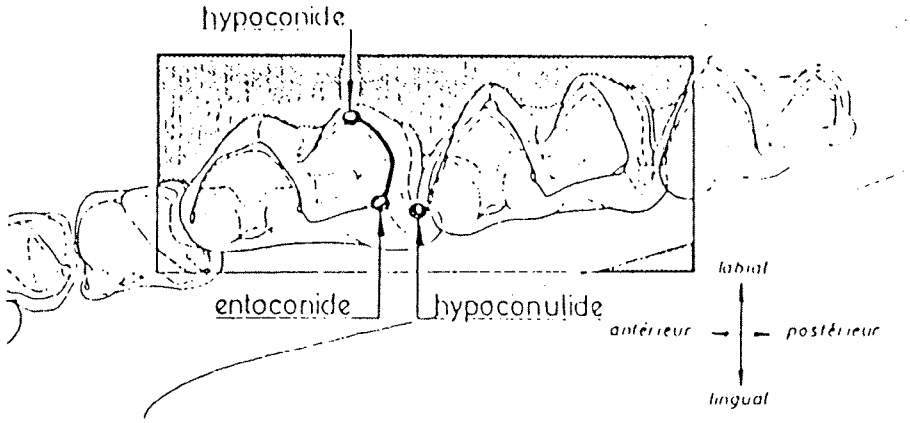


Fig. 13 - Schématisation de la myotodontie. D'après Menu (1987).



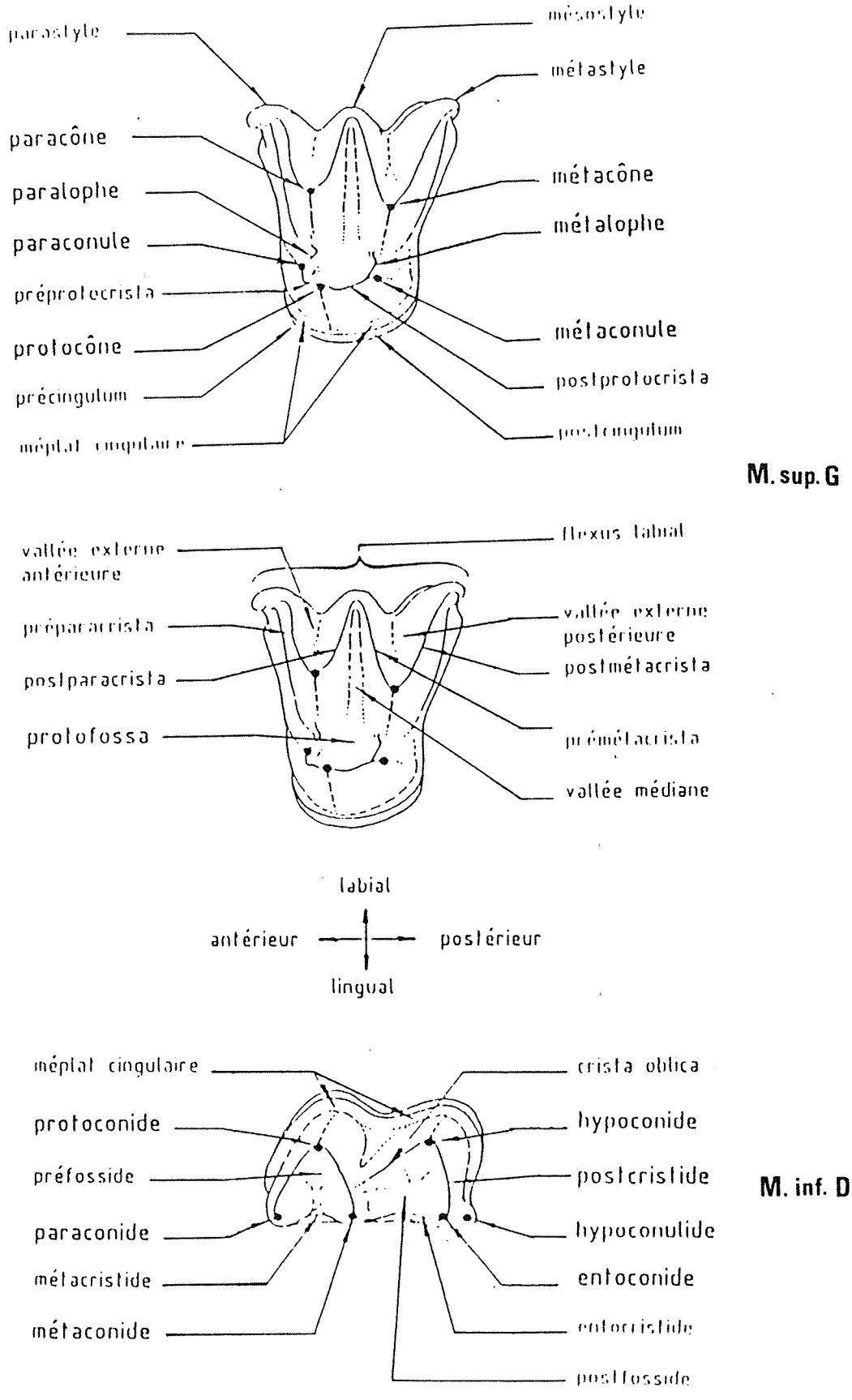


Fig. 14 - Nomenclature des molaires des Chiroptères. D'après Menu (1987).

2) cf. Eptesicus nilssoni (Keyserling et Blasius, 1839).

Le genre Eptesicus (Rafinesque, 1828) est représenté en Europe par deux espèces :
-Eptesicus serotinus (Schreber, 1774), la Sérotine commune.
-Eptesicus nilssoni (K. et B., 1839), la Sérotine de Nilsson ou Sérotine boréale.

Ces deux espèces présentent des caractères ostéologiques et odontologiques similaires. On peut néanmoins les différencier à partir des critères métriques.

Une extrémité distale d'humérus se rapportant à la forme de petite taille (Eptesicus nilssoni) a été recueillie dans le gisement.

a) Morphologie de l'humérus.

L'extrémité distale présente la morphologie suivante :

-La pointe de la trochlée atteint le contour de l'épiphyse.
-La fosse olécranienne est peu profonde et mal délimitée.
-Le bord proximal délimitant la trochlée et le condyle est de forme concave.
-Le processus styloïde, bien que cassé, ne semble pas être très développé.

b) Dimensions de l'humérus.

Tabl. 14 - Eptesicus. Dimensions de l'humérus :

DT distal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	2.74	
Eptesicus nilssoni (1)	3	2.82-2.88	2.86
Eptesicus nilssoni (2)	3	2.62-2.70	2.66
Eptesicus serotinus (2)	1	3.12	

(1) : La Roche au Loup. D'après Dupuis (1986).
(2) : Actuel collection I.P.H.

D'après ses dimensions, le spécimen de l'Arago se rapporte à l'espèce de petite taille : Eptesicus nilssoni.

Nous avons jugé préférable d'utiliser la dénomination cf. Eptesicus nilssoni dans la mesure ou l'unique exemplaire récolté présente une fragmentation importante du processus styloïde ce qui nous a empêché d'effectuer une détermination fiable.

3) cf. Nyctalus leisleri (Kuhl, 1818).

Le genre Nyctalus est représenté en Europe par trois espèces :
-Nyctalus noctula (Schreber, 1774), la Noctule.
-Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1780), la grande Noctule.
-Nyctalus leisleri (Kuhl, 1818), la Noctule de Leisler.

Dans un premier temps, une extrémité distale d'humérus a été attribuée au genre Nyctalus d'après sa morphologie.
La taille de cet ossement a permis de le rattacher à Nyctalus leisleri.

a) Morphologie de l'humérus.

L'extrémité distale présente la morphologie suivante :
-La trochleé est allongée et large.
-La fosse olécranienne est large et occupe une grande partie de l'épiphyse.
-Le processus styloïde est cassé mais il convient de préciser que celui-ci est généralement de forme triangulaire et très développé chez les individus du genre Nyctalus.

b) Dimensions de l'humérus.

Les dimensions de l'extrémité distale de l'humérus ont été comparées à celles des différentes espèces du genre Nyctalus.
Il résulte de cette comparaison que le spécimen de l'Arago se rattache à Nyctalus leisleri.

Tabl. 15 - Nyctalus. Dimensions de l'humérus :

Nyctalus leisleri	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	2.36	
Actuel FELTEN (1973)		2.40	

Nyctalus noctula	N	Min-Max	X
Actuel coll. I.P.H.	1	3.07	
Actuel FELTEN (1973)		3.20	

Nyctalus lasiopterus	N	Min-Max	X
Actuel FELTEN (1973)		3.60	

Pour des raisons identiques à celles que nous avons rencontré dans le cas de la Sérotine de Nilsson, nous avons jugé préférable d'adopter la dénomination suivante : cf. Nyctalus leisleri.

4) Myotis myotis.

Le genre Myotis (Kaup, 1829) est représenté par 9 espèces en Europe actuellement.
Deux espèces ont été reconnues à l'Arago :

-Myotis myotis (Borkhausen, 1797), le grand Murin.
-Myotis bechsteini (Kuhl, 1818), le Vespertilion de bechstein

Deux Murins de grande taille sont susceptibles d'être rencontrés dans le Pléistocène de France : Myotis myotis et Myotis blythi (Tomes, 1857), le petit Murin.
Hormis les différences de morphologie du baculum (dont on n'a pas recueilli d'ossements) mises en évidence par Topal (1958) et le degré de réduction du talonide de la M/3 (Mein, 1975); il n'existe pas à notre connaissance d'autres caractères morphologiques fiables permettant de les différencier. Mais on sait que Myotis myotis diffère de Myotis blythii par la plus grande taille de ses os et de ses dents; il semble donc possible d'effectuer une diagnose spécifique à partir des seules données dimensionnelles.
Il convient de préciser que la position systématique du petit Murin est discutée par les mammalogistes. Certains auteurs le considèrent comme une sous espèce de Myotis myotis, d'autres comme une espèce distincte (Saint-Girons, 1973).

a) Morphologie.

*Rangée dentaire supérieure.
3 C1/, 1 M1/ et 1 M2/ se rapportant à un Murin de grande taille ont été recueillies.

Les canines supérieures présentent la morphologie suivante :

-En vue occlusale, la couronne est de forme ovalaire.
-Le cingulum est légèrement incurvé sur le côté externe.
-Le cingulum est incurvé à sub-horizontal sur le côté interne.
-Les extrémités antérieures et postérieures du cingulum sont situées au même niveau.
-La face mésiale de la canine est convexe.

Les M1/ et M2/ présentent la morphologie suivante :

-Le flexus labial est prononcé.
-La vallée externe antérieure est moins importante que la vallée externe postérieure.
-Le cingulum est absent sous le protocone.
-Le cingulum est plutôt épais sur le bord distal et très fin sur le bord mésial.
-Le métacone est plus haut que le paracone.

*Rangée dentaire inférieure.
2 M/1, 3 M/2 et 3 M/3 ont été recueillies; elles présentent la morphologie suivante :

-Elles sont myotodontes.
-Le talonide est plus fort que le trigonide pour M/1 et M/2.
-Le talonide est très réduit sur les M/3
-L'hypoconulide est peu développé.
-La préfosside est ouverte du côté lingual.
-L'entoconide est très développé.

*Humérus.
17 extrémités distales ont été rapportées à un Murin de grande taille; elles présentent la morphologie suivante :

-le processus styloïde est peu développé et non visible en vue externe.
-Le bord proximal situé entre la trochlée et le condyle est plus ou moins rectiligne.
-La pointe proximale de la trochlée est très proche du contour de l'épiphyse.
-La pointe proximale du condyle est plus haute que le bord proximal de la trochlée et du condyle.

*Radius.
5 extrémités proximales et 1 extrémité distale ont été recueillies :

Extrémité proximale :
-La flex. fossa est longue et située sur le bord postérieur de la diaphyse.
-l'échancrure sygmoïde est étroite.

Extrémité distale :
-le processus styloïde est relié à la diaphyse.
-Les processus styloïdes antérieurs et postérieurs sont séparés par une légère concavité.

Le seul critère nous permettant d'effectuer une diagnose spécifique est la morphologie du talonide de la M/3. L'aspect très réduit de celui-ci nous a permis de mettre en évidence la présence de Myotis myotis dans le gisement.

b) Dimensions.

L'interprétation des données a été délicate en raison de la petite taille de la population, de la fragmentation importante des ossements et de l'absence de séries dentaires complètes.
On peut néanmoins observer que l'appartenance à Myotis myotis est confirmée par les mesures du talonide de la M/3.
Les M/3 de l'Arago présentent en effet une réduction du talonide de la M/3 par rapport à la longueur de la dent comparable aux Myotis myotis actuels et à la population étudiée à la Fage par

Tabl. 16 - Myotis myotis. Dimensions de la M/3.

	L M/3			L M/3 trig.			L M/3 tal.		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	3	2.05-2.16	2.11	3	1.39-1.48	1.42	3	0.83-0.92	0.87
La Fage (MEIN, 1975)		1.92-2.12			1.32-1.46		10	0.81-0.95	0.85
L'Eglise (DUPUIS, 1986)	8	1.88-2.11	1.99	8	1.35-1.41	1.38	8	0.88-1.05	0.94
Abri Vaufrey (DUPUIS, 1986)	11	1.94-2.17	2.05	11	1.23-1.41	1.32	11	0.88-1.05	0.93
Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	4	1.94-2.11	2.03	4	1.35-1.41	1.38	4	0.94-0.99	0.95
Esq. Grapaou (DUPUIS, 1986)	11	1.88-2.11	1.97	11	1.29-1.47	1.38	11	0.82-0.99	0.90
Actuels Espagne (TUPINIER, 1975)	14	2.05-2.29		14	1.30-1.44		14	0.84-1.05	

	L M/1			l M/1		
Myotis myotis	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	2	2.13-2.37		2	1.61-1.79	
La Fage (MEIN, 1975)	5	2.14-2.23		5	1.50-1.66	
L'Eglise (DUPUIS, 1986)	6	2.11-2.29	2.18			
Abri Vaufrey (DUPUIS, 1986)	4	2.05-2.35	2.23			
La Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	3	2.23-2.29	2.27			
Esquicho-Grapaou (DUPUIS, 1986)	10	2.17-2.35	2.24			
Gazel (DUPUIS, 1986)	2	2.26-2.35				
Myotis blythii	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
La Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	2	2.14-2.17				
Gazel (DUPUIS, 1986)	4	1.99-2.17	2.08			
Font-Juvenal (DUPUIS, 1986)	1	1.99				

Tabl. 17 - Myotis myotis. Dimensions de la M/1.

Tabl. 18 - Myotis myotis. Dimensions du radius.

	DT proximal			DT distal		
Radius	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	5	3.12-3.40	3.30	1	3.54	
L'Eglise (DUPUIS, 1986)	9	3.17-3.35	3.24	8	3.11-3.54	3.32
Abri Vaufrey (DUPUIS, 1986)	13	2.99-3.52	3.24			
Esquicho-Grapaou (DUPUIS, 1986)	5	3.23-3.52	3.37	5	3.41-3.64	3.50

Tabl. 19 - Myotis myotis-Myotis blythii. Dimensions du radius.

	DT proximal			DT distal		
Radius	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
La Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	4	3.11-3.29	3.30	9	2.94-3.58	3.32
Gazel (DUPUIS, 1986)	15	3.05-3.29	3.18	7	3.23-3.46	3.34

Tabl. 20 - Myotis blythii. Dimensions du radius.

	DT proximal			DT distal		
Radius	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Font-Juvenal (DUPUIS, 1986)	4	2.82-3.23	3.06	2	3.23-3.29	

Tabl. 21 - Myotis myotis. Dimensions de l'humérus.

Humérus : DT distal	N	Min-Max	X
Arago	17	4.12-4.50	4.31
Le Lazaret	2	4.26-4.34	
L'Eglise (DUPUIS, 1986)	19	4.05-4.58	4.28
La Fage (MEIN, 1975)	9	4.20-4.60	4.30
Abri Vaufrey (DUPUIS, 1986)	26	4.11-4.67	4.37
Esquicho-Grapaou (DUPUIS, 1986)	7	4.29-4.64	4.45
La Coste 2 (DUPUIS, 1986)	1	3.88	

Tabl. 22 - Myotis myotis-Myotis blythii. Dimensions de l'humérus.

Humérus : DT distal	N	Min-Max	X
La Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	7	4.11-4.45	4.32
Gazel (DUPUIS, 1986)	29	4.00-4.52	4.29

Tabl. 23 - Myotis blythii. Dimensions de l'humérus.

Humérus : DT distal	N	Min-Max	X
Font-Juvenal (DUPUIS, 1986)	3	3.90-4.40	4.10

	Hauteur sous M/3		
Myotis myotis	N	Min-Max	X
Arago	2	2.65-2.78	
L'Eglise (DUPUIS, 1986)	12	2.58-2.94	2.79
Abri Vaufrey (DUPUIS, 1986)	15	2.46-2.94	
La Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	4	2.76-2.88	2.82
Gazel (DUPUIS, 1986)	2	2.64-2.88	
Myotis blythii	N	Min-Max	X
Gazel (DUPUIS, 1986)	5	2.46-2.76	2.62

Tabl. 24 - Myotis myotis. Hauteur sous la M/3.

P.Mein (1975).
Le grand Murin de l'Arago a une taille relativement petite par rapport aux formes plus récentes. Les autres populations du Pléistocène moyen présentent également ce caractère.
On peut donc penser que Myotis myotis a fait l'objet de variations de la taille au cours du Quaternaire sans qu'il soit possible pour l'instant, en raison de la rareté des gisements et de la petite taille des populations, d'en connaître les mécanismes et les détails.

5) Myotis bechsteini

Myotis bechsteini est l'une des 7 espèces du genre Myotis de petite taille susceptibles d'être rencontrées dans des gisements du Pléistocène moyen d'Europe.
L'étude morphologique et métrique d'une extrémité distale d'humérus a permis de mettre en évidence la présence de cette espèce dans le gisement.

a) Morphologie.

L'épiphyse distale présente la morphologie suivante :

-La pointe proximale de la trochlée n'atteint pas le contour de l'épiphyse.
-Le processus styloïde, bien que cassé, semble être de petite taille.
-Le contour de l'épitrochlée est rectiligne.

N.B. : Selon Dupuis (1986), les autres espèces de petite taille du genre Myotis présentent une morphologie assez proche mais ne compilent jamais les trois caractères décrits ci-dessus.

-Chez Myotis capaccinii, la pointe de la trochlée n'atteint pas le contour de l'épiphyse .

-Myotis nattereri présente une épitrochlée large à contour anguleux.

-Myotis dasycneme possède un processus styloïde bien visible.

-Chez Myotis daubentoni et Myotis emarginatus, le contour de l'épiphyse est anguleux et le processus styloïde bien visible.

-Les caractères morphologiques de Myotis mystacinus n'ont pas fait, à notre connaissance, l'objet d'une description détaillée; mais cette espèce se distingue des autres par une taille remarquablement petite (Largeur de l'épiphyse = 2.2-2.4 mm).

b) Dimensions.

Les dimensions de l'épiphyse distale du spécimen de l'Arago permettent de confirmer la détermination basée sur les critères morphologiques (cf. tabl. page suivante).

Tabl. 25 - Petits Murins. Dimensions des humérus :

Myotis bechsteini	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	3.05	
La Fage (MEIN, 1975)	13	2.9-3.1	2.98
Roche au Loup (DUPUIS, 1986)	4	2.88-3.17	3.02
Actuel Coll. I.P.H.	1	3.00	
Actuel (FELTEN, 1973)		2.9-3.1	

Myotis capaccinii	N	Min-Max	X
Roche au Loup DUPUIS (1986)	1	2.70	
Actuel Coll. I.P.H.	1	2.78	
Actuel FELTEN (1973)		2.7	

Myotis emarginatus	N	Min-Max	X
La Fage MEIN (1975)	2	2.6-2.7	
Roche au Loup DUPUIS (1986)	1	2.82	

Myotis dasycneme	N	Min-Max	X
Roche au Loup DUPUIS (1986)	1	3.46	
Font-Juvenal DUPUIS (1986)	1	3.55	
Actuel Coll. I.P.H.	1	3.49	

Myotis nattereri	N	Min-Max	X
Actuel FELTEN (1973)		2.6-2.7	

Myotis mystacinus	N	Min-Max	X
L'Eglise DUPUIS (1986)	1	2.46	

6) Genre Pipistrellus (Kaup, 1829).

Le genre Pipistrellus est actuellement représenté par 4 espèces en Europe. Deux espèces ont été reconnues à l'arago :

-Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774), la Pipistrelle commune.

-Pipistrellus cf. nathusii (Keyserling et Blasius, 1839), la Pipistrelle de Nathusius.

Les critères morphologiques permettant de distinguer les différentes espèces du genre Pipistrellus sont peu nombreux. L'important état de fragmentation des ossements (notamment les extrémités distales d'humérus) ne nous a pas permis de les utiliser. Nous avons donc été obligés de nous fier aux seuls critères métriques afin d'essayer d'établir une diagnose spécifique.

a) Rangée dentaire inférieure.

*Morphologie.

Une mandibule complète de la C/1 à la M/3 a été recueillie. En vue latérale externe on peut constater que le foramen mentonnier est situé sous la P/2, proche du point de contact C/1-P/2.

-Morphologie de la C/1 :

-La canine est robuste, elle est plus haute que les prémolaires et les molaires.
-Le cingulum est relevé au niveau de la partie disto-linguale où il individualise un petit cuspide.
-Une autre cuspide mieux marquée est individualisée au niveau de la partie mésiale de la dent où le cingulum est très nettement relevé.
-En vue occlusale, on observe que la base de la couronne est sub-triangulaire. La face mésiale est convexe et la face distale est sub-rectiligne.

-Morphologie de la P/2 :

-Le cingulum est relevé à l'avant et à l'arrière de la dent.
-La face labiale est arrondie.
-La face linguale et la face distale sont sub-planes.
-La dent a une section sub-triangulaire.

-Morphologie de la P/4 :

-La section de la dent est nettement triangulaire.
-Le cingulum individualise une cuspide au niveau du point de contact avec la P/2 (partie mésio-linguale de la P/4).

-La face labiale est arrondie.
-La face distale et la face linguale sont plano-concaves.

-Morphologie des molaires inférieures :

-Elles sont nyctalodontes.
-Le talonide est plus grand que le trigonide sur la M/1 et la M/2. Il est par contre réduit sur la M/3.
-Le protoconide est la cuspide la plus élevée sur les trois molaires.
-L'entoconide présente un développement important de sa partie linguale où il est en "surplomb".

*Dimensions.

Les données métriques (cf. ci-dessous) tendent à montrer que nous avons affaire à une mandibule de dimensions comparables à Pipistrellus nathusii. Etant donné que nous n'avons pu mesurer qu'un seul spécimen, il nous a semblé préférable d'adopter la dénomination suivante : Pipistrellus cf. nathusii.

Tabl. 26 - Pipistrellus. Longueur C-M/3 (=mesure 2) :

Pipistrellus nathusii	N	Min-Max	X
Caune de l'arago	1	4.96	
Actuel TUPINIER (1975)	19	4.6-5.0	4.86
Actuel MENU (1987)		4.73-5.15	

Pipistrellus pipistrellus	N	Min-Max	X
Actuel Coll. I.P.H.	1	4.46	
Actuel TUPINIER (1975)	38	4.2-4.8	4.45
Actuel MENU (1987)		4.19-4.81	
La Coste 2 DUPUIS (1986)	42	4.11-4.64	4.44

Pipistrellus kuhli	N	Min-Max	X
Actuel Coll. I.P.H.	1	5.53	
Actuel TUPINIER (1975)	30	5.0-5.4	5.18
Actuel MENU (1987)		5.07-5.71	

-Pipistrellus. Longueur C-M/3 (suite) :

Pipistrellus savii	N	Min-Max	X
Actuel TUPINIER (1975)	14	5.0-5.2	5.05

Tabl. 27 - Pipistrellus. Longueur P/4-M/3 (=mesure 5) :

	N	Min-Max	X
Caune de l'arago	1	3.85	
P. nathusii MENU (1987)		3.72-3.80	
P.pipistrellus MENU (1987)		3.37-3.77	
P. pipistrellus Coll. I.P.H.	1	3.48	
P. pip. La Coste DUP. (1986)	42	3.35-3.76	3.58
P. kuhli Coll. I.P.H.	1	4.29	
P. kuhli MENU (1987)		4.04-4.46	

Tabl. 28 - Pipistrellus. Longueur C-P/4 (=mesure 3) :

	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	1.73	
P. nathusii MENU (1987)		1.75-1.89	
P. pipistrellus MENU (1987)		1.51-1.73	
P. pipistrellus Coll. I.P.H.	1	1.47	
P. pip. La Coste DUP. (1986)	42	1.35-1.58	
P. kuhli Coll. I.P.H.	1	1.98	
P. kuhli MENU (1987)		1.80-2.15	

Tabl. 29 - Pipistrellus. Longueur M/1-M/3 (=mesure 6) :

	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	3.41	
P. nathusii MENU (1987)		3.08-3.35	
P. pipistrellus MENU (1987)		2.81-3.24	
P. pipistrellus Coll. I.P.H.	1	3.01	
P. pipistrellus TUPINIER (1975)	2	2.9-3.1	
P. pip. La Coste DUPUIS (1986)	42	2.82-3.23	3.03
P. kuhli Coll. I.P.H.	1	3.72	
P. kuhli MENU (1987)		3.34-3.77	

b) Humérus.

Les critères métriques apparaissent comme étant les plus fiables pour la détermination des humérus du genre Pipistrellus. Nous avons néanmoins jugé nécessaire de résumer dans les lignes qui suivent la morphologie de cet os.

*Morphologie :

Les 15 extrémités distales d'humérus recueillies présentent la morphologie suivante :

-La fosse olécranienne est bien développée.
-le processus styloïde est de forme triangulaire et assez développé sur les quelques exemplaires où il est visible.

La morphologie de l'épicondyle permet selon Dupuis (1986) de différencier Pipistrellus pipistrellus des autres espèces du genre Pipistrellus :
-L'épicondyle est visible au dessus du condyle chez P. pipistrellus.
-Il n'est pas visible chez les autres espèces.

Malheureusement, l'état de conservation des épiphyses distales n'a pas permis d'utiliser ce critère de détermination pour les spécimens étudiés.

*dimensions :

Les données métriques ont permis de mettre en évidence la présence de 2 espèces présentant des tailles bien distinctes (cf. tabl. page suivante) :
-12 épiphyses distales se rapportent à Pipistrellus pipistrellus.
-3 épiphyses distales se rapportent à Pipistrellus nathusii.

Tabl. 30 - P. pipistrellus. Dimensions de l'humérus :

DT distal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	12	1.98-2.16	2.10
Actuel Coll. I.P.H.	1	2.02	
Actuel FELTEN (1973)		2.0	
Actuel VIERHAUS (1982)	9	1.95-2.20	2.10
Font-Juvenal DUPUIS (1986)	1	1.94	
La Coste 2 DUPUIS (1986)	172	1.88-2.29	1.99

Tabl. 31 - P. nathusii. Dimensions de l'humérus :

DT distal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	3	2.29-2.39	2.33
Actuel Coll. I.P.H.	1	2.22	
Actuel FELTEN (1973)		2.2-2.4	
Actuel VIERHAUS (1982)	5	2.30-2.45	2.38
La Coste 2 DUPUIS (1987)	1	2.40	

c) Radius.

13 extrémités proximales et 1 extrémité distale ont été recueillies; elles présentent la morphologie suivante :

*epiphyse proximale :

-La cavité glénoïde est peu profonde.
-La facette articulaire est assez large.
-La flex. fossa est profonde et longue.

*Epiphyse distale :

-Le processus pseudo-styloïde est relié au corps de l'os.
-Le bord inférieur de l'apophyse styloïde est légérement concave

et présente une pointe saillante postérieurement.

Ces caractères sont communs chez la plupart des Vespertilionidae. Ces épiphyses sont surtout remarquables par leur taille extrêmement réduite qui permet de les rattacher à Pipistrellus pipistrellus (cf. tabl. ci-dessous).

Tabl. 32 - Pipistrellus. Dimensions du radius :

DT proximal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	13	1.60-1.96	1.77
P. pipistrellus Coll. I.P.H.	1	1.68	
P. pip. Font-Juvenal DUPUIS (1986)	2	1.64-1.68	
P. kuhlii Coll. I.P.H.	1	1.86	
P. nathusii La Coste DUPUIS (1986)	1	2.23	

B) Famille des Rhinolophidae.

Le famille des Rhinolophidae est représentée par le genre Rhinolophus (Lacépède, 1799).
Les 5 espèces recensées actuellement en Europe sont susceptibles d'être rencontrées dans le Pléistocène de France :

-Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774), le Grand Rhinolophe ou Grand fer-à-Cheval.
-Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800), le petit Rhinolophe ou petit Fer-à-Cheval.
-Rhinolophus euryale (Blasius, 1853), le Rhinolophe euryale.
-Rhinolophus mehelyi (Matschie, 1901), le Rhinolophe de Roumanie.
-Rhinolophus blasii (Peters, 1866), le Rhinolophe de Blasius.

Les espèces se rapportant au genre Rhinolophus présentent des morphologies odontologiques et ostéologiques qui permettent de les différencier très facilement des Vespertilonidae et des Molossidae.

Rhinolophus ferrumequinum et Rhinolophus hipposideros présentent des tailles situées aux deux "extrêmes" qui permettent de déterminer ces deux espèces sans problème.
La détermination des individus se rapportant aux trois autres espèces est par contre beaucoup plus délicate à effectuer dans la mesure où ces dernières présentent des morphologies très proches ainsi que des dimensions souvent comparables.

La Caune de l'Arago a livré des ossements se rapportant à Rhinolophus ferrumequinum, à Rhinolophus euryale et au "groupe" des espèces de taille moyenne Rhinolophus euryale-mehelyi.

1) Rhinolophus ferrumequinum.

a) Rangée dentaire supérieure.

*Morphologie :

La C1/ attribuée à Rhinolophus ferrumequinum présente la morphologie suivante :

-Il s'agit d'un croc long et puissant.
-En vue occlusale, la couronne est de forme ovalaire.
-Le cingulum est complet et arrondi.
-En vue labiale, le cingulum est incurvé et présente une épaisseur constante.
-En vue linguale, le cingulum est plus fortement incurvé, il est mince au niveau de la partie distale de la dent et très épais au niveau de la partie mésiale de la dent.
-La face linguale est concave et divisée en deux par un mince bourrelet continu du sommet de la dent au cingulum.

*Dimensions :

Tabl. 33 - R. ferrumequinum. Dimensions de la Cl/ :

	Longueur Cl/			Largeur Cl/		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	2.31		1	1.73	
Actuel Coll.I.P.H.	2	2.48-2.54		2	1.63-1.64	

b) Rangée dentaire inférieure.

2 P/4, 2 M/1 et 1 M/2 ont été attribuées à Rhinolophus ferrumequinum.

*Morphologie :

-Morphologie de la P/4 :

-La base et la section sont triangulaires.
-La face linguale est concave et présente un méplat cingulaire.
-La face mésio-labiale est convexe. Le cingulum s'abaisse à l'arrière.

-Morphologie des M/1 et M/2 :

-Elles sont nyctalodontes.
-Le trigonide et le talonide présentent un développement identique.

*Dimensions :

Tabl. 34 - R. ferrumequinum. Dimensions de la P/4 :

	Longueur P/4			Largeur P/4		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	2	1.29-1.39		2	1.30-1.39	
Actuel	2	1.10-1.34		2	1.27-1.34	
Gazel (1)	4	1.30-1.41	1.35	4	1.23-1.29	1.27

(1) : d'après Dupuis (1986).

Tabl. 35 - R. ferrumequinum. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			Largeur M/1		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	2	2.10-2.33		2	1.56-1.66	
Actuel	2	2.22-2.33		1	1.64	
R.au Loup(1)	1	2.17				
F.Juvenal(1)	1	2.17				
Gazel (1)	4	2.05-2.23	2.10			

(1) : d'après Dupuis (1986).

Tabl. 36 - R. ferrumequinum. Dimensions de la M/2 :

	Longueur M/2		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	2.18	
Actuel Coll. I.P.H.	2	2.23-2.34	
La Roche au Loup (1)	1	2.05	
Gazel (1)	5	1.99-2.17	2.10
Font-Juvenal (1)	1	2.05	

(1) : d'après Dupuis (1986).

b) Humérus.

Une extrémité distale d'humérus a été également attribuée à cette espèce en raison de sa taille importante :

*morphologie :

-Le processus styloïde est fort et tourné vers l'intérieur.
-Il y a une concavité profonde entre l'épitrochlée et le processus styloïde.

Tabl. 37 - R. ferrumequinum. Dimensions de l'humérus :

DT distal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	4.95	
Actuel Coll. I.P.H.	5	4.98-5.16	5.03
Actuel FELTEN (1973)		5.1	
Vaufrey DUPUIS (1986)	2	5.10-5.17	
Gazel DUPUIS (1986)	9	4.93-5.40	5.14
Fontechevade SCHREUDER (1958)	1	5.6	

2) Rhinolophus euryale.

a) Rangée dentaire supérieure.

Un fragment de maxillaire comprenant P2/-M3/ a été attribué à Rhinolophus euryale.

*Morphologie.

-Morphologie de la P2/ :

-La P2/ est réduite à l'état vestigial. Il s'agit d'un petit tubercule arrondi coincé entre la C1/ et la P4/.

-Morphologie de la P4/ :

-Cette dent présente un aspect général assez complexe.
-Elle est courte et large.
-La couronne est à section sub-triangulaire.
-Le sommet est situé à l'aplomb de la partie antérieure de la dent, il est relié à l'angle postéro-externe par une crête.
-Elle est pourvue d'un talon postéro-interne développé.
-Le cingulum est très développé.
-Le bord postérieur est concave.
-En vue occlusale, le bord externe est sub-rectiligne; le bord interne est convexe.

-Morphologie des M1/ et M2/ :

-Les M1/ et M2/ sont de formes identiques.
-le flexus labial est peu marqué en raison de la petite taille du mésostyle.
-La vallée antérieure et la vallée postérieure ont la même taille, ce qui confère aux molaires une forme en **W** bien marquée.
-Le parastyle est développé, il dépasse sur la dent qui précède.
-La protofosse est peu profonde et fermée à l'arrière par la post-protocrête.
-Le protocone est saillant, il en résulte un rétrécissement à la base de la dent.
-Le post-cingulum est très développé et forme un lobe.
-Le pré-cingulum est par contre très mince.

-Morphologie de la M3/ :

-La M3/ est de taille réduite.
-La vallée externe postérieure et le métacone sont peu importants.
-Il n'y a pas de métastyle.
-La post-protocrête ferme la protofosse (du paracone à la base du métacone).
-le cingulum est à peine visible.

*Dimensions.

On peut remarquer que les dimensions sont particulièrement réduites. Elles nous ont néanmoins paru trop importantes pour être rattachées à des individus de R.hipposideros ou R. blasii et trop faibles pour des individus de R. mehelyi.

Tabl. 38 - R. euryale. Longueur P4/-M3/ (=mesure 3) :

	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	4.63	
Actuel Coll. I.P.H.	1	4.78	
La Roche au loup DUPUIS (1986)	3	4.76-4.88	
Gazel DUPUIS (1986)	1	5.17	

Tabl. 39 - R. euryale. Longueur M1/-M3/ (=mesure 5) :

	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	3.75	
Actuel Coll. I.P.H.	1	3.90	
La Roche au Loup DUPUIS (1986)	4	3.99-4.23	
Gazel DUPUIS (1986)	1	4.29	

3) Rhinolophus euryale-mehelyi.

Un certain nombre d'ossements et de dents isolées présentent une morphologie et une taille comparables à celles des Rhinolophes de dimension moyenne.
Il n'est cependant pas possible de voir si nous avons affaire à Rhinolophus euryale ou à Rhinolophus mehelyi en raison de l'absence de critères morphologiques de différenciation fiables et du manque de données métriques concernant les populations actuelles et fossiles de ces deux espèces.
Nous avons donc jugé préférable d'utiliser la dénomination suivante : Rhinolophus euryale-mehelyi.

a) Rangée dentaire inférieure.

Différentes mandibules présentant des séries dentaires incomplètes, ainsi que des dents isolées, ont été attribuées à Rhinolophus euryale-mehelyi. Elles présentent la morphologie suivante :

*Morphologie.

-Morphologie de la P/2 :

-La P/2 est plus large que longue.
-La couronne à une forme conique.
-Le cingulum de la face labiale est relevé au niveau des parties antérieures et postérieures de la dent.

-Morphologie de la P/3 :

-Il s'agit d'une dent vestigiale en forme de tubercule arrondi. On peut néanmoins noter que le cingulum lingual est sub-rectiligne et très épais.

-Morphologie de la P/4 :

-Elle est haute et massive.
-La base est de section triangulaire.
-Le sommet est situé dans l'axe de la dent. Il est relié à l'angle postéro-interne et à l'angle externe par deux crêtes distinctes qui délimitent une face postérieure concave.
-La crête mésiale est bien nette. Elle s'arrête au niveau du méplat cingulaire.
-En vue interne, la face linguale est convexe. Le cingulum est mince et régulier.
-En vue externe on peut remarquer que l'émail présente un épaississement bien net.
-Le cingulum est bien visible au niveau de la partie antéro-externe et plus mince au niveau de la partie postéro-externe de la dent.

-Morphologie des molaires inférieures :

-Elles sont nyctalodontes.
-Le trigonide a une taille comparable à celle du talonide pour les M/1 et M/2. Par contre la M/3 présente un talonide légèrement réduit par rapport au trigonide.
-Le protoconide est la cuspide la plus élevée sur les trois molaires.
-La préfosside est profonde du coté lingual. Il en résulte que la métacristide se trouve située à un niveau plus bas que celui de l'entocristide.

*Dimensions.

Tabl. 40 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de la P/4 :

	Longueur P/4			Largeur P/4		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	0.94		1	1.03	
R.euryale(1)	2	0.90-0.91		2	0.78-0.84	
R.euryale(2)	7	0.88-0.99	0.94	7	0.82-0.94	
R.mehelyi(3)	1	0.99		1	0.94	

(1) : Actuel Coll. I.P.H.
(2) : La Roche au Loup. D'après Dupuis (1986).
(3) : Font-Juvenal. D'après Dupuis (1986).

Tabl. 41 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de la M/1 et de la M/2 :

	Longueur M/1			Longueur M/2		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	1.91-2.03		2	1.82-1.85	
R. euryale (1)	2	1.63-1.64		2	1.53-1.54	
R. euryale (2)	11	1.55-1.70	1.63	11	1.49-1.58	1.55
R. mehelyi (3)	1	1.70		1	1.52	

Tabl. 42 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de la M/3 :

	Longueur M/3			Largeur M/3 trigonide			Largeur M/3 talonide		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	1.61		1	0.98		1	0.82	
R. euryale (1)	2	1.28-1.31		2	0.98-1.04		1	0.79-0.81	
R. euryale (2)	11	1.35-1.47	1.42	10	0.82-0.94	0.89	10	0.82-0.94	0.87
R. mehelyi (3)	1	1.52		1	0.88		1	0.88	

(1) : Actuel Coll. I.P.H.
(2) : La Roche au Loup. D'après Dupuis (1986).
(3) : Font-Juvenal. D'après Dupuis (1986)

b) Humérus.

*Epiphyses proximales :

Quelques épiphyses proximales d'humérus de Rhinolophidae ont été récoltées. Elles présentent la morphologie suivante :

-Le trochin est de taille égale au trochinter.
-Le trochin est bien détaché de la tige principale.
-La crête pectoro-deltoïdienne est basse et courte. Elle présente une partie postérieure saillante.
-La tête humérale est petite et ronde.

Cette morphologie se retrouve chez toutes les espèces du genre Rhinolophus. De par leurs dimensions, ces épiphyses proximales appartiennent à des Rhinolophes de taille moyenne sans qu'il soit possible de voir à quelle espèce elles se rattachent.

*Epiphyses distales :

Selon I. Dupuis (1986), on peut différencier les humérus des Rhinolophidae de taille moyenne à partir de leur morphologie et de leur dimension :

R. mehelyi :
-long. épiphyse distale = 4.5 mm.
-Côté interne de la trochlée fortement saillant et anguleux.
-Processus styloïde quadrangulaire, situé dans le prolongement de l'épitrochlée.

R. euryale :
-Long. épiphyse distale = 4.3 mm.
-Côté interne de la trochlée peu saillant et arrondi.
-Concavité profonde entre l'épitrochlée et le processus styloïde.
-Processus styloïde étroit avec un bord postérieur et antérieur convexe et une extrémité arrondie.

R. blasii :
-Long. épiphyse distale = 4.0 mm.
-Côté interne de la trochlée peu saillant et arrondi.
-Concavité peu marquée entre l'épitrochlée et le processus styloïde.
-Le processus styloïde est large et se termine en pointe.

L'état de conservation des ossements de l'Arago n'a pas permis d'utiliser la totalité de ces critères. Il nous a néanmoins semblé qu'aucune extrémité distale d'humérus ne pouvait appartenir à Rhinolophus blasii.
Ces ossements ont donc été attribués à R. euryale-mehelyi.
D'autre part, il ne semble pas possible de se fier aux seuls critères métriques en raison du manque de données concernant Rhinolophus mehelyi pour le Pléistocène moyen et les périodes actuelles.

Tabl. 43 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de l'humérus : (extrémité distale)

	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	9	4.27-4.73	4.61
R. euryale Coll. I.P.H.	1	4.46	
R. euryale l'Eglise (1)	3	4.35-4.58	4.44
R. euryale Roche au Loup (1)	20	4.46-4.70	4.55
R. euryale Gazel (1)	5	4.46-4.61	4.55
R. mehelyi Gazel (1)	3	4.76-4.82	4.80
R. blasii L'Eglise (1)	1	4.18	

(1) : d'après Dupuis (1986)

c) Radius.

Nous avons rencontré les mêmes problèmes que précédemment lors de la détermination des extrémités proximales et distales des radius des Rhinolophidae de taille moyenne.

*Morphologie :

L'extrémité proximale du radius des Rhinolophidae présente la morphologie suivante :

-La flex. fossa est courte et située sur le bord postérieur de la diaphyse.
-L'échancrure sigmoïde est large.

L'extrémité distale présente la morphologie suivante :

-Le processus styloïde est indépendant de la diaphyse.
-Le bord inférieur de l'apophyse styloïde est de forme arrondie.

Tabl. 44 - R. euryale-mehelyi. Dimensions du radius : (extrémité proximale)

	N	Min-Max	X
Caune de l'arago			
R. euryale Coll. I.P.H.	2	2.79-2.93	
R. euryale L'Eglise (1)	1	2.88	
R. euryale Roche au Loup (1)	11	2.88-3.23	

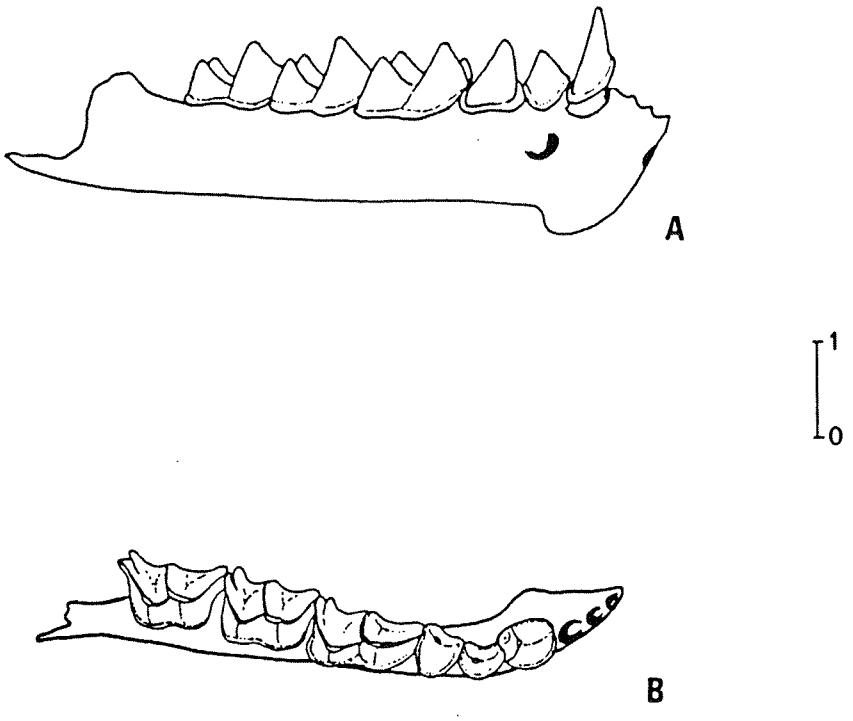


Fig. 15 - Pipistrellus cf. nathusii. C-M3/ D. R54418.
A : Vue latérale externe.
B : Vue occlusale.

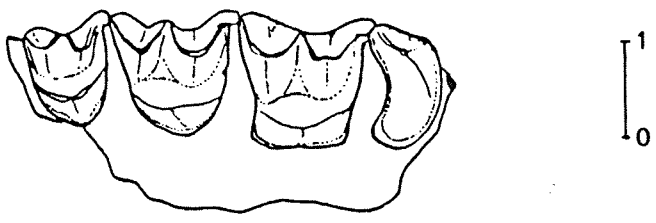


Fig. 16 - Rhinolophus euryale. P4/-M3/ D. R54521.
Vue occlusale.

Echelle en mm

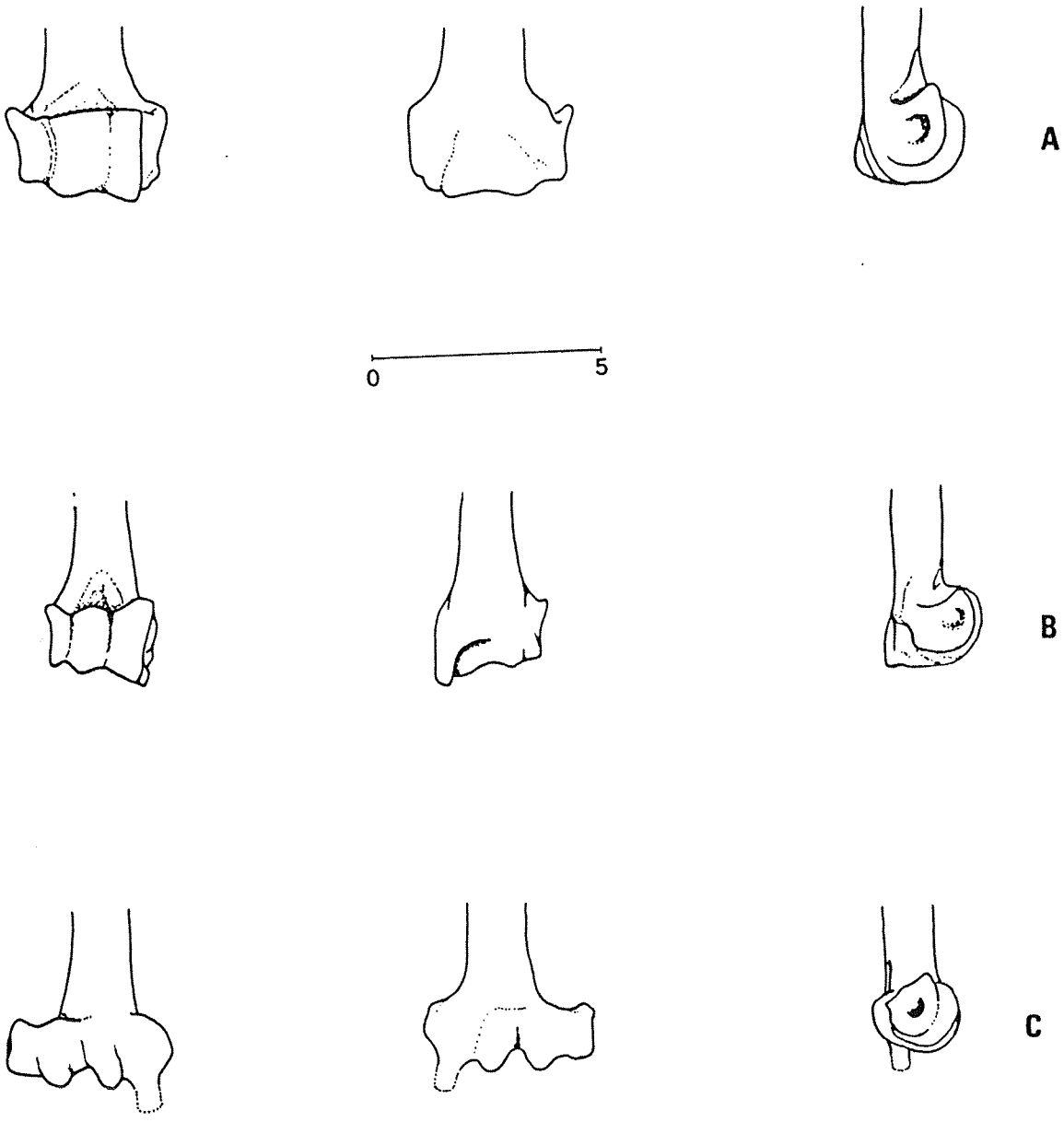


Fig. 17 - Chiroptères : humérus D, extrémités distales. faces externe, interne et postérieure.
A : Myotis myotis.
B : Pipistrellus cf. nathusii.
C : Rhinolophus euryale-mehelyi.

Echelle en mm

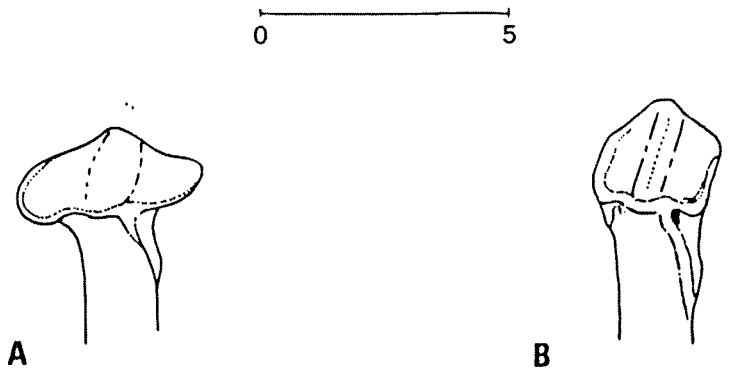


Fig. 18 - Chiroptères : radius D, extrémités distales.
A : Rhinolophus sp.
B : Myotis cf. myotis.

Echelle en mm

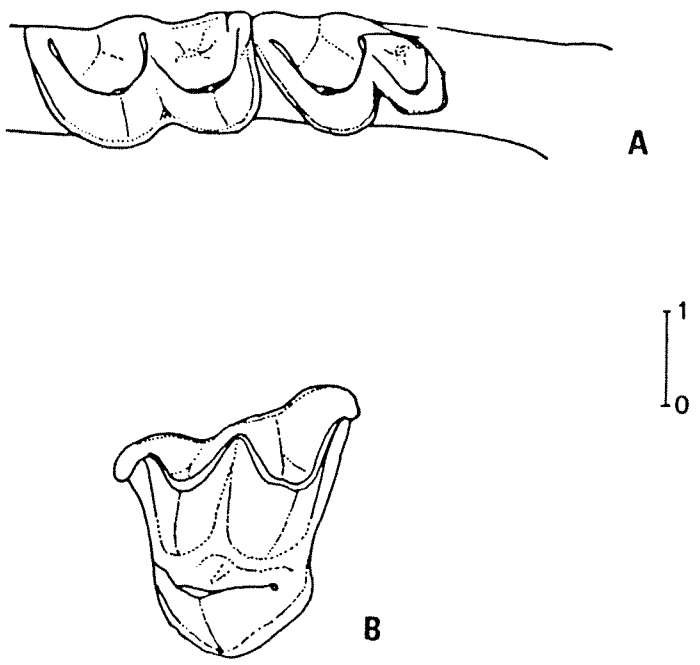


Fig. 19 - Myotis myotis : molaires, vue occlusale.
A : M/2-M/3 G. R54522.
B : M1/ ou M2/ . R54549.

IV.3. ORDRE DES RONGEURS.

A) Famille des Sciuridae.

1) Genre Citellus (Oken, 1816).

a) Généralités.

Le genre Citellus est commun dans les gisements du Pléistocène supérieur où il est représenté par la forme actuelle d'Europe centrale : Citellus superciliosus.
Dans deux gisements du Pléistocène moyen de France, J. Chaline (1972) rattache des dents de sousliks à Citellus sp. groupe major; c'est à dire à une forme proche des sousliks rencontrés actuellement en U.R.S.S.

b) Morphologie et dimensions.

La Caune de l'arago a livré une dizaine de dents isolées (M1/, M2/, M/1, M/2 et peut-être une M/3) et un fragment d'extrémité proximale d'ulna se rattachant au genre Citellus.

-Les molaires supérieures présentent une protocone important et un cingulum antérieur bien développé dans la région antéro-interne de la dent.

-Les molaires inférieures sont de forme plus ou moins quadrangulaires. Elles présentent un antéroconide particulièrement bien développé et haut. L'entoconide est très réduit sur les M/1 et M/2.

Une dent provenant d'un individu sénile présente un entoconide plus marqué par rapport aux autres molaires inférieures; il semble que nous ayons affaire à une M/3.

Les M2/ de l'Arago présentent des dimensions proches de celles de la Fage.

Tabl. 45 - Citellus. Dimensions de la M2/.

	Longueur M2/			Largeur M2/		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	2	2.60-2.68		2	3.04-3.24	
La Fage (1)	2	2.63-2.78		2	3.17-3.38	

(1) : Citellus sp. (groupe major) CHALINE (1972).

Il n'a malheureusement pas été possible de comparer le matériel de l'Arago avec les formes fossiles du Pléistocène d'U.R.S.S. décrites par Bazarov et al. (1976), car celles-ci n'ont pas fait l'objet d'une étude métrique au niveau des dents isolées. D'autre part, ainsi que le soulignait déjà J. Chaline en 1972, on ne dispose de matériel de comparaison pour les espèces actuelles eurasiatiques.

On peut néanmoins constater que le Souslik de l'Arago présente une morphologie et des dimensions proches de Citellus sp. (goupe major) du Pléistocène moyen.

2) Genre Marmota (Blumenbach, 1779).

a) Généralités.

Depuis les travaux de Nehring (1890), Sarft (1818) et Soergel (1919), on sait que les marmottes européennes sont originaires des steppes d'U.R.S.S..
Selon R.P. Zimina et I.P. Gerasimov (1979), l'espèce qui a migré ne doit pas être l'une des deux formes modernes européennes (Marmota marmota et Marmota bobac). Selon ces auteurs, l'ensemble des marmottes eurasiatiques (dont on connaît 8 espèces) forme un groupe homogène qui s'est différencié récemment.
Il semble que l'espèce souche soit Marmota sibirica dont on a recueilli une forme très proche dans des dépôts de la région transbaïkale datant du début du Pléistocène : Marmota sibirica nekipelovi Erbajeva (1966).
Marmota sibirica qui est connue sous le nom commun de "Tarbagan" a actuellement une aire de répatition très vaste qui embrasse toute l'Asie moyenne, de l'Oural à l'Amour et de la Sibérie méridionale à la chaîne de l'Himalaya (N. Baïkov, 1939).
En France, les marmottes (Marmota marmota primigenia) provenant des gisements de la fin du Pléistocène moyen et du début du Pléistocène supérieur présentent des caractères intermédiaires entre les deux formes actuelles européennes. D'autre part, selon J. Chaline (1972), les marmottes de la fin du Pleistocène moyen sont déjà engagées dans la voie Marmota marmota.
Les ossements de marmottes recueillis à l'Arago figurent, avec ceux d'Achenheim, parmi les plus anciens du Pléistocène moyen de France.

Une P/4 G, une molaire supérieure lactéale et des éléments du squelette post-céphalique (un fragment d'extrémité distale d'humérus, une extrémité distale d'ulna, des phalanges, ainsi que différents métacarpiens et métatarsiens) ont été recueillis.

b) Morphologie.

La P/4 est fragmenté, on peut néanmoins voir que l'antéroconide est peu développé par rapport aux formes de la fin du Pléistocène moyen et du Pléistocène supérieur.
Ce caractère morphologique se retrouve semble-t-il chez les formes actuelles et fossiles de Marmota sibirica.

c) Dimensions.

Tabl. 46 - Marmota. Dimensions du métacarpe IV :

	DAP proximal			DT proximal		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	3.93		1	3.03	
Lazaret	1	4.60		1	4.45	

Tabl. 47 - Marmota. Dimensions du métatarse IV :

	DAP proximal			DT proximal		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	6.50		1	5.30	
Lazaret	1	7.50		1	5.90	

Tabl. 48 - Marmota. Dimensions du métacarpe II :

	Long. totale	DAP distal	DT distal
Arago	17.10	4.00	5.30
Lazaret	21.66	4.04	5.60

N=1

N.B. :Il n'a malheureusement pas été possible de comparer la marmotte de l'Arago à Marmota sibirica étant donné que cette espèce n'a pas fait l'objet d'une étude métrique détaillée au niveau des dents et des os des membres.

D'autre part, le squelettte post-céphalique des marmottes d'Achenheim et de la Fage n'ont pas fait l'objet d'une étude particulière, nous avons donc jugé préférable d'utiliser la dénomination suivante : Marmota sp.

B) Famille des Gliridae.

1) Eliomys quercinus (Linnaeus, 1766)

a) Généralités.

Selon J. Chaline, Eliomys quercinus apparaît en France au début du Pléistocène moyen par l'intermédiaire d'une forme primitive (Eliomys quercinus helleri). Cette forme a été remplacée à la fin du Pléistocène moyen par la forme actuelle (Eliomys quercinus quercinus) qui présente une taille plus réduite.
D. Jannossy (1962) a mis en évidence un certain nombre de critères morphologiques permettant de différencier les deux espèces.

b) Morphologie.

La distinction des deux premières molaires supérieures et inférieures n'est pas possible à partir des dents isolées.
Les dents recueillies à l'Arago présentent la morphologie suivante :

*P4/ :

-Présence de trois racines bien individualisées.
-La face antérieure est convexe.
-La face postérieure est concave.
-Le protocone est bien développé.
-Le métacone est plus haut et plus développé que le paracône.
-Les crêtes sont bien présentes et bien individualisées.

Cette dent présente une morphologie comparable à celle d'Eliomys quercinus actuel.

*M1/ et M2/ :

-Présence de trois racines.
-Sur une molaire (R75320), le centrolophe est relié au métacone. Cette morphologie a déjà été observée par J. Chaline (1972) sur sur les M1/ et M2/ du gisement de Saint-Estève-janson.

*P/4 :

-Présence de deux racines accolées.
-En vue occlusale, la P/4 a une forme de triangle sub-équilatéral.
-Les cuspides sont bien développées, y compris le mésoconide.
-Le mésolophide est bien présent.
-d'une façon générale, on peut dire que les P/4 de l'Arago présentent une morphologie comparable à celle de l'holotype décrit par Janossy (1962).

*M/1 et M/2 :

-Présence de trois racines.
-Il semble que le centrolophide n'atteint pas le protoconide.
-Nous n'avons pas observé de crête supplémentaire entre centrolophide-mésolophide et mésolophide-postérolophide.

c) Dimensions.

Tabl. 49 - Eliomys quercinus. Dimensions de la P/4 :

Diamètre mésio-distal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	13	1.20-1.44	1.32
Tarkö JANOSSY (1962) (1)	1	1.37	
St-Estève CHALINE (1972) (1)	5	1.34-1.46	1.39
La Colombière 1.1 CHALINE (1972) (1)	2	1.40-1.48	
Le Lazaret CHALINE (1972) (1)	2	1.26-1.35	
L'Hortus CHALINE (1972) (2)	1	1.43	
Santenay CHALINE (1972) (2)	2	1.14-1.42	

Diamètre vestibulo-lingual	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	13	1.07-1.44	1.29
Tarkö JANOSSY (1962) (1)	1	1.35	
St-Estève CHALINE (1972) (1)	5	1.17-1.66	1.31
La Colombière 1.1 CHALINE (1972) (1)	2	1.20-1.35	
Le Lazaret CHALINE (1972) (1)	2	1.27-1.30	
L'Hortus CHALINE (1972) (2)	1	1.23	
Santenay CHALINE (1972) (2)	2	1.03-1.23	

(1) : Eliomys quercinus helleri.

(2) : Eliomys quercinus quercinus.

Tabl. 50 - Eliomys quercinus. Dimensions de la P4/ :

Diamètre mésio-distal	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	7	1.00-1.21	1.13
La Colombière 1.1 CHALINE (1972) (1)	2	1.05-1.10	
Le Lazaret CHALINE (1972) (1)	1	0.96	
L'Hortus CHALINE (1972) (2)	1	0.98	
Santenay CHALINE (1972) (2)	4	0.89-1.05	0.97

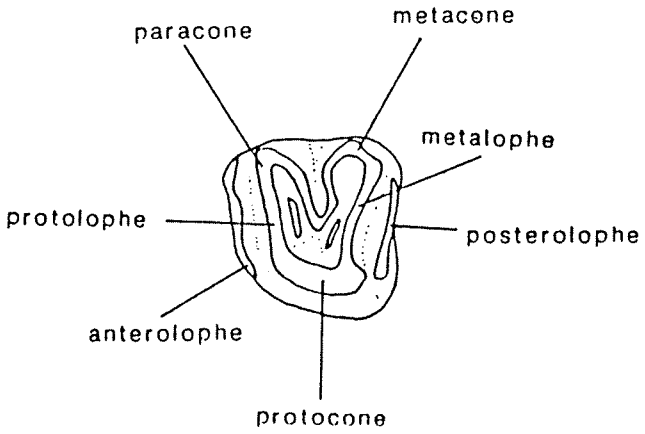
Diamètre vestibulo-lingual	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	7	1.49-1.76	1.56
La Colombière 1.1 CHALINE (1972) (1)	2	1.00-1.56	
Le Lazaret CHALINE (1972) (1)	1	1.41	
L'Hortus CHALINE (1972) (2)	1	1.58	
Santenay CHALINE (1972) (2)	4	1.40-1.44	1.42

(1) : Eliomys quercinus helleri.

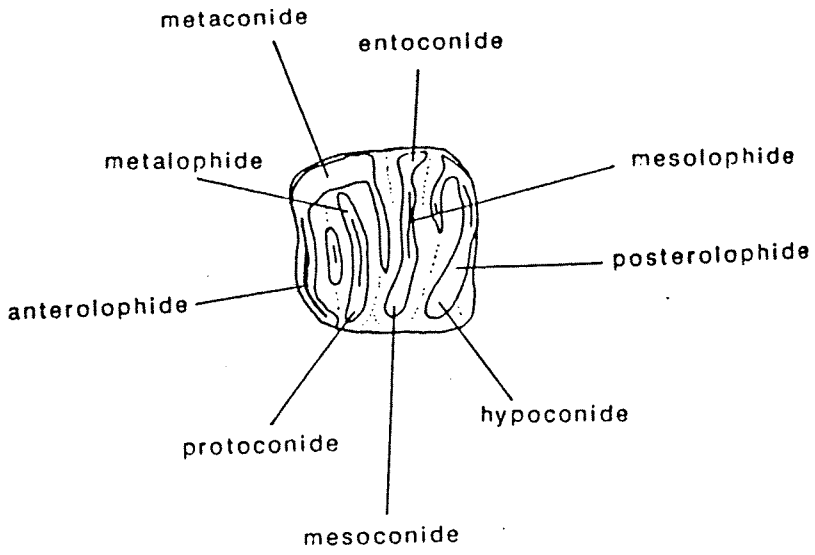
(2) : Eliomys quercinus quercinus.

d) Conclusion.

Le Lérot de l'Arago présente une morphologie et des dimensions comparables à celles des formes rencontrées dans les gisements du Pléistocène moyen d'Europe (Eliomys quercinus helleri).



M. sup. G



M. inf. G

Fig. 20 - Nomenclature des molaires des Gliridae.
D'après Stehlin et Schaub (1951) et de Bruijn (1966).

2. Glis sp.

a) Généralités.

Selon J. Chaline (1972), le Loir est connu sous sa forme actuelle (Glis glis Linné, 1766) à la fin du Pléistocène moyen dans les gisements du Lazaret et de Gerde à la faveur d'un développement important de la forêt principalement.
En France, une forme de Loir de petite taille a été rencontrée au début du Pléistocène moyen dans le gisement des Valerots. Cette forme qui présente une morphologie proche de Glis sackdillingensis Heller, 1930 (espèce rencontrée notamment dans des gisements du Pléistocène moyen II d'Europe centrale) et de Glis minor Kowalski, 1956 (espèce du Pliocène et du Quaternaire ancien d'Europe) a été rattachée par J. Chaline (1972) à Glis minor en fonction de sa taille extrêmement réduite.

b) Morphologie.

Une M/1 ou M/2 a été attribuée à Glis sp.
Elle présente un centrolophide particulièrement développé qui individualise une crête principale supplémentaire. Cette dent présente donc cinq crêtes principales (antérolophide, métalophide, centrolophide, mésolophide et postérolophide) et deux crêtes secondaires de petite taille (cf. fig. 21).
Ce caractère peut éventuellement être mis en relation avec la troisième crête transversale sur la couronne de la M/2 dans la description de Glis sackillingensis donnée par J. Chaline (1972).

c) Dimensions.

cf. tableaux page suivante.

La molaire de Loir recueillie à l'Arago est de taille nettement supérieure à celles de Glis minor.
Elle présente des dimensions intermédiaires entre celles de Glis sackdillingensis et Glis glis.
Il nous a semblé délicat d'effectuer une diagnose spécifique à partir d'une seule dent, c'est la raison pour laquelle nous avons adopté la dénomination suivante : Glis sp.

Tabl. 51a - Glis sp. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			Largeur M/1		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	1.85		1	1.86	

Tabl. 51b - Glis sackdillingensis. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			Largeur M/1		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Kamyk (1)		1.43-1.67			1.67-1.79	
Sackdil.(1)		1.80-1.95			1.65-1.80	
Schernfeld (1)		1.63-1.75				
Episcopia (1)	1	1.70		1	1.80	

(1) : d'après Chaline (1972).

Tabl. 52 - Glis minor. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			Largeur M/1		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Valerots (1)	2	1.46-1.56		2	1.47-1.52	
Podlesice (1)		1.54-1.76			1.43-1.65	
Riebelice (1)		1.52-1.67			1.43-1.54	
Weze (1)		1.27-1.70			1.27-1.70	

(1) : d'après Chaline (1972).

Tabl. 53 - Glis glis. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			Largeur M/1		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Lazaret (1)	7	2.00-2.17	2.12	7	1.93-2.15	2.06
Gerde (1)	2	2.19-2.20		2	2.00-2.03	

(1) : d'après Chaline (1972).

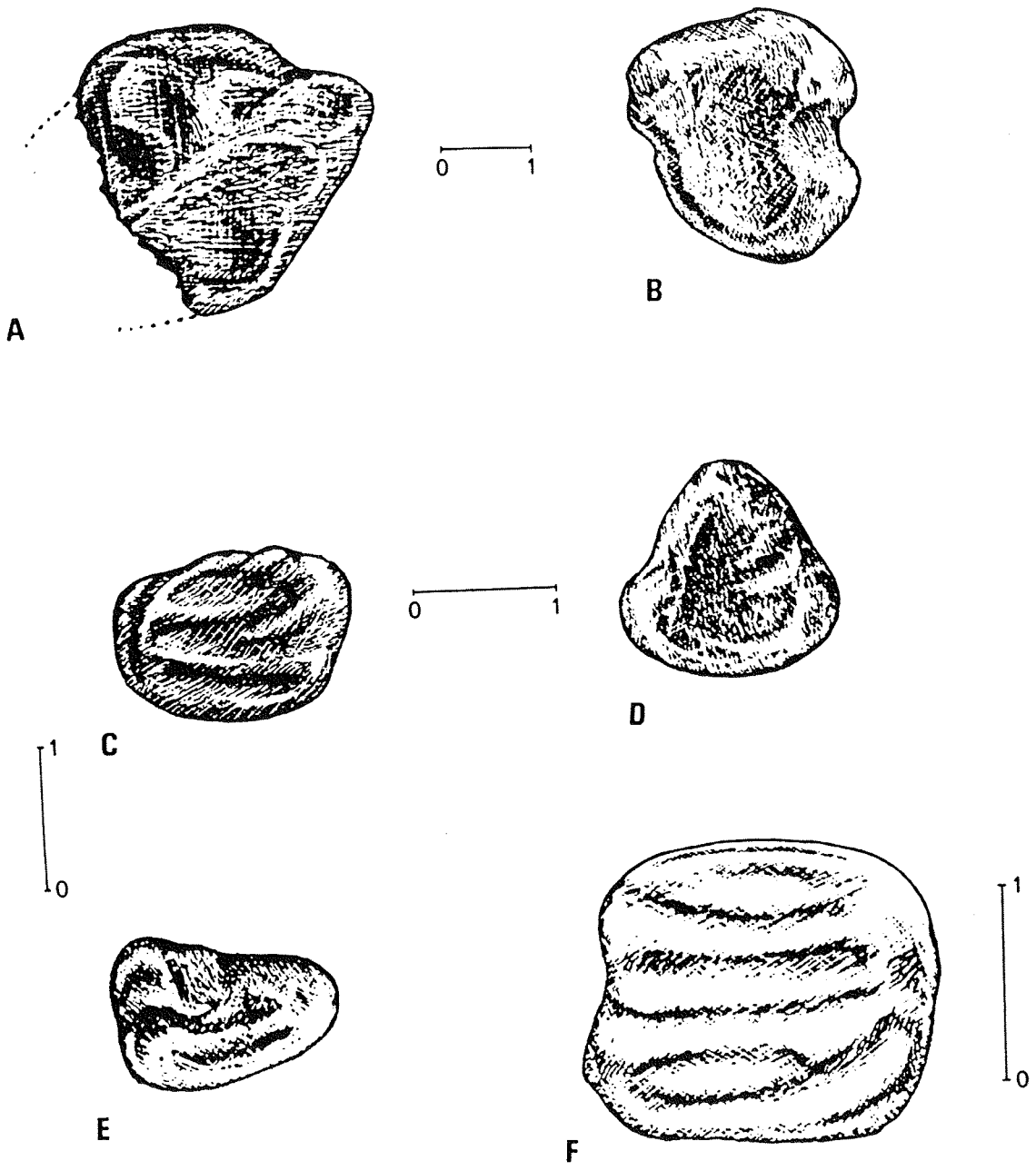


Fig. 21 - Sciuridae et Gliridae. (Vue occlusales).
A : Marmota sp. P/4.
B : Citellus sp. P/4 D. R54993.
C : Eliomys quercinus. M1/ G. R75287.
D : Eliomys quercinus. P/4 D. R75309.
E : Eliomys quercinus. P4/ D. R75313.
F : Glis sp. M/2 G. R75285.

Echelle en mm

C) Famille des Hystricidae.

1) Hystrix cf. cristata (Linné, 1758).

a) Généralités.

Le genre Hystrix est connu en Europe depuis le Villafranchien. Jusqu'à présent trois espèces ont été décrites :

-Hystrix refossa a été reconnu dans des dépôts datés du Villafranchien. Ce Porc-épic présente une taille et une morphologie comparable à Hystrix cristata actuel.
-Une forme de taille plus importante, Hystrix major (=H. etrusca), a été mise en évidence dans la grotte du Vallonnet (Epivillafranchien) et a permis de dater un dépôt du Pléistocène moyen III (Mindel-Riss) de Bourgogne (Chaline, 1972).
-Un forme de taille inférieure à celle du Porc-épic actuel a été découverte dans des dépôts du Riss-Würm d'Europe centrale : Hystrix vinogradovi.

b) Morphologie et dimensions.

9 dents isolées (une prémolaire et huit molaires) ont été recueillies.
La prémolaire n'est pas encore usée et présente une morphologie et une taille comparables à Hystrix cristata actuel.
Il n'a pas été possible d'identifier les molaires isolées (ce qui est courant chez le Porc-épic). Néanmoins, on peut constater qu'elles présentent une taille comparable à Hystrix cristata actuel.

c) Conclusions.

Malgré l'absence de dents en place, on peut dire que le porc épic de l'Arago présente une taille et une structure dentaire proche de la forme actuelle.
Nous avons donc adopté la dénomination suivante : Hystrix cf. cristata.
Le Porc-épic est un indicateur de climat chaud.
on peut penser que sa présence dans les niveaux sommitaux (sols D et C) est liée à une phase de réchauffement important du climat.

D) Famille des Castoridae.

1) Castor fiber (Linné, 1758).

Le Castor de l'Arago présente une morphologie et une taille comparable à l'espèce actuelle : Castor fiber.
Nous nous limiterons donc dans les lignes qui suivent à rapporter quelques données métriques à titre indicatif.

Tabl. 54 - Castor fiber. Dimensions de la P/4 :

	Diametre mésio-distal		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	3	7.48-9.62	8.50
Actuel coll. I.P.H.	2	8.66-9.08	
Fimon ACCORDI (1952)	2	9.5-10.7	

Tabl. 55 - Castor fiber. Dimensions de la M/1 :

	Diametre mésio-distal		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	7.90-8.13	
Actuel coll. I.P.H.	2	7.04-7.30	
Fimon ACCORDI (1952)	2	7.4-8.3	
Arqua ACCORDI (1952)	2	7.5	

Tabl. 56 - Castor fiber. Dimensions de la M/2 :

	Diametre mésio-distal		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	7.33-7.50	
Actuel coll. I.P.H.	2	6.90-7.10	
Fimon ACCORDI (1952)	2	7.3-7.8	
Arqua ACCORDI (1952)	2	7.6-7.7	

Tabl. 57 - Castor fiber. Dimensions de la M/3 :

	Diametre mésio-distal		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	6.80-7.17	
Actuel coll. I.P.H.	2	6.98-7.00	
Fimon ACCORDI (1952)	2	7.1-7.4	
Arqua ACCORDI (1952)	2	7.4	

Tabl. 58 - Castor fiber. Dimensions du talus :

	Longueur totale			DT trochlée		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	6	22.78-24.83	23.47	7	17.51-18.90	18.06
Actuel(1)	2	21.43-21.68		2	16.55-16.86	

Tabl. 59 - Castor fiber. Dimensions du calcaneum :

	DT maximum			DAP maximum		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	2	21.00-22.54		2	15.52-16.02	
Actuel(1)	2	20.54-22.10		2	15.33-15.57	

Tabl. 56 - Castor fiber. Dimensions de la M/2 :

	Diametre mésio-distal		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	7.33-7.50	
Actuel coll. I.P.H.	2	6.90-7.10	
Fimon ACCORDI (1952)	2	7.3-7.8	
Arqua ACCORDI (1952)	2	7.6-7.7	

Tabl. 57 - Castor fiber. Dimensions de la M/3 :

	Diametre mésio-distal		
	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	6.80-7.17	
Actuel coll. I.P.H.	2	6.98-7.00	
Fimon ACCORDI (1952)	2	7.1-7.4	
Arqua ACCORDI (1952)	2	7.4	

Tabl. 58 - Castor fiber. Dimensions du talus :

	Longueur totale			DT trochlée		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	6	22.78-24.83	23.47	7	17.51-18.90	18.06
Actuel(1)	2	21.43-21.68		2	16.55-16.86	

Tabl. 59 - Castor fiber. Dimensions du calcaneum :

	DT maximum			DAP maximum		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	2	21.00-22.54		2	15.52-16.02	
Actuel(1)	2	20.54-22.10		2	15.33-15.57	

Tabl. 60 - Castor fiber. Dimensions de l'humérus :

	DAP proximal			DT distal		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	20.00		2	27.76-30.57	
Arqua	1	23.5		1	34.5	

Tabl. 61 - Castor fiber. Dimensions du métatarse III :

	longueur totale			DAP proximal		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	51.86		3	13.78-17.42	15.45
Actuel(1)	2	44.84-45.22		2	12.30-12.37	

Tabl. 62 - Castor fiber. Dimensions du métatarse V :

	Longueur totale			DAP proximal		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	36.94		2	12.50-15.18	
Actuel(1)	1	35.48		1	12.77	

(1) : Coll. L. Jourdan.

E) Famille des Cricetidae.

1) Allocricetus bursae (Schaub, 1930).

a) Généralités.

Selon J. Chaline (1972), la structure dentaire d'Allocricetus bursae varie peu au cours du Pléistocène moyen, mais on observe par contre un accroissement régulier de la taille des molaires qui correspondrait à une variation clinale dans le temps (chronocline).
Les différences métriques observées dans différents gisements ont amené J. Chaline à créer des diachrons (sous-espèces chronologiques) qui permettent d'utiliser Allocricetus bursae comme indicateur stratigraphique. Selon J.C. Marquet (1989), des variations géographiques peuvent également être à l'origine de ces différences métriques.
J. Chaline (1971) a déjà effectué une étude métrique d'Allocricetus bursae de la Caune de l'Arago. Selon cet auteur, la population a une taille moyenne un peu plus faible que celle d'Orgnac 3, mais la différence observée n'est pas significative. Par contre, les populations de l'Arago et d'Orgnac 3 diffèrent respectivement d'une façon hautement significative de Saint-Estève et de la Fage.
Ces conclusions ont amené J. Chaline à considérer les populations de Tautavel et d'Orgnac 3 comme appartenant à une sous-espèce chronologique intermédiaire entre celles de Saint-Estève Allocricetus bursae duranciensis) et de la Fage (Allocricetus bursae correzensis) pour laquelle il a proposé la dénomination suivante Allocricetus bursae pyrenaicus.

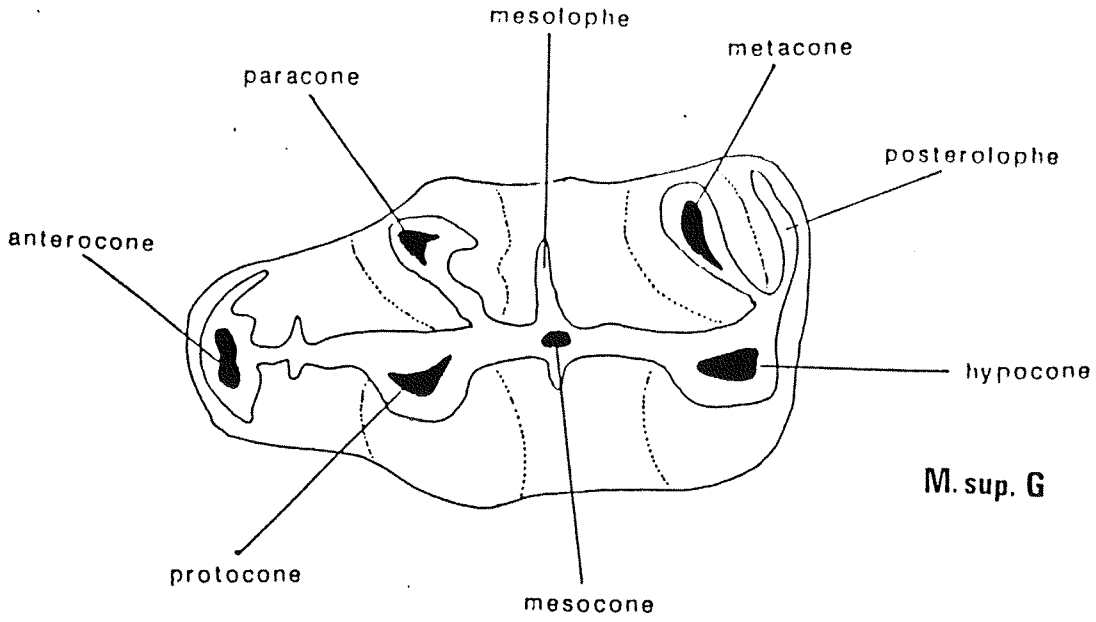
b) Morphologie.

*Morphologie de la M1/ :

La plupart des M1/ de l'Arago présentent des tubercules antérieurs peu réduits par rapport aux tubercules suivants (ce caractère se rencontre également dans les populations de Saint-Estève et de la Fage). Cependant, certains spécimens présentent une réduction plus importante de ces tubercules antérieurs (ce caractère s'observe également sur les M/1 dans le gisement de la Colombière).
Certaines M1/ présentent un décalage du protocone vers l'intérieur par rapport à l'hypocone, ce type de morphologie a déjà été observé à la Colombière.

*Morphologie de la M2/ :

On peut également observer un léger décalage du protocone vers l'intérieur par rapport à l'hypocone sur certaines M2/.



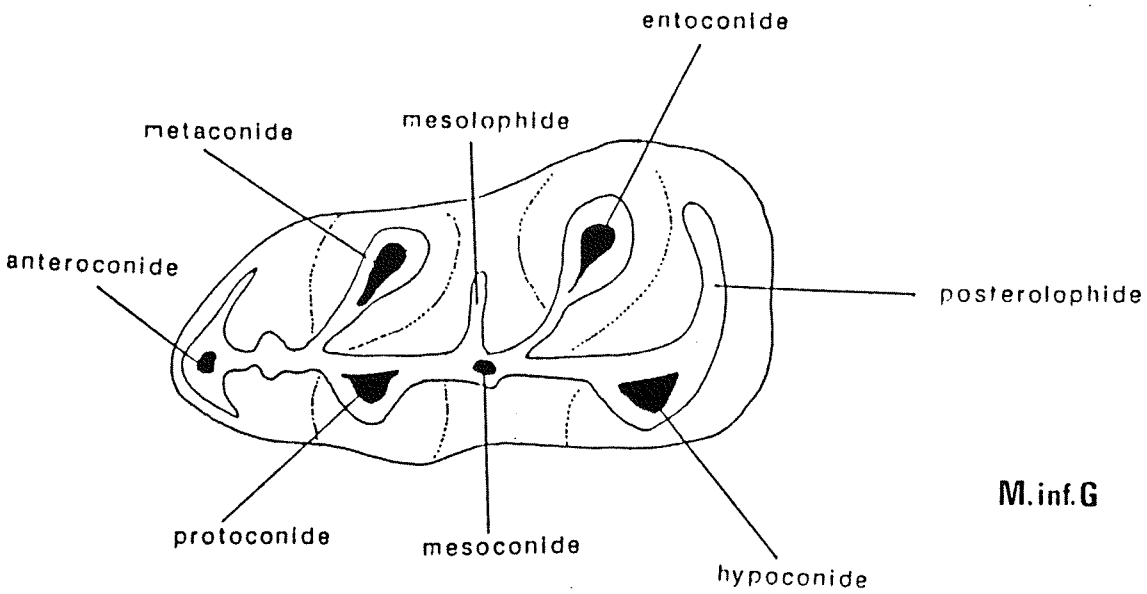


Fig. 22 - Nomenclature des molaires des Cricetidae. D'après Mein et Freudenthal (1971).

*Morphologie de la M3/ :

Deux types de M3/ ont été observés :

-M3/ à cingulum antérieur peu développé, protocone et paracone très développés et métacone bien individualisé.
Cette morphologie s'observe également sur les M3/ de Saint-Estève.

-M3/ à cingulum antérieur assez développé et métacone bien individualisé mais de taille réduite. Cette morphologie s'observe également sur les M3/ de la Fage.

*Morphologie de la M/1 :

Les tubercules antérieurs des M/1 sont généralement rapprochés et de petite taille. Cette morphologie s'observe également sur les M/1 de la Colombière.

*Morphologie des M/2 et M/3 :

Les M/2 et M/3 de l'Arago ne présentent pas de mésolophide pour la plupart d'entre elles.
On peut noter que les M/2 et M/3 de la population de Saint-Estève présentent une mésolophide alors que ce caractère n'est pas constant chez les individus de la Fage.

Ces caractères morphologiques nous amènent à penser que nous avons affaire à une population présentant un degré d'évolution intermédiaire entre les formes du Pléistocène moyen ancien (Saint-Estève et la Colombière) et les formes de la fin du Pléistocène moyen (la Fage).

c) Dimensions.

Nous avons effectué le test t (test de Student) sur les M/1 dans le but de comparer la population de l'Arago avec d'autres populations du Pléistocène moyen de France.

Arago :
N=41
X=1.96
V=0.00913

*Comparaison Arago-Orgnac 3 :

Orgnac 3 d'après JEANNET (1979) :
N=35
X=1.89
V=0.009

t=3.03 La différence est hautement significative.

*Comparaison Arago-Suard :

Suard d'après MARQUET (1989) :
N=13
X=1.84
V=0.016

t=3.72 La différence est hautement significative.

*Comparaison Arago-Peyre :

Peyre d'après MARQUET (1989) :
N=4
X=1.73
V=0.0026

t=4.76 La différence est hautement significative.

*Comparaison Arago-Saint-Estève :

Saint-Estève d'après CHALINE (1972) :
N=45
X=1.82
V=0.004

t=7.94 La différence est hautement significative.

*Comparaison Arago-La Fage :

La Fage d'après CHALINE (1972) :
N=25
X=2.03
V=0.006

t=3.26 La différence est hautement significative.

L'utilisation du test t nous indique donc que la longueur des M/1 de la population de l'Arago présente des différences hautement significatives au niveau de la moyenne avec les populations de ces cinq autres sites.
En raison du faible nombre de données concernant de nombreux sites, nous n'avons pas jugé nécessaire de multiplier ces tests statistiques.

Les différents tableaux (cf. pages suivantes) nous apportent un certain nombre d'indications concernant la taille des molaires d'Allocricetus bursae durant le Pléistocène moyen :
On observe notamment que les M/1 de l'Arago présentent en effet une taille proche (d'après la moyenne) de la M/1 recueillie à Villany (Pléistocène moyen ancien). D'autre part, la longueur des M/2 de l'Arago est comparable à celle de deux gisements d'âge différent : La Colombière et de la Fage.
Il semble donc que ces variations ne se limitent pas à un simple accroissement de la taille au cours du temps. On peut donc penser que d'autres facteurs (écologiques et géographiques) ont certainement joué un rôle important dans les variations de la taille d'Allocricetus bursae au cours du Pléistocène moyen.

Tabl. 63 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M1/					Largeur M1/				
	N	Min-Max	X	V	S	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	67	1.85-2.37	2.11	0.009	0.01	66	1.12-1.59	1.37	0.001	0.01
Saint-Estève (1)	37		1.94	0.003	0.05	37		1.27	0.001	0.03
La Colombière (1)	1	1.94				1	1.36			
Bourgade (1)	1	2.14				1	1.38			
Balaruc (1)	1	1.81				1	1.12			
Orgnac 3 phase I (2)	31		2.05			31		1.386		
Orgnac 3 phase III (2)	34		2.04			31		1.386		
La Fage (1)	23		2.18	0.00	0.07	23		1.46	0.004	0.06

(1) : d'après Chaline (1972).
(2) : d'après Jeannet (1979).
(3) : d'après Marquet (1989).

Tabl. 64 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M2/ :

	Longueur M2/					Largeur M2/				
	N	Min-Max	X	V	S	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	25	1.37-1.80	1.59	0.01	0.02	25	1.19-1.54	1.37	0.007	0.02
Saint-Estève (1)	36		1.39	0.005	0.07	36		1.24	0.002	0.04
La Colombière (1)	2	1.48-1.57				2	1.37-1.44			
Bourgade (1)										
Balaruc (1)										
Orgnac 3 phase I (2)	33		1.57			33		1.339		
Orgnac 3 phase III (2)	37		1.51			37		1.35		
la Fage (1)	14		1.58	0.004	0.06	14		1.44	0.004	0.06

Tabl. 65 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M3/ :

	longueur M3/					largeur M3/				
	N	Min-Max	X	V	S	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	8	1.16-1.40	1.28	0.005	0.03	8		1.15	0.003	0.02
Saint-Estève (1)	35		1.20	0.002	0.04	35		1.10	0.001	0.03
La Colombière (1)	2	1.31-1.45				2	1.11-1.21			
Orgnac 3 phase I (2)	23		1.33			23		1.17		
Orgnac 3 phase III (2)	17		1.31			17		1.18		
La Fage (1)	2		1.32			2		1.21		

Tabl. 66 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1					largeur M/1				
	N	Min-Max	X	V	S	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	41	1.74-2.10	1.96	0.009	0.01	41	1.01-1.40	1.21	0.006	0.01
Saint-Estève (1)	45		1.82	0.004	0.06	45		1.13	0.001	0.03
La Colombière (1)										
Bourgade (1)	1	2.07				1	1.21			
Villany (1)	1	1.98				1	1.18			
Vaufrey (IV à XI) (3)	8	1.65-1.86	1.762		0.067					
Vaufrey (II) (3)	1	2.07								
Orgnac 3 phase I (2)	32		1.90			32		1.18		
Orgnac 3 phase III (2)	31		1.99			31		1.18		
Suard (brêche) (3)	4	1.86-2.01	1.905		0.062					
Peyre (3)	4	1.68-1.80	1.732		0.044					
La Fage (1)	25		2.03	0.006	0.07	25		1.25	0.001	0.03

Tabl. 67 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/2 :

	Longueur M/2					Largeur M/2				
	N	Min-Max	X	V	S	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	53	1.36-1.76	1.63	0.005	0.01	52	1.10-1.50	1.33	0.007	0.01
Saint-Estève (1)	44		1.47	0.003	0.05	44		1.22	0.001	0.03
La Colombière (1)	1	1.62				1	1.35			
Villany (1)	3	1.51-1.60	1.54			3	1.22-1.36	1.32		
Bourgade (1)	1	1.56				1	1.32			
Vaufrey (IV à XI) (3)	9	1.41-1.59	1.483		0.045					
Vaufrey (II) (3)	2	1.44-1.59								
Orgnac 3 phase I (2)	32		1.54			33		1.32		
Orgnac 3 phase III (2)	40		1.53			40		1.30		
Suard (48-49) (3)	3	1.56-1.62	1.59		0.024					
La Fage (1)	29		1.61	0.006	0.07	29		1.40	0.003	0.05

Tabl. 68 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/3 :

	Longueur M/3					Largeur M/3				
	N	Min-Max	X	V	S	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	25	1.39-1.77	1.57	0.001	0.02	25	1.02-1.38	1.22	0.005	0.01
Saint-Estève (1)	43		1.42	0.002	0.04	43		1.07	0.002	0.04
Villany (1)	3	1.46-1.57	1.52			3	1.15-1.24	1.21		
Orgnac 3 phase I (2)	25		1.55			28		1.208		
Orgnac 3 phase III (2)	28		1.55			28		1.16		
la Fage (1)	16		1.59	0.004	0.06	16		1.28	0.002	0.05

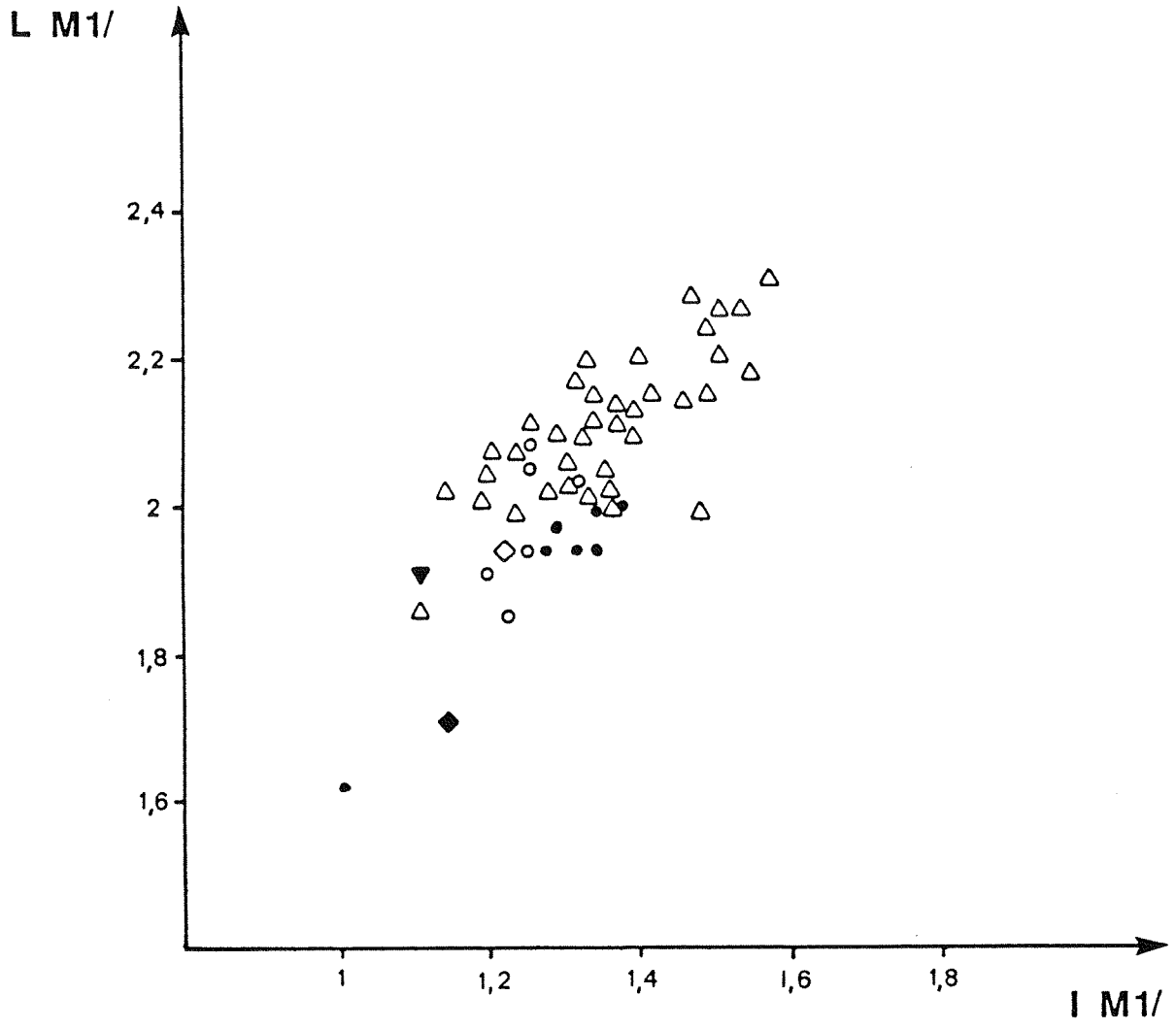


Fig. 23 - Allocricetus bursae. Diagramme de dispersion des M1/. (D'après Marquet, modifié).

△ Caune de l'Arago

▼ Peyre

◆ L'Eglise

o Vaufrey

• Suard

◇ Gaudry

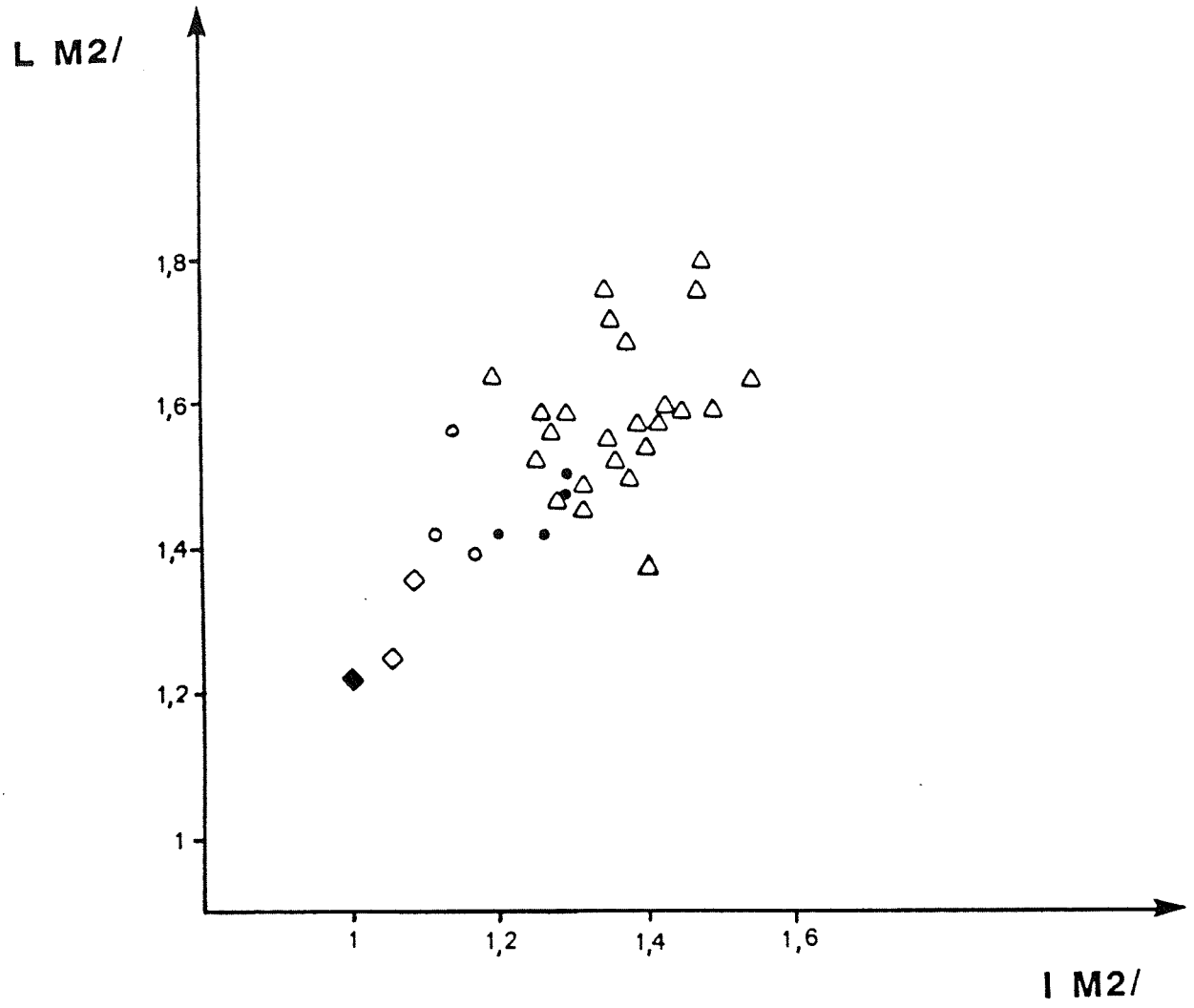


Fig. 24 - Allocricetus bursae. Diagramme de dispersion des M2/. (D'après Marquet, modifié).

△ Caune de l'Arago

▼ Peyre

◆ L'Eglise

○ Vaufrey

• Suard

◇ Gaudry

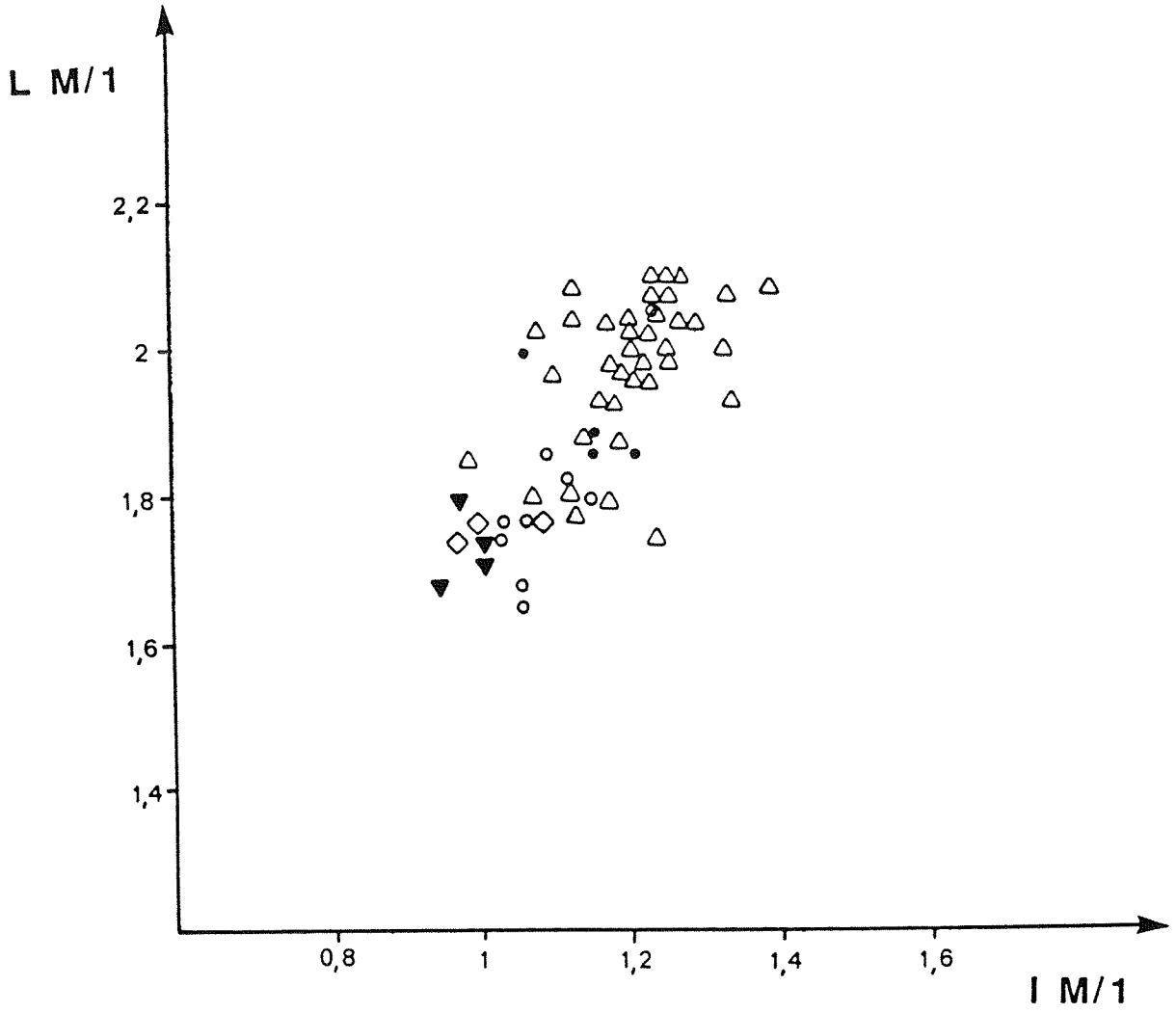


Fig. 25 - Allocricetus bursae. Diagramme de dispersion des M/1. (D'après Marquet, modifié).

△ Caune de l'Arago

▼ Peyre

◆ L'Eglise

o Vaufrey

• Suard

◇ Gaudry

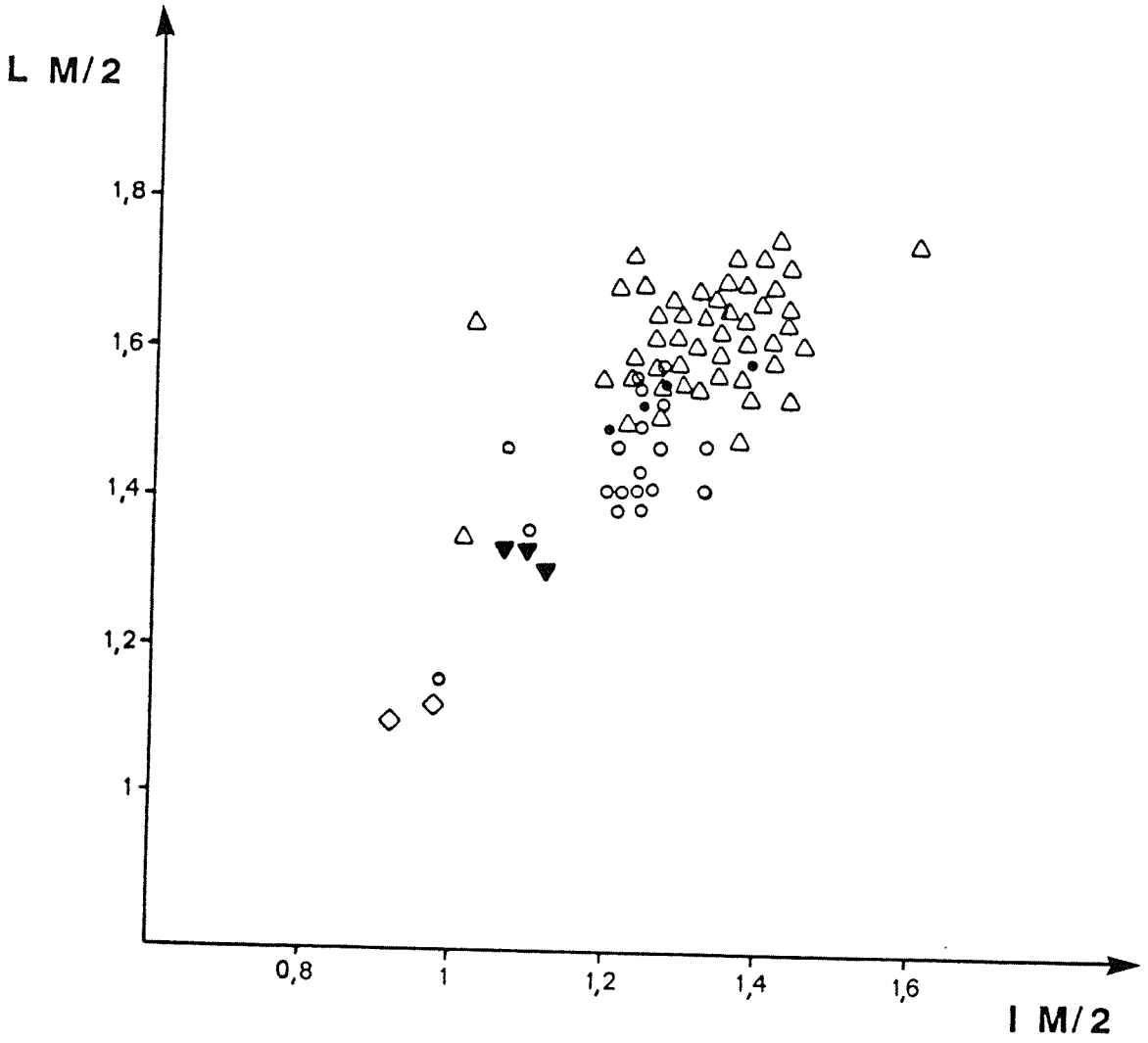


Fig. 26 - Allocricetus bursae. Diagramme de dispersion des M/2.
(D'après Marquet, modifié).

△ Caune de l'Arago

▼ Peyre

◆ L'Eglise

o Vaufrey

• Suard

◇ Gaudry

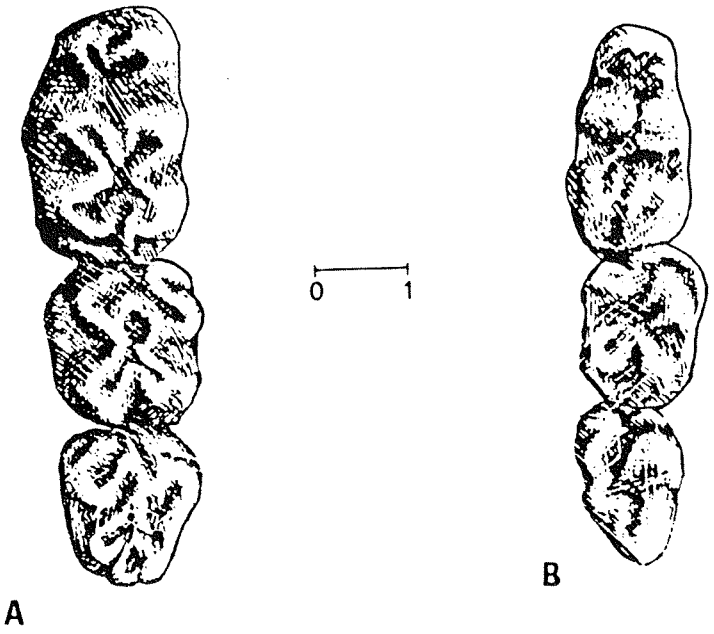


Fig. 27 - Allocricetus bursae. Molaires, vue occlusales.
A : M1/-M3/ G. R75002.
B : M/1-M/3 D. R75205.

F) Famille des Arvicolidae.

1) Microtus gregalis (Pallas, 1778).

a) Généralités.

Selon J. Chaline (1972), Microtus gregalis est issu par cladogenèse du groupe arvalo-grégaloïde d'Allophaiomys pliocaenicus.
Jusqu'à présent, seules des populations de la fin du Pléistocène moyen (la Fage) et du Pléistocène supérieur (la Quina et Ightam) ont été suffisamment abondantes pour faire l'objet d'une étude statistique (Chaline, 1972). Cette étude métrique a mis en évidence la présence de deux sous espèces chronologiques : Microtus gregalis martelensis et Microtus gregalis anglicus.
Microtus gregalis présente une grande variabilité morphologique au niveau de la boucle antérieure des M/1. On distingue en effet trois morphotypes (Chaline, 1972) :
*Morphotype grégalis.
*Morphotype arvalo-grégaloïde (forme intermédiaire).
*Morphotype arvalis.
Cette variabilité morphologique est d'ordre biogéographique. On observe en effet une variation continue dans les proportions relatives des deux morphotypes extrêmes d'Est en Ouest de l'aire de répartition de l'espèce (Chaline, 1972).
La Caune de l'Arago apparaît comme étant l'un des gisements les plus anciens du Pléistocène moyen ayant livré une population importante de Microtus gregalis.

b) Morphologie.

Les M/1 de l'Arago sont hypsodontes.
Elles présentent cinq triangles clos.
La morphologie de la boucle antérieure présente une certaine variabilité :
-Le morphotype gregalis est le morphotype le plus fréquemment rencontré.
-le morphotype grégalo-arvaloïde est également présent.
-Quelques M/1 sont à rapporter éventuellement au morphotype arvalis de Microtus gregalis.

c) Dimensions.

Dans le remplissage d'Orgnac 3, M. Jeannet (1979) a attribué deux molaires à Microtus gregalis.
J.C. Marquet (1989) a également déterminé des M/1 de cette espèce dans différents gisements du Pléistocène moyen du domaine atlantique.
Il n'est malheureusement pas possible d'effectuer une comparaison entre l'Arago et ces sites dans la mesure où ces derniers ont livré un nombre très réduit de dents.
L'utilisation du test t nous a permis de comparer les longueurs des M/1 des différents morphotypes de Microtus gregalis des populations de l'Arago à celles de gisements plus récents (La

Fage et la Quina) :

-Comparaison des morphotypes grégaloïdes et arvalo-gregaloïdes de l'Arago et de La Fage :

Arago : N=95 X=2.70 V=0.03

La Fage : N=100 X=2.66 V=0.018

t=1.72 La différence n'est pas significative.

-Comparaison des morphotypes grégaloïdes et arvalo-grégaloïdes de l'Arago et de la Quina :

La Quina : N=9 X=2.77 V=0.018

t=1.15 La différence n'est pas significative.

-Comparaison mophotypes grégaloïdes et arvalo-grégaloïdes de l'Arago et des trois morphotypes de La Quina :

La Quina : N=23 X=2.81 V=0.018

t=2.71 La différence est hautement significative.

On peut donc penser que les morphotypes grégaloïdes et arvalo-grégaloïdes de Microtus gregalis ont une taille constante au cours du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur. On sait d'autre part que le morphotype grégalis est régulièrement plus petit que le morphotype arvalis (Chaline, 1972). On peut donc penser que les différences de taille observées entre les populations du Pléistocène sont induites par la proportion des trois morphotypes au sein de chacune des populations.

Tabl. 69 - Microtus gregalis. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			
	N	Min-Max	X	V
Caune de l'Arago	97	2.37-3.32	2.72	0.033
La Fage CHALINE (1972)	300		2.67	0.0291
La Quina CHALINE (1972)	51		2.82	0.0189
Ightam CHALINE (1972)	20		2.86	0.034

	Hauteur M/1			
	N	Min-Max	X	V
Caune de l'Arago	63	2.41-4.17	3.20	0.13
La Fage CHALINE (1972)	300		2.96	0.0897
La Quina CHALINE (1972)	47		3.18	0.0925

	Hauteur/Longueur M/1			
	N	Min-Max	X	V
Caune de l'Arago	63	0.94-1.43	1.18	0.013
La Fage CHALINE (1972)	300		1.11	0.0095
La Quina CHALINE (1972)	47		1.11	0.007

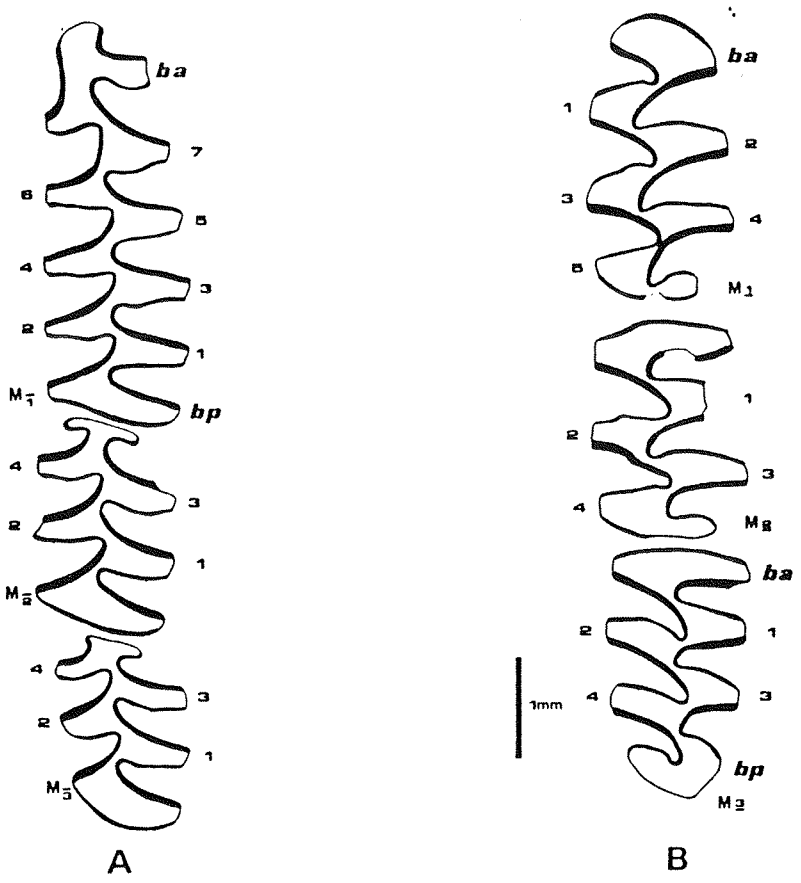


Fig. 28 - Nomenclature des molaires des Arvicolidae. D'après Marquet (1989).

2) Microtus brecciensis (Giebel, 1847).

a) Généralités.

Selon J. Chaline (1985), Allophaiomys chalinei pourraît être l'ancêtre de Microtus brecciensis-dentatus.
La différenciation entre ces espèces se serait réalisée dans la zone méditerranéenne de l'Europe.
J. Chaline a mis en évidence la présence de deux sous-espèces chronologiques au niveau du Pléistocène moyen de France :
-Microtus brecciensis mediterraneus (Saint-Estève).
-Microtus brecciensis orgnacensis (Orgnac 3).
On rencontre actuellement les descendants de cette espèce (Microtus dentatus et Microtus cabrerae) à l'état de reliques dans la péninsule Ibérique.

b) Morphologie.

Les M/1 de Microtus brecciensis recueillies à l'Arago présentent une certain nombre de caractères homogènes :

-Elles sont hypsodontes.
-Elles possèdent cinq triangles clos.
-On note une tendance à l'aplatissement antéro-postérieur des triangles clos.
-L'émail est généralement interrompu bilatéralement sur la boucle postérieure et sur la partie antéro-externe de la boucle antérieure.
-Les triangles internes sont plus développés que les triangles externes.
-La boucle antérieure est fermée coté externe par le T6.
-La boucle antérieure est fermée coté interne par le T7.

La boucle antérieure présente une certaine variabilité morphologique, ce qui nous a amené à distinguer deux morphotypes dans la population :

*Morphotype "mediterraneus" :

La boucle antérieure présente une morphologie comparable à celle des spécimens rencontrés à Saint-Estève :

-Les angles A6 et A7 ont tendance à venir se juxtaposer. Si le degré de juxtaposition est important, la boucle antérieure sera alors fermée par un col étroit.
-L'angle A8 est absent.
-L'angle A9 est important dans la plupart des cas.
-L'éperon antéro-interne présente une morphologie variable, mais on peut noter qu'il ne présente jamais un allongement important.

Il s'agit du morphotype qui a été le plus fréquemment rencontré à l'Arago.

*Morphotype "orgnacensis" :

La boucle antérieure présente une morphologie comparable à celle des spécimens rencontrés à Orgnac 3 :

-L'angle A8 est bien présent.
-L'angle A9 est étroit.
-La boucle antérieure est "comprimée" entre A8 et A9.
-L'éperon antéro-interne est assez allongé.
-La combinaison des deux derniers facteurs confère à la boucle antérieure une forme en "hallebarde" caractéristique de ce morphotype.

c) Dimensions :

Nous avons comparé la longueur des M/1 de la population de l'Arago avec celles de Saint-Estève et d'Orgnac 3 à partir des données de J. Chaline (1972) en utilisant le test t :

*Comparaison Arago/Saint-Estève :

Arago : N=104 X=2.852 V=0.048

Saint-Estève : N=105 X=2.899 V=0.03

t=1.699 t < e La différence n'est pas significative.

*Comparaison Arago-Orgnac 3 :

Orgnac : N=100 X=2.975 V=0.037

t=4.26 t > e La différence est hautement significative.

N.B. : le test t effectué sur les populations de Saint-Estève et Orgnac 3 (t=2.95) a mis en évidence le fait que nous avons affaire à deux populations bien distinctes.

c) Conclusions.

De part ses caractères morphologiques et métriques, le campagnol méditerranéen de l'Arago est très proche de la forme rencontrée à Saint-estève (Morphotype "mediterraneus"). La présence de caractères morphologiques communs aux formes plus évoluées (Morphotype "orgnacensis") sur certaines M/1 nous amène à penser que nous avons affaire à une population présentant un stade évolutif intermédiaire entre celles de ces deux gisements.
On peut donc penser que la Caune de l'arago est située chronologiquement entre les sites de Saint-Estève et d'Orgnac 3.

Tabl. 70 - Microtus brecciensis. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1				Hauteur M/1			
	N	Min-Max	X	V	N	Min-Max	X	V
Caune de l'arago	104	2.17-3.59	2.85	0.048	120	2.30-4.58	3.41	
Saint-Estève CHALINE (1972)	105		2.90	0.030	80		3.55	
Orgnac 3 CHALINE (1972)	100		2.97	0.037	35		3.26	

	Hauteur/Longueur M/1				Largeur M/1			
	N	Min-Max	X	V	N	Min-Max	X	V
Caune de l'Arago	103	0.77-1.56	1.20		55	1.00-1.37	1.16	0.081
Saint-Estève CHALINE (1972)	80		1.22					
Orgnac 3 CHALINE (1972)	35		1.11					

3) Microtus cf. agrestis (Linné, 1791).

a) Généralités.

Selon J. Chaline (1972), l'évolution du groupe formé par Microtus arvalis (Pallas, 1778) et Microtus agrestis (Linné, 1791) est complexe :
Les deux formes résultent de l'évolution cladogénétique d'Allophaiomys pliocaenicus à partir du morphotype "laguroïde" par une complication continue.
Les lignées arvalis et agrestis sont déjà différenciées au niveau du Pléistocène moyen II.
Microtus agrestis est présent à Saint-Estève sous une forme de grande taille : Microtus agrestis janssoni (Chaline, 1972).
D'un point de vue morphologique, on peut dire que les deux espèces présentent des variations importantes au niveau de la M/1. Si les morphotypes extrêmes sont identifiables, il est toujours délicat de rapporter avec certitude les formes intermédiaires à l'une ou l'autre des deux espèces.

b) Morphologie.

Les M/1 recueillies à l'Arago sont peu nombreuses.
Trois molaires présentent une morphologie proche du morphotype agrestis :
-On observe du cément au niveau des angles rentrants.
-Les triangles clos sont asymétriques par rapport à l'axe de la dent.

Les autres M/1 présentent une morphologie intermédiaire entre les deux morphotypes extrêmes.
Il paraît donc difficile d'effectuer une détermination spécifique à partir de la structure dentaire des spécimens de l'Arago.

c) Dimensions.

Nous avons utilisé le test t avec un seuil de 5% dans le but de comparer la population de l'Arago et les populations de Saint-Estève (Microtus agrestis) et du Lazaret (Microtus arvalis) :

*Comparaison Arago/Saint-Estève :

Arago : N=24 X=2.82 V=0.0133

Saint-Estève : N=8 X=2.87 V=0.0037 d'après Chaline (1972)

t=1.568 La différence n'est pas significative.

*Comparaison Arago-Lazaret :

Le Lazaret : N=30 X=2.75 V=0.01243 d'après Chaline (1972)

t=3.856 La différence est hautement significative.

La population de l'Arago est comparable à celle de Saint-Estève. On peut donc penser que nous avons affaire à Microtus agrestis. En raison de la petite taille de la population, ainsi que du nombre réduit de données concernant Microtus agrestis et Microtus arvalis durant le Pléistocène moyen, nous avons jugé préférable d'adopter la dénomination suivante : Microtus cf. agrestis.

4) Microtus arvalis (Pallas, 1779).

J. Chaline (1981) et M. Jeannet (non publié) ont déterminé Microtus arvalis dans la partie supérieure du remplissage.

5) Clethrionomys glareolus (Schreber, 1780).

J. Chaline (1981) et M. Jeannet (non publié) ont déterminé le Campagnol roussâtre dans le sol G.

6) Microtus malei-oeconomus.

a) Généralités.

Les espèces du groupe Microtus malei (Hinton, 1907) et Microtus oeconomus (Kowalski, 1967) (= M. ratticeps) sont difficiles à différencier en raison de leur grande variabilité morphologique, notammment au niveau du complexe antérieur des M/1.

Selon J. Chaline (1972), Microtus malei est connu depuis le début du Pléistocène moyen en France; les autres espèces apparaissent quant à elles à la fin du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur.

b) Morphologie et dimensions .

Une dizaine de M/1 se rapportant à ce groupe ont été recueillies à l'Arago.

Huit M/1 présentent une morphologie intermédiaire entre le morphotype "malei" et le morphotype "oeconomus".

Une M/1 présente une morphologie de type "malei" :

-Le complexe antérieur a un contour découpé.
-La boucle antérieure est ronde et large.
-Les triangles T6 et T7 sont bien développés.
-Les angles rentrants A8 et A9 sont très marqués.
-Il n'y a pas d'émail sur les bords latéraux de la boucle postérieure.
-Le cément est abondant au niveau des angles rentrants.
-L'émail est plus fin que chez M. oeconomus.
-L'émail est particulièrement fin au niveau du bord postérieur des triangles.

Une M/1 présente une morphologie de type "oeconomus" :

-Le T6 est absent.
-Le T7 est moins développé que le T5.
-le cément est très important au niveau des angles rentrants.
-L'émail est plus épais sur les bords antérieurs des triangles.
-L'émail est absent sur une grande partie de la boucle antérieure.
-On notera également la présence d'émail sur les bords latéraux de la boucle postérieure.

Les données métriques sont rapportées dans le tableau 71.

Il paraît difficile d'établir une diagnose spécifique fiable en raison de la grande variabilité morphologique des spécimens recueillis à l'Arago. En attendant d'avoir en notre possession un matériel plus important, nous adopterons la dénomination suivante : Microtus malei-oeconomus.

Tabl. 71 - M. malei-oeconomus. Longueur des M/1 :

	N	Min-Max	X	V
Caune de l'Arago	5	2.37-2.77	2.61	0.024
Microtus malei (1)	100		2.64	0.140
Microtus ratticeps (2)	14		2.58	0.025
Microtus nivalis (2)	45		2.76	0.0112

(1) : La Fage. D'après Chaline (1972).
(2) : Actuels. D'après Chaline (1972).

7) Dicrostonyx torquatus (Pallas, 1778).

a) Généralités.

D'après les travaux de Delpech et alii (1978), Dicrostonyx torquatus apparaît pour la première fois en France au Pléistocène moyen dans le gisement de Camp de Peyre à Sauveterre-la-Lémance (Lot-et-Garonne).
On notera que cette espèce est également présente à Aldène.
Cette espèce a été rencontrée dans différents gisements du Pléistocène moyen et supérieur en Europe.
J. Chaline (1972) a décrit sous le nom de Dicrostonyx antiquitatis une mandibule découverte dans le gisement des Valerots (Côte-d'Or) (fin du Pléistocène inférieur-début du Pléistocène moyen) en association avec Allophaiomys pliocaenicus.

b) Morphologie.

Trois mandibules se rapportant à Dicrostonyx torquatus ont été recueillies à l'Arago :

-Morphologie de la M/1 :

-Présence de sept triangles clos.
-le complexe antérieur est formé par les triangles T8 et T9 (ouverts) ainsi qu'un éperon de forme arrondie.
-L'angle A9 est plus pronnoncé que l'angle A8.
-L'émail est plus épais au niveau des bords antérieurs des triangles.
-L'émail s'amincit au niveau des angles rentrants et il est extrêmement mince sur les bords postérieurs des triangles.
-On notera l'absence d'émail :
    *sur les bords de la boucle postérieure.
    *sur les bords latéraux des triangles.
    *sur le bord antérieur et le bord latéro-externe de la boucle antérieure.
-Le bord postérieur des triangles est de forme convexe.

-Morphologie de la M/2 :

Sur une M/2 très fragmentée, on peut noter la présence de deux "expansions alliformes" (l'une interne et l'autre externe). Les quatre triangles clos et la boucle postérieure présentent la même configuration que les M/1.

c) Dimensions.

Les dimensions de la M/1 de Dicrostonyx torquatus qui a pu être mesurée sont données ici à titre indicatif (cf. page suivante).

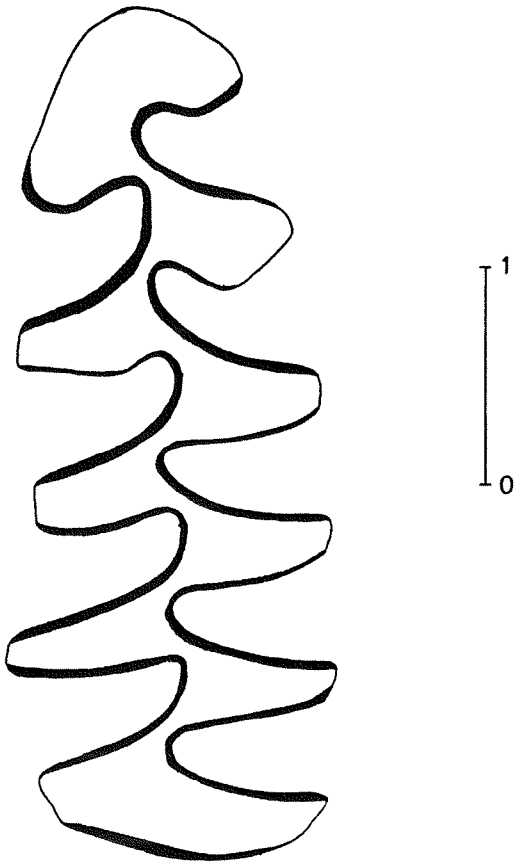
Tabl. 72 - Dicrostonyx. Dimensions de la M/1 :

	Longueur M/1			Largeur M/1		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	3.83		1	1.49	
La Fage (1)	1	3.84		1		
La Quina (1)	3	3.52-3.70	3.63	3	1.32-1.46	1.39
La Garenne (1)	3	3.22-3.73	3.44	1	1.14	
Valerots (2)	1	3.26				

(1) : Dicrostonyx torquatus. D'après Chaline (1972).

(2) : Dicrostonyx antiquitatis. D'après Chaline (1972).

Fig. 29 - Dicrostonyx torquatus. M/1. Vue occlusale.



8) Pliomys lenki (Heller, 1930).

a) Généralités.

Différents chercheurs (G. Bartolomei, J. Chaline, O. Fefjar, D. Janossy, M. Jeannet, W. v. Koegnigswald et K. Kowalski) ont effectué, en 1975, une synthèse paléontologique de Pliomys lenki à l'échelle de l'Europe. Les études morphologiques et biométriques ont abouti à la distinction de trois sous-espèces chronologiques ou diachrons.

-Pliomys lenki lenki : sous-espèce caractéristique du début du Pléistocène moyen. Cette sous-espèce était présente dans toute l'Europe.
-Pliomys lenki ultimus : sous-espèce plus évoluée du Pléistocène moyen ancien qui conserve la même répartition.
-Pliomys lenki relictus : sous-espèce caractérisée par une taille plus importante. On la rencontre jusqu'à la fin du Pléistocène moyen dans le Sud-Ouest de l'Europe et elle subsiste à l'état de relique dans des niveaux du début du Pléistocène supérieur d'Espagne.

Selon J. Chaline, Pliomys lenki est étroitement apparenté à Pliomys episcopalis. Ces deux formes dériveraient de l'espèce archaïque Pliomys hungaricus.

b) Morphologie.

Les M/1 recueillies à l'Arago se rapportant à Pliomys lenki présentent un certain nombre de caractères communs :

-On observe une ébauche de racine sur les formes juvéniles et deux racines bien individualisées sur les individus agés. La racine antérieure est alors plus développée que la racine postérieure.
-Présence de 5 triangles clos.
-Absence de cément au niveau des angles rentrants.
-L'émail est ininterrompu et régulier chez les formes juvéniles.
-Chez les individus âgés, l'émail est plus épais et on observe des interruptions d'émail au niveau de la boucle antérieure ainsi que sur les bords latéraux de la boucle postérieure.
-Les angles saillants des synclinaux ont tendance à être plus arrondis chez les individus agés.
-Les triangles T6 et T7 sont confluents.
-la boucle antérieure est plus courte chez les individus âgés.

La morphologie du complexe antérieur a permis de mettre en évidence la présence de deux morphologies extrêmes dans la variabilité liées, semble-t-il, au degré d'usure des M/1 :

Morphologie de type Pliomys lenki typique :

-Le T7 est bien individualisé par la présence d'un A9 considérable.
-Le T6 et le T7 ne sont pas dans le prolongement l'un de l'autre.

Morphologie de type "épiscopaloïde" :

-Le T6 et le T7 ont tendance à être situés dans le prolongement l'un de l'autre. Ceci confère à la boucle antérieure une forme caractéristique de "poire couchée sur le dos" qui rappelle un peu la morphologie de Pliomys episcopalis.
-Le T7 est encore individualisé par la présence d'un A9.

Ce dernier caractère permet de rattacher ces spécimens à Pliomys lenki. Une dizaine de M/1 présentent cette morphologie.

On notera que cette morphologie a été observée sur des M/1 qui ne présentaient pas un important degré d'usure.

c) Dimensions.

Nous avons comparé la longueur des M/1 de la population de l'Arago avec celles de quatre gisements du Pléistocène moyen ayant une population de taille suffisante en utilisant le test t :

*Comparaison Arago-Orgnac 3 :

Arago : N=67 X=3.06 V=0.035

Orgnac 3 : N=11 X=2.85 V=0.029 d'après Jeannet (1979).

t=3.54 La différence est hautement significative.

*comparaison Arago-Gavaudun :

Gavaudun : N=29 X=2.80 V=0.021 d'après Marquet (1989).

t=6.739 La différence est hautement significative.

*comparaison Arago-Vaufrey :

Vaufrey : N=45 X=2.80 V=0.021 d'après Marquet (1989).

t=7.89 La différence est hautement significative.

*Comparaison Arago-La Fage :

la Fage : N=36 X=3.016 V=0.031 d'après Marquet (1989).

t=1.267 La différence n'est pas significative.

*Comparaison Arago-Koneprusy :

Koneprusy :N=35 X=2.74 V=0.013 d'après Fefjar (1975).

t=2.74 La différence est hautement significative.

*Comparaison Arago-Holstejn :

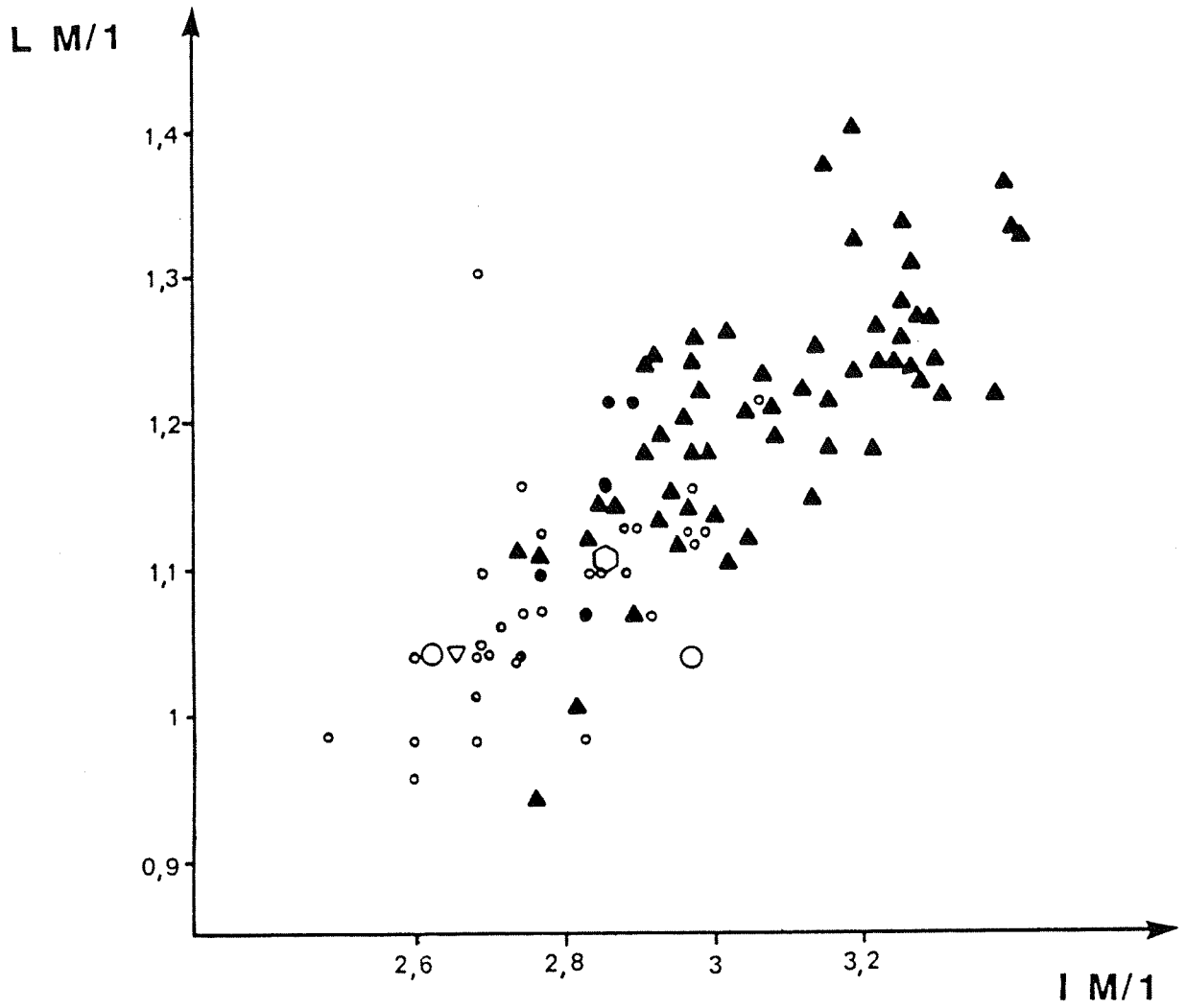
Holstejn : N=67 X=2.70 V=0.032 d'après Fefjar (1975).

t=11.279 La différence est hautement significative.

N.B. : Il convient de préciser que la comparaison des populations de l'Abri Vaufrey, Gavaudun et La Fage effectuée par Marquet (1989) en utilisant le test de Kolmogorov-Smirnov a montré que les populations de Vaufrey et de Gavaudun étaient comparables et toutes deux différentes de la population de La Fage.
D'autre part, la population de l'Arago présente également des différences significatives avec les populations de Koneprusy et Holstejn (Tchécoslovaquie) qui sont comparables, bien que plus anciennes, aux populations de Vaufrey et de Gavaudun.

Les longueurs des M/1 de l'Arago sont donc comparables uniquement à celles de La Fage (fin du Pléistocène moyen).

Comme nous l'avons vu précédemment, et ainsi que le soulignait J. Chaline (1975), la population de l'Arago présente une morphologie plus archaïque que celle de La Fage.
Une étude morphologique et métrique approfondie du genre Pliomys permettrait peut-être de voir si L'"isolement" de ces deux populations est d'ordre géographique ou chronologique.



(D'après Marquet, modifié).

Fig. 30 - Pliomys lenki. Diagramme de dispersion des M/1.

- ▲ Caune de l'Arago
- ▽ Peyre
- ○ L'Eglise
- ● Vaufrey
- ◦ Moulin
- ⬡ Font-de-Gaume III.

9) Terricola vaufreyi (Brunet-Lecomte, 1988).

a) Généralités.

Le genre Terricola Fatio a été réintroduit par Chaline, Brunet-Lecomte et Graf (1989) pour désigner les campagnols souterrains d'Europe, le nom de Pitymys devant être réservé aux formes américaines.
En 1988, à la suite d'une étude odontométrique, au moyen des analyses multivariées des Pitymys du Quaternaire européen ainsi que des espèces actuelles, P. Brunet-Lecomte a proposé la dénomination suivante pour les campagnols souterrains de la Caune de l'Arago : Terricola vaufreyi.
Il convient de préciser que Terricola vaufreyi a été également mis en évidence dans d'autres gisements du Pléistocène moyen de France tels que l'abri Vaufrey, le site de Montoussé 3 et Vergranne.
Selon P. Brunet-Lecomte, cette espèce aurait été présente dans les Pyrénées entre 500 000 et 300 000 B.P.. Sa présence dans les remplissage de la Caune de l'Arago (sols D à J) semble tout à fait logique.
En 1990, ce même auteur attribue le Campagnol souterrain de l'Arago à Microtus (Terricola) vaufreyi tautavelensis.

b) Morphologie.

Les M/1 recueillies présentent la morphologie suivante :

-Les trois premiers postérieurs (T1 à T3) sont clos.
-Les triangles T4 et T5 sont opposés et confluent en un "rhombe pitymien".
-Les angles A8 et A9 sont généralement bien développés.
-La boucle antérieure a une forme "arvaloïde".
-Ce "rhombe pitymien" est imparfait dans la mesure où T5 est toujours antérieur à T4, quand bien même A4 et A5 sont en contact.

Ce dernier caractère morphologique a déjà été observé par J. Chaline (1972) sur les spécimens de Saint-Estève qui avaient été rapportés à Pitymys subterraneus.
On peut penser que nous avons affaire à un caractère primitif. Malheureusement, les M/1 de Saint-Estève n'ont pas été étudiées par P. Brunet-Lecomte en raison du petit effectif de cette population.

c) Dimensions.

Comme nous l'avons souligné précédemment, le genre Terricola a fait l'objet d'une étude métrique approfondie.
Nous nous contenterons donc de présenter à titre indicatif les variations de la Longueur des M/1 de l'Arago :

Tabl. 73 - T. vaufreyi. Longueur de la M/1 :

	N	Min-Max	X	V	S
Caune de l'Arago	24	2.38-2.92	2.68	0.02	0.141

10) Arvicola cantiana

a) Généralités.

Différentes études ont permis de mettre en évidence en évidence l'origine mimoyenne d'Arvicola : Hinton (1926), Von Koenigswald (1973) et Heinrich W.D. (1987, 1990).
Depuis une dizaine d'années, un certain nombre de chercheurs, d'Europe centrale en particulier, se sont livrés à une étude approfondie du genre Arvicola. Les études métriques effectuées par W. D. Heinrich (1987, 1990) au niveau de l'émail des triangles ont permis de différencier Arvicola cantiana et Arvicola terrestris.

b) Morphologie.

4 M/1 se rapportant au genre Arvicola ont été recueillies à l'Arago, elles présentent les caractères suivants :

-Elles sont arhizodontes.
-Présence de trois triangles clos.
-Elles sont de taille importante par rapport aux autres arvicolidae.
-La boucle antérieure est dépourvue d'émail dans sa partie antérieure.
-Les triangles T4 et T5 communiquent avec la boucle antérieure par l'intermédiaire d'un col assez large.

c) Dimensions.

L'étude métrique des M/1 d'Europe centrale du genre Arvicola, a permis à W. D. Henrich (1987, 1990) d'élaborer la clef de détermination suivante, :

-Chez Arvicola cantiana, les bandes d'émail situées au niveau des bords postérieurs des triangles sont plus épaisses que celles des bords antérieurs.

-Chez Arvicola terrestris, on observe le phénomène inverse : les bandes d'émail des bords postérieurs des triangles sont plus fines que celles des bandes antérieures.

W. D. Heinrich souligne que, d'un point de vue biostratiographique, il n'est pas nécessaire de distinguer une forme intermédiaire : Arvicola cantiana-terrestris.

Selon cet auteur, le passage d'Arvicola cantiana à Arvicola terrestris s'est effectué il y environ 100 000 ans, c'est à dire à la fin du stade isotopique 5 (fin de l'Eémien, début du Riss-Würm).

On notera également que W.D. Heinrich mesure les bandes d'émail de chacun des triangles et de la boucle antérieure. En raison du mauvais état de conservation des M/1 de l'Arago, nous avons limité nos mesures aux bandes d'émail du T3.

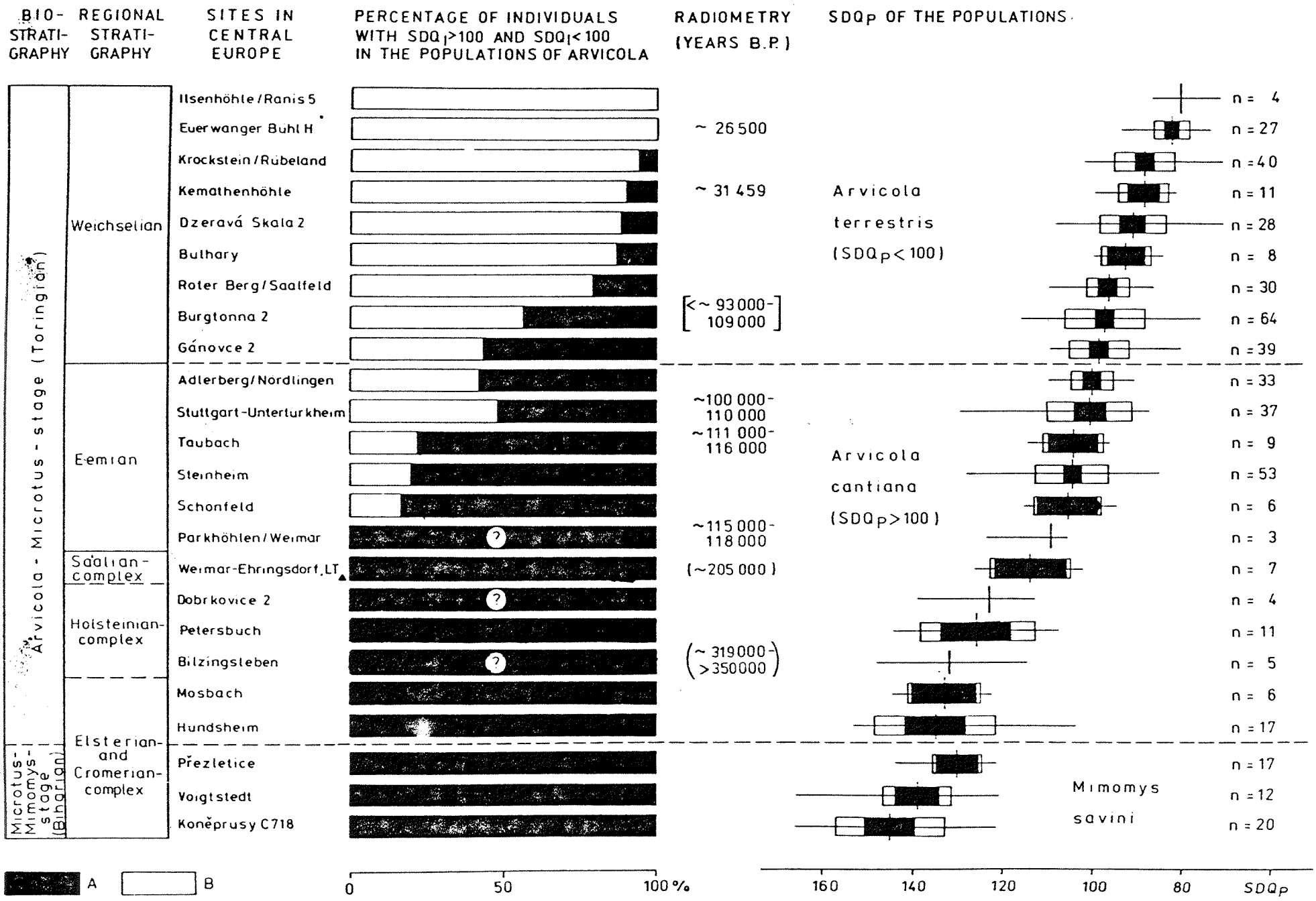
Nous avons donc calculé un indice d'épaisseur d'émail pour les 4 M/1 en notre possession :

$$Ie = \frac{\text{épaisseur de la bande d'émail postérieure}}{\text{épaisseur de la bande d'émail antérieure}} \times 100$$

N.B. : Cet indice d'épaisseur est équivalent au SDQ(LA3) calculé par W.D. Heinrich.
Cet indice à une valeur de 110,8.
On peut également constater que cet indice est supérieur à 100 pour chacune des M/1.
Il semble donc que nous avons affaire à des individus se rapportant à Arvicola cantiana.

La présence d'Arvicola cantiana dans l'ensemble III du complexe moyen permet de confirmer l'âge Pléistocène moyen du gisement.

W.D. Heinrich (1990) a proposé une subdivision biostratigraphique du Pléistocène moyen et supérieur d'Europe centrale basée sur les valeur de l'indice d'épaisseur d'émail (SDQp) des M/1 d'Arvicola cantiana et Arvicola terrestris (cf. tab. 73a).
A notre connaissance, les populations d'Europe occidentale n'ont pas fait l'objet d'une étude similaire, à l'exception de celle de Biache-Saint-Vaast qui présente un indice moyen de 108.59 (J. Chaline, 1988).
Il ne nous a donc pas semblé possible d'estimer l'âge du gisement à partir de ces critères métriques.



Tabl. 73a - Arvicola. Evolution de l'épaisseur d'émail durant le Pléistocène d'Europe centrale. D'après W.D. Heinrich (1990).

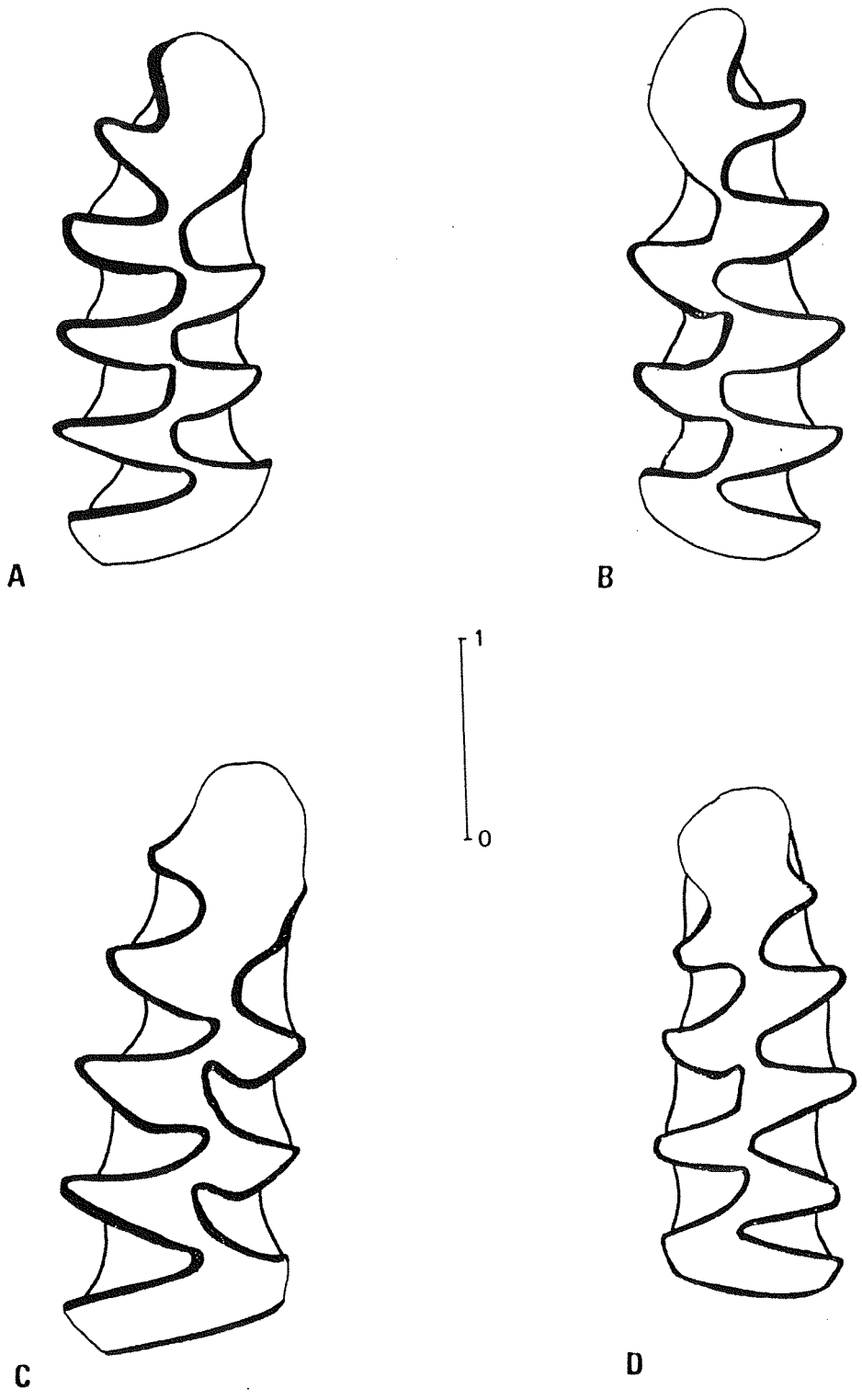


Fig. 31 - Arvicolidae : M/1 (vue occlusale).
A : Microtus gregalis. M/1 D. R75537.
B : Microtus gregalis. M/1 G. R75910.
C : Microtus malei-oeconomus. M/1 D.
D : Terricola vaufreyi. M/1 G.

Echelle en mm

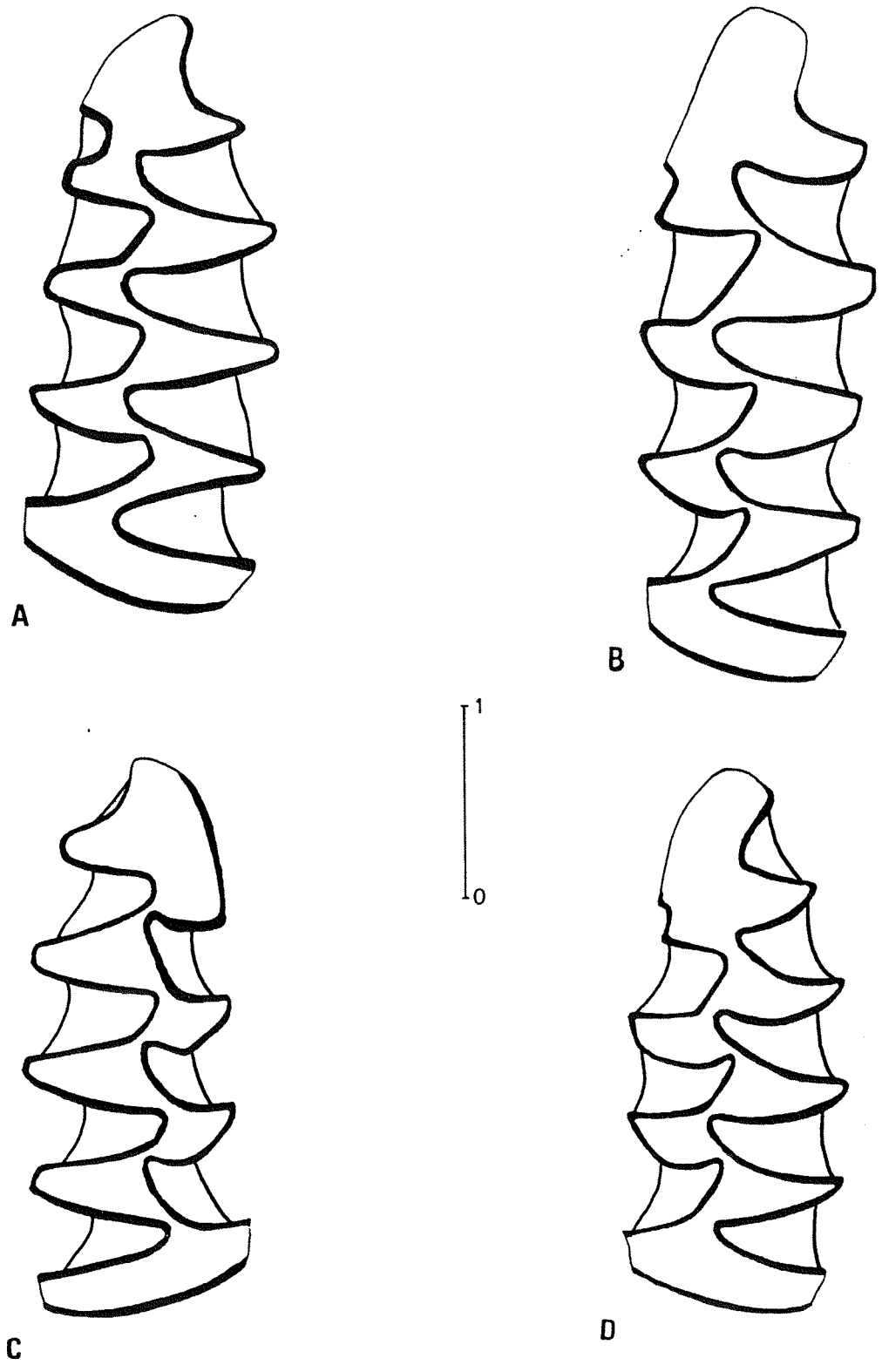


Fig. 32 - Microtus brecciensis morphotype "mediterraneus" : M/1.
A : M/1 G.
B : M/1 G.
C : M/1 D.
D : M/1 G.

Echelle en mm

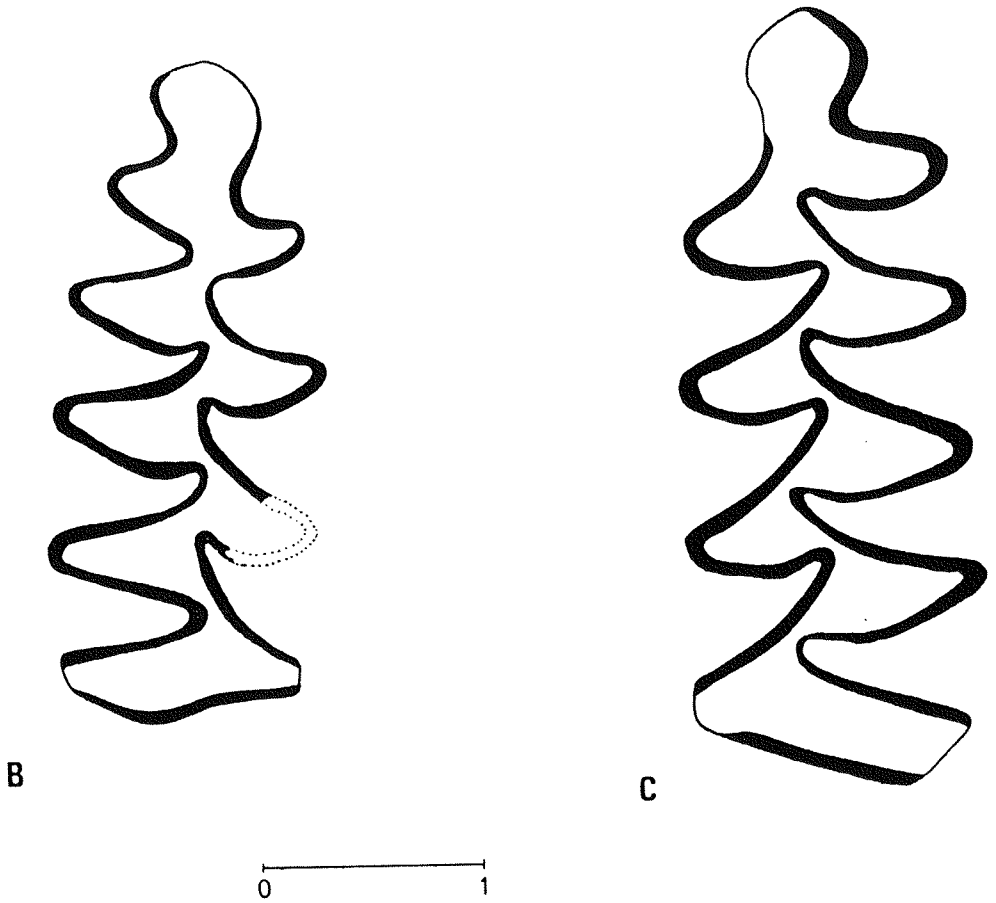


Fig. 33 - Arvicolidae rhizodontes : molaires (vue occlusales).

B : Pliomys lenki. M/1 D. R76069. (type "lenki").
C : Pliomys lenki. M/1 G. R76070. (type "lenki").

Echelle en mm

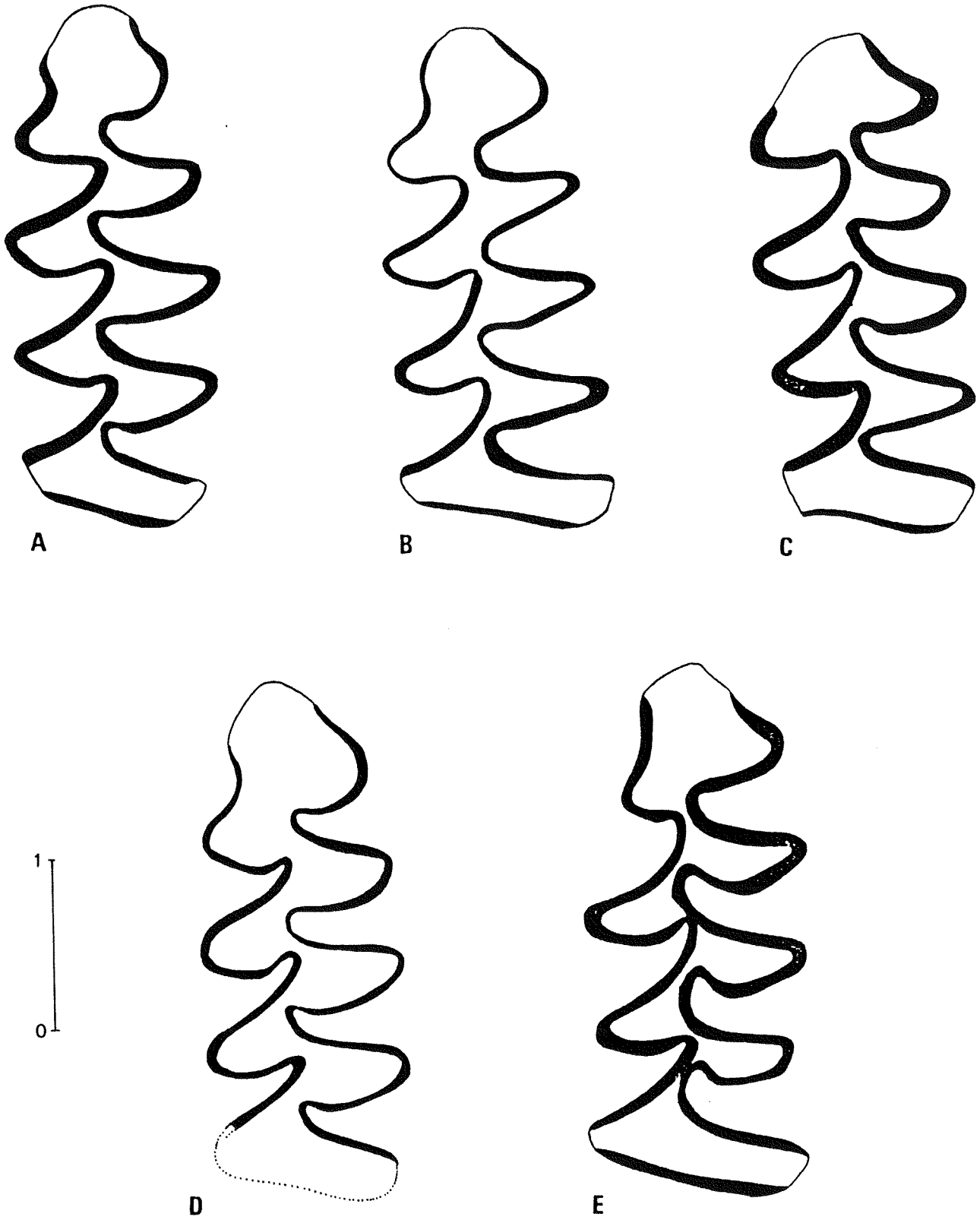


Fig. 34 - Pliomys lenki morphotype "épiscopaloïde".
A : M/1 G. R75714.
B : M/1 G. R76080.
C : M/1 G. R76015.
D : M/1 G. R75086.
E : M/1 G. R76078.

Echelle en mm

G) Famille des Muridae.

1) Généralités.

On a recueilli un nombre relativement important de molaires de Muridae.
Elles se rapportent toutes à des individus du genre Apodemus de taille moyenne.
Nous n'avons malheureusement pas eu en notre possession la totalité du matériel. La présente étude concerne un échantillon provenant de différents niveaux du remplissage (sols D à K) :
M1/ : N=46
M2/ : N=8
M3/ : N=2
M/1 : N=55
M/2 : N=21
M/3 : N=3
Les M3 n'ont pas été étudiées en raison de leur faible représentativité.

2) Morphologie.

L. Pasquier (1974) a effectué une étude approfondie du dessin des surfaces occlusales du genre Apodemus qui a permis de constater une évolution de la morphologie dentaire durant le Pléistocène. Nous nous attacherons, en utilisant la même méthode, à mettre en évidence les différents caractères qualitatifs propres aux mulots étudiés afin d'essayer de situer chronologiquement la population de la Caune de l'Arago.
A l'instar de L. Pasquier, nous avons retenu la terminologie dentaire établie par J. Michaux (1971).
D'autre part, deux espèces sont susceptibles d'être présentes dans les gisements du Pléistocène moyen : Apodemus sylvaticus et Apodemus flavicollis.
Un certain nombre de caractères morphologiques permettent de les différencier :

Apodemus sylvaticus :

-M1/ : -t1 et t3 sont généralement symétriques par rapport à t2
-t4 et t7 sont souvent liés.

-M2/ : -t1 est de forme triangulaire avec une corne postérieure rarement présente.
-Le cingulum postérieur est bien marqué.
-Le t9 est fort.

-M/1 : -Le tma est important.
-La crête longitudinale médiane est peu développée.

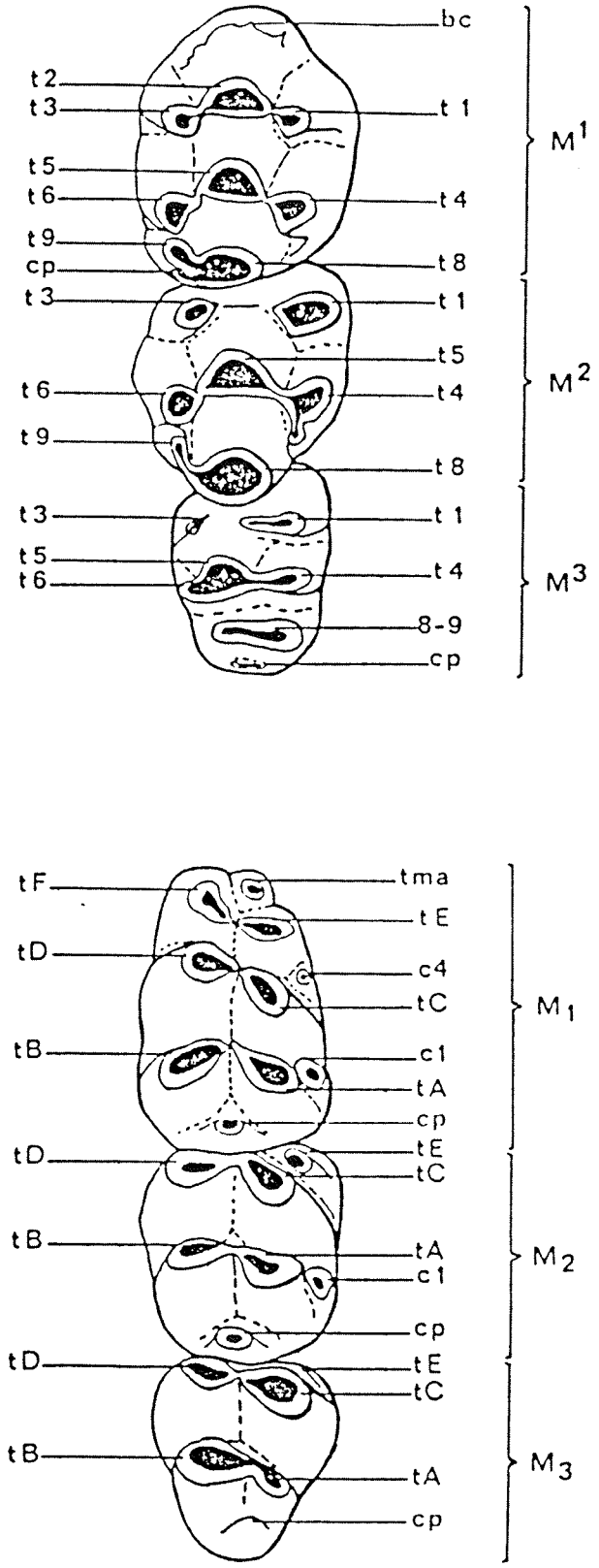


Fig. 35 - Nomenclature des molaires des Muridae. D'après Michaux (1971).

Apodemus flavicollis :

-M1/ : -Le t1 est souvent très reculé par rapport à t2-t3.
-t4 et t7 sont le plus souvent séparés et rarement liés.

-M2/ : -t1 est prolongé postérieurement par une courte corne d'émail.

-M/1 : -tma peu volumineux à très réduit.
-crête longitudinale médiane fréquemment bien dévoloppée.

-M/2 : -marge cingulaire réduite.

a) Morphologie de la M1/.

*Position du tubercule t1 par rapport aux t2-t3 :

Deux morphologies ont été observées :

-13 M1/ présentent un t1 situé en arrière du t3. Le t1 est alors séparé du t2 par une vallée plutôt large et peu profonde. Le lobe antérieur de la dent est très dissymétrique.

-33 M1/ présentent un t1 moins reculé par rapport au cas précédent. De ce fait, la vallée séparant le t1 et le t2 est plus resserrée et profonde.

*Isolement du t1 par rapport au couple t2-t3 :

Les trois possibilités retenues par L.Pasquier ont été observées:

-le t1 est isolé du t2 par un sillon profond (12 M1/).

-Le t1 est proche du t2. Les deux tubercules sont séparés par un sillon peu profond (27 M1/).

-Le t1 est relié au t2 par une crête d'émail (7 M1/).

*Position du t4 par rapport au t6 :

-Le t4 est plus antérieur que le t6 (15 M1/).

-Le t4 et le t6 sont sensiblement au même niveau (31 M1/).

*Position relative du t4 et du t7 :

-t4 et t7 sont séparés par un sillon large et profond (27 Ml/).

-t4 et t7 sont séparés par un sillon étroit (15 Ml/).

-t4 et t7 sont accolés (4 Ml/).

*Liaison t1-t5 :

-Absence d'ébauche de liaison (11 Ml/).

-Le t1 possède une "corne d'émail" préfigurant l'amorce d'une liaison en direction du t5 (8 Ml/).

*liaison t3-t5 :

-Absence d'ébauche de liaison (11 Ml/).

-Le t3 présente une courte "corne d'émail" préfigurant l'amorce d'une liaison en direction du t5 (16 Ml/).

-Le t3 présente une longue "corne d'émail" qui s'arrête sur le flanc du t5 (19 Ml/).

*Forme et position du cingulum postérieur :

-Le cingulum postérieur a la forme d'un gros tubercule, il est accroché au flanc du t8 et situé en arrière de celui-ci (5 Ml/).

-Le cingulum postérieur est encore fort, mais il se comprime latéralement en une structure lamellaire qui s'incurve en direction du t9 avec lequel il est souvent lié (34 Ml/).

-Le cingulum postérieur consiste en une saillie d'émail sur le flanc du t8 (7 Ml/).

*Tubercules intermédiaires (t1 bis et t3 bis) :

-Les tubercules supplémentaires sont absents (28 Ml/).

-Le t1 bis ou le t3 bis sont présents sous forme d'un repli d'émail sur le flanc du t2 (17 Ml/).

-Le t1 bis ou le t3 bis sont présents sous la forme d'une véritable cuspide (1 Ml/).

Conclusions concernant les M1/ :

La plupart des M1/ de l'Arago présentent des caractères morphologiques propres aux Mulots de taille moyenne du Pléistocène :

-t4 sensiblement au même niveau que le t6 sur 31 M1/.

-t1 proche du t2 ou lié au t2 pour 32 M1/.

-Morphologie du cingulum postérieur.

On peut également noter la présence de caractères morphologiques primitifs sur les M1/ de l'Arago :

-Absence de liaison entre le t1 et le t5 sur 30 M1/.

-t4 séparé du t7 par un sillon large et profond sur 27 M1/.

La position très reculée du t1 par rapport au t2 qui se rencontre sur 33 M1/ est caractéristique des populations du Pléistocène inférieur, mais il convient de préciser que cette morphologie se retrouve également tout au long du Pléistocène moyen (Pasquier, 1974).

D'autre part, on peut noter que la position du t1 par rapport à t2-t3 est caractéristique d'Apodemus sylvaticus. Par contre, la position relative du t4 et du t7 des Mulots de l'Arago se rencontre habituellement chez Apodemus flavicollis.

b) Morphologie de la M2/.

*Liaison t1-t5 et morphologie du t1 :

Trois morphologies ont été observées :

-Absence d'ébauche de liaison et t1 à table d'usure de forme circulaire (2 M2/).

-t1 de forme triangulaire,absence de liaison (5 M2/).

-t1 de forme triangulaire avec une courte corne d'émail préfigurant une liaison (2 M2/).

*Liaison t3-t5 et morphologie du t3 :

-Les 8 M2/ présentent un t3 à table d'usure de forme circulaire et on n'observe pas de liaison entre t3 et t5.

*Position relative du t4 et du t7 :

Deux morphologies ont été observées :

-t4 et t7 nettement séparés par un sillon profond (6 M2/).

-t4 et t7 accolés (2 M2/).

*Forme et position du cingulum postérieur :

Trois morphologies ont été observées :

-Le cingulum postérieur a une forme de tubercule, il est accroché au flanc du t8 (1 M2/).

-Le cingulum est encore fort, mais il est comprimé latéralement en une structure lamellaire qui s'incurve en direction du t9 avec lequel il est lié (2 M2/).

-Le cingulum se résume à une saillie d'émail sur le flanc du t8 (4 M2/).

*Réduction du t9 :

Deux morphologies ont été observées :

-Le t9 est fort et massif, de taille comparable au t6 (5 M2/).

-Le t9 présente une taille légèrement réduite et il est aminci dans sa partie postérieure (3 M2/).

Conclusions concernant les M2/ :

On peut noter que les M2/ présentent une morphologie du t1 et du t9 caractéristique d'Apodemus sylvaticus. Il convient de préciser que ces observations sont à prendre en considération avec prudence en raison de la petite taille de l'échantillon étudié.

c) Morphologie de la M/1.

*Morphologie du tma :

-Le tma est de taille comparable à celle des tubercules antérieurs Te et Tf (41 M/1).

-Le tma est de taille moyenne (10 M/1).

-Le tma est absent ou de taille très réduite (4 M/1).

*Nombre de conules au niveau de la marge cingulaire labiale :

-9 M/1 présentent un seul conule.

-41 M/1 présentent deux conules.

-5 M/1 présentent trois conules.

*Morphologie du CO :

-CO absent (27 M/1).

-CO sous forme de tubercule (23 M/1).

-CO sous forme de crête d'émail (5 M/1).

*Morphologie de la crête longitudinale médiane :

-Absence d'ébauche de liaison entre les couples Ta-Tb et Tc-Td (6 M/1).

-Le point de contact entre Ta et Tb présente une protubérance d'émail et la vallée séparant les couples Ta-Tb et Tc-Td est plus étroite que dans le cas précédent (36 M/1).

-Une crête d'émail est différenciée au niveau du point de contact Ta-Tb. Cette crête se dirige vers le couple Tc-Td (13 M/1).

*Liaison des couples de tubercules Tc-Td et Te-Tf :

-Absence ou ébauche de jonction entre Tc-Td et Te-Tf (33 M/1).

-Jonction Tc-Td avec Te-Tf (9 M/1).

-Jonction Tc-Td avec le seul Tf (9 M/1).

*Liaison entre les tubercules Te et Tf :

-Te et Tf sont séparés (2 M/1).

-Te et Tf sont accolés (35 M/1).

-Te et Tf sont liés (18 M/1).

*Alternance des turbecules Te et Tf :

-Te et Tf sont symétriques (51 M/1).

-Te et Tf sont un peu alternés (4 M/1).

*Morphologie du cingulum postérieur :

-Le Cp est élevé et isolé (22 M/1).

-Le Cp est bas et large (23 M/1).

Conclusions concernant les M/1 :

D'une façon générale, on peut dire que les M/1 de l'Arago présentent une morphologie comparable à celle des autres populations de Mulots de taille moyenne rencontrées dans le Pléistocène moyen :

-Le tma est généralement fort ou réduit, rarement absent.

-Au niveau de la marge cingulaire labiale, le morphotype à deux conules est le plus fréquent.

On notera également la présence de caractères morphologiques primitifs sur certaines M/1 :

-Absence d'ébauche de liaison entre les couples Ta-Tb et Tc-Td.

-Présence du CO sous forme de tubercule.

D'un point de vue systématique, on peut dire que le tma se rapproche d'Apodemus sylvaticus. Par contre il paraît difficile de se prononcer pour l'une ou l'autre des deux espèces à partir de la morphologie de la crête longitudinale médiane.

d) Morphologie des M/2.

21 M/2 ont été recueillies. Il ne nous a donc pas semblé possible de tirer des conclusions concernant le degré d'évolution des Mulots de l'Arago à partir de ces dents.
Nous avons néanmoins jugé nécessaire de dresser un inventaire des différentes morphologies rencontrées à titre indicatif.
Il convient de préciser que selon L. Pasquier (1974), les M/2 sont à un degré évolutif supérieur à celui des M/1 au niveau de la marge cingulaire et de la crête médiane longitudinale dès le début du Pléistocène.

*Morphologie de la crête longitudinale médiane :

Trois morphologies ont été observées :

-Absence d'ébauche de liaison entre les couples Ta-Tb et Tc-Td qui sont alors séparés par une vallée large et profonde(4 M/2).

-Présence d'une protubérance d'émail au niveau du point de contact entre Ta et Tb. La vallée séparant les deux couples est de ce fait plus étroite (15 M/2).

-Une crête d'émail est différenciée au niveau du contact Ta-Tb et se dirige vers le couple Tc-Td (2 M/2).

*Nombre de conules au niveau de la marge cingulaire externe :

-Aucun conule : 4 M/2.

-Un conule : 8 M/2.

-Deux conules : 2 M/2.

*Morphologie de la marge cingulaire externe :

-La marge est continue et développée sur 7 M/2.

-La marge est incomplète sur 6 M/2.

*morphologie du Cl :

-Le Cl est absent (2 M/2).

-Le Cl est de taille réduite (12 M/2).

-Le Cl est de grande taille (3 M/2).

*Forme du Te :

-Le Te de la M/2 est de taille comparable à celui de la M/1 sur 9 M/2.

-Le Te est étiré en arrière et comprimé latéralement (8 M/2).

-Le Te est très étiré et comprimé. Il est intégré à la marge cingulaire (1 M/2).

*Morphologie du cingulum postérieur :

-Cp élevé et isolé sur 2 M/2.

-Cp bas et large sur 15 M/2.

Conclusions concernant les M/2 :

La marge cingulaire présente une morphologie de type Apodemus sylvaticus.

e) Conclusions concernant la morphologie dentaire.

La plupart des caractères morphologiques des Mulots de l'Arago sont habituellement rencontrés chez Apodemus sylvaticus.
En raison de la taille relativement réduite de l'échantillon étudié, nous avons jugé préférable d'adopter le dénomination suivante : Apodemus cf. sylvaticus.

3) Dimensions.

cf. tabl. page suivante.

Les données métriques confirment le fait que nous avons affaire à des Mulots de taille moyenne.
On peut constater que la population de l'Arago présente une taille supérieure à Apodemus cf. sylvaticus du début du Pléistocène moyen et de taille inférieure à Apodemus cf. sylvaticus de la fin du Pléistocène moyen.
On peut également noter que les rapports L/l des M2 supérieures et inférieures sont comparables à ceux d' Apodemus aff. flavicollis du gisement de Kamyk (début du Pléistocène moyen de Pologne), ainsi qu'à Apodemus flavicollis actuel.
Ce rapport L/l nous donne en fait des indications sur la silhouette des dents (Pasquier, 1974) :
Les M2 d'Apodemus flavicollis sont en effet rectangulaires et celles d'Apodemus sylvaticus plutôt carrées.
Il nous a semblé difficile d'établir une diagnose spécifique à partir de ce seul critère.
Selon L. Pasquier, les méthodes biométriques sont insuffisantes pour différencier ces deux espèces. Celles-ci présentent actuellement des variations de la taille entre les populations du Nord et du Sud de la France qui se traduisent par des chevauchements métriques importants au niveau des molaires. On a tout lieu de penser que ces variations étaient déjà présentes durant le Pléistocène.
D'autre part selon le même auteur, il y a eu une variation clinale cyclique de la taille des molaires des Mulots à différentes époques du Quaternaire.
Les données métriques ne permettent donc pas de confirmer ou de démentir l'attribution à Apodemus cf. sylvaticus effectuée à partir des caractères morphologiques du dessin dentaire.

Tabl. 74 - Apodemus. Dimensions des molaires supérieures :

	Longueur M1/				largeur M1/			
Apodemus sylvaticus	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Caune de l'Arago	40	1.68-2.13	1.92	0.11	40	1.04-1.20	1.25	0.07
Les Valerots PASQUIER (1974)	6	1.74-1.86	1.80		6	1.14-1.20	1.17	
Saint-Estève PASQUIER (1974)	5	1.77-1.92	1.86		5	1.22-1.31	1.26	
Orgnac 3 PASQUIER (1974)	32	1.86-2.20	2.01	0.098	32	1.19-1.40	1.28	0.055
Le Lazaret PASQUIER (1974)	34	1.83-2.31	2.10	0.108	34	1.18-1.47	1.36	0.061
Prince-Grimaldi PASQUIER (1974)	14	1.81-2.18	2.04	0.109	14	1.20-1.44	1.33	0.063
Apodemus flavicollis	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Kamyk PASQUIER (1974)	7	1.83-1.97	1.91		7	1.16-1.36	1.24	

	Longueur M2/				largeur M2/			
Apodemus sylvaticus	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Caune de l'arago	6	1.16-1.42	1.25	0.07	6	1.16-1.30	1.30	0.10
Les Valerots PASQUIER (1974)	4	1.23-1.34	1.27		4	1.07-1.14	1.09	
Saint-Estève PASQUIER (1974)	6	1.20-1.35	1.25		6	1.17-1.30	1.22	
Orgnac 3 PASQUIER (1974)	1	1.25			1	1.16		
Le Lazaret PASQUIER (1974)	15	1.20-1.45	1.31	0.068	15	1.12-1.35	1.29	0.056
Prince-Grimaldi PASQUIER (1974)	19	1.19-1.47	1.33	0.083	19	1.16-1.34	1.25	0.050
Apodemus flavicollis	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Kamyk PASQUIER (1974)	5	1.29-1.33	1.31		5	1.21-1.23	1.22	

Tabl. 75 - Apodemus. Dimensions des molaires inférieures :

	Longueur M/1				largeur M/1			
Apodemus sylvaticus	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Caune de l'Arago	55	1.65-2.01	1.80	0.072	55	0.98-1.20	1.08	0.049
Les Valerots PASQUIER (1974)	10	1.56-1.76	1.65	0.075	10	0.95-1.12	1.02	0.048
Saint-Estève PASQUIER (1974)	12	1.59-1.76	1.73	0.095	12	1.02-1.16	1.08	0.046
Orgnac 3 PASQUIER (1974)	84	1.67-2.02	1.81	0.076	84	0.91-1.34	1.13	0.055
Le Lazaret PASQUIER (1974)	112	1.68-2.16	1.90	0.092	112	1.03-1.33	1.17	0.055
Prince-Grimaldi PASQUIER (1974)	21	1.55-2.06	1.86	0.13	21	0.91-1.33	1.12	0.102
Apodemus flavicollis	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Kamyk PASQUIER (1974)	19	1.63-2.08	1.75	0.099	19	0.98-1.21	1.09	0.049

	Longueur M2/				largeur M2/			
Apodemus sylvaticus	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Caune de l'Arago	21	1.11-1.39	1.23	0.004	20	0.96-1.21	1.09	0.06
Les Valerots PASQUIER (1974)	6	1.09-1.46	1.19		6	0.98-1.20	1.06	
Saint-Estève PASQUIER (1974)	12	1.17-1.28	1.21	0.035	12	1.05-1.16	1.10	0.036
Orgnac 3 PASQUIER (1974)	41	1.12-1.45	1.25	0.064	41	0.88-1.25	1.13	0.065
Le Lazaret PASQUIER (1974)	68	1.12-1.43	1.26	0.062	68	1.07-1.34	1.18	0.053
Prince-Grimaldi PASQUIER (1974)	29	1.02-1.38	1.27	0.072	29	1.02-1.26	1.15	0.059
Apodemus flavicollis	N	Min-Max	X	S	N	Min-Max	X	S
Kamiyk PASQUIER (1974)	12	1.12-1.44	1.23	0.072	12	1.01-1.24	1.09	0.064

Tabl. 76 - Comparaison du rapport L/l des M2 des Mulots de la Caune de l'Arago avec d'autres gisements du Pléistocène moyen :

	M2/		M/2	
Apodemus sylvaticus	N	L/l	N	L/l
Caune de l'Arago	6	1.06	21	1.13
Saint-estève PASQUIER (1974)	6	1.02	12	1.09
Les Valerots PASQUIER (1974)			6	1.11
Orgnac 3 PASQUIER (1974)			41	1.09
Prince-Grimaldi PASQUIER (1974)	19	1.05	29	1.10
Le Lazaret PASQUIER (1974)	15	1.01	68	1.06
Apodemus flavicollis	N	L/l	N	L/l
Kamyk PASQUIER (1974)	5	1.06	12	1.12

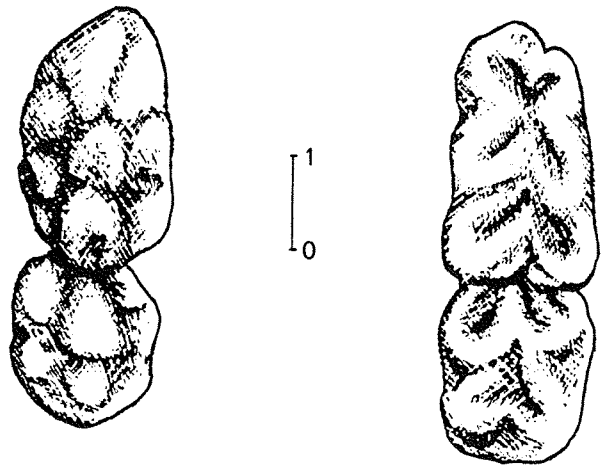


Fig. 36 - Apodemus sylvaticus : molaires (vue occlusale).
A : Ml/-M2/ G. R75382.
B : M/1-M/2 D. R75392.

IV.4. ORDRE DES LAGOMORPHES.

A) Introduction.

Les lagomorphes sont caractérisés par la présence de deux paires d'incisives supérieures. La première incisive (I1/) est plus développée que la seconde (I2/) qui est située en arrière et non latéralement.
On notera également l'absence de canine et le fait que les lagomorphes possèdent des dents à croissance continue.
Des éléments du squelette céphalique et post-céphalique se rapportant aux deux familles présentes actuellement dans l'hémisphère Nord ont été recueillis dans le gisement :

Famille des Ochotonidae (2/1 I 0/0 C 2/2 PM 3/3 M):

-Ochotona pusilla (Pallas, 1769) : Lièvre siffleur ou Chepushka.

Famille des Leporidae (2/1 I 0/0 C 3/2 PM 3/3 M) :

-Lepus timidus (Linné, 1758) : lièvre variable.

-Oryctolagus cuniculus (Linné, 1758) : lapin de Garenne.

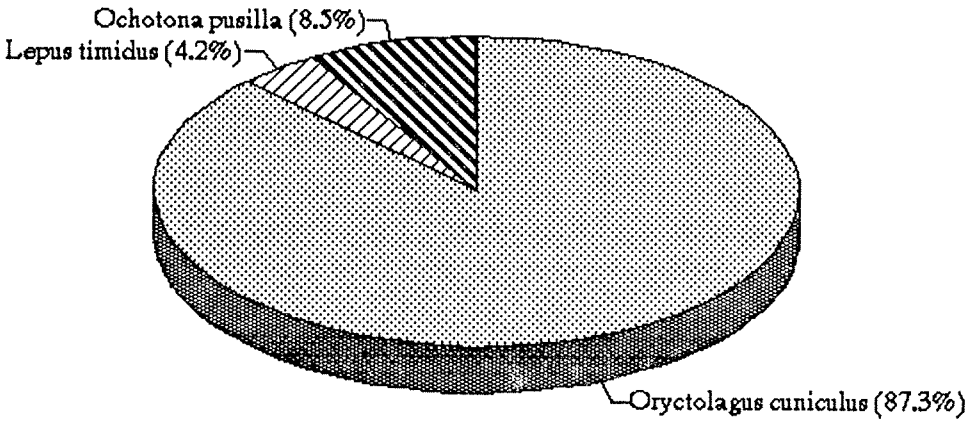


Fig. 37 - Répartition générale des lagomorphes dans le gisement (en % d'après le N.M.I.).

B) Famille des Ochotonidae.

1) Généralités.

Le genre Ochotona (Link, 1796) apparaît au Miocène en Chine sous la forme Ochotona gobiensis (Young, 1931). On le retrouve par la suite dans différents gisements d'Asie et il apparaît en Europe occidentale durant le Pléistocène.
Selon Erbajeva (1970), on dénombre quinze espèces se rapportant au genre Ochotona dont treize se rencontrent en Asie centrale et moyenne, une en Amérique du Nord (Ochotona princeps) et la dernière en Europe orientale (Ochotona pusilla).
Selon Malatesta (1951), la migration vers l'Amérique du Nord a eu lieu durant le Pléistocène moyen.
En France, au niveau du Pléistocène moyen, les Ochotonidae sont représentés par Ochotona pusilla (Pallas, 1796) dans les gisements d'Orgnac 3 (El Hazzazi, 1991) et de La Fage (Chaline, 1975).
Cette espèce a également été rencontrée dans de nombreux gisements du Pléistocène supérieur.

2) Morphologie.

Les Ochotonidae se différencient facilement des autres Lagomorphes en raison de leur taille nettement plus réduite tant au niveau des dents que des os du squelette post-céphalique.

Une trentaine d'incisives supérieures, de nombreuses dents isolées, cinq hémi-mandibules incomplètes et quelques métapodes se rapportant à 32 individus (N.M.I.) ont été attribués à Ochotona pusilla :

En section, les incisives supérieures sont très disymétriques et le lobe mésial se limite en effet à une saillie "aiguë".

Les P4/ présentent toutes un repli d'émail situé au niveau de la partie antéro-externe de la dent. Ce caractère se rencontre chez tous les Ochotonidae.

L'apophyse coronoïde présente un tubercule important à la moitié de sa hauteur et un tubercule plus réduit à sa base. Il convient de préciser que ce caractère s'observe de façon identique sur les spécimens de La Fage. Par contre, ce caractère semble plus accentué sur les spécimens du Pléistocène de Sibérie (Ochotona daurica et Ochotona dodogolica) d'après les figurations en notre possession.

Malgré l'absence de P/3, qui présente des replis d'émails permettant d'établir une diagnose spécifique fiable et de données métriques concernant les autres Ochotonidae, il semble que nous avons bien affaire à Ochotona pusilla.

C) Famille des Leporidae.

1) Introduction.

Les données morphologiques et métriques permettent de différencier Oryctolagus (Lilljeborg, 1874) et Lepus (Linné, 1758).
Les individus du genre Lepus présentent en effet des os ayant une taille plus importante que ceux du genre Oryctolagus.
D'autre part, nous renvoyons le lecteur aux travaux de Lesbre (1892) et Donard (1982) pour les renseignements concernant les critères odontologiques et ostéologiques de différenciation des deux genres.
Une grande partie des ossements recueillis à l'Arago présente un aspect très fragmentaire (en particulier les métacarpiens et les métatarsiens), ce qui a rendu délicate la comparaison avec les autres gisements du Pléistocène et les faunes actuelles qui avaient déjà fait l'objet d'une étude métrique. Il nous a donc semblé nécessaire d'élaborer un lexique d'ostéométrie des Lagomorphes offrant un grand choix de mesures qui permettra de comparer par la suite des populations présentant différents degrés de fragmentation des ossements (cf. annexes).

2) Lepus timidus.

Une centaine d'ossements se rapportant à 16 individus (N.M.I.) a été attribuée au genre Lepus.
Deux espèces sont actuellement présentes en France : Lepus capensis (=Lepus europaeus) et Lepus timidus.
Au niveau du Pléistocène moyen, Lepus capensis a été rencontré dans le gisement du Lazaret (Jullien et Pillard, 1969; Patou, 1984).
La présence de cette espèce à La Fage (Petter, 1973) a été remise en cause par Donard (1982) qui a reconnu Lepus timidus.
Lepus timidus apparaît en Europe au début du Pléistocène moyen selon Kurten (1968).
En France, Donard (1982) a mis en évidence la présence de cette espèce dans les gisements du Pléistocène moyen ancien de Camp de Peyre et de Montoussé.
En l'absence de dents et compte tenu de l'aspect fragmentaire des ossements recueillis, il n'a pas été possible de nous référer aux critères morphologiques et métriques généralement employés pour effectuer une détermination au niveau de l'espèce.
N.B. : Le lecteur trouvera une synthèse des différentes études concernant la distinction Lepus timidus-Lepus capensis dans les travaux de Koby (1959) et Donard (1982).
La comparaison des dimensions du Lièvre de l'Arago avec différentes formes actuelles et fossiles du genre Lepus tend à montrer que nous avons affaire à Lepus timidus (cf. pages suivantes).

Tabl. 77 - Lepus. Dimensions du radius.

	DT prox. (=mes.4)			DAP prox. (=mes.10)		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	4	7.85-8.92	8.16	4	4.99-5.68	5.52
Lepus europaeus Bergerie (1)	2	8.2-8.3		2	5.6-5.8	
Lepus europaeus acteuls (2)	8		9.7	8		5.9
Lepus europaeus actuels (3)	1	9.3		1	6.4	
Lepus timidus arcticus (4)	7	9.90-10.50	10.12	7	6.26-7.00	6.61
Lepus timidus actuels (5)	2	7.6-8.2		2	5.0-5.3	
Lepus timidus C. de Peyre(6)	7	8.5-9.5	8.77	7	5.5-6.3	5.87

Tabl. 78 - Lepus. Dimensions du radius (suite).

	DT distal (=mes.9)			DAP distal (=mes.11)		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	1	7.65		1	4.96	
Lepus europaeus Bergerie (1)	1	8.4		1	5.4	
Lepus europaeus actuels (2)				8		6.2
Lepus europaeus actuels (3)	1	8.0		1	6.5	
Lepus timidus arcticus (4)	7	9.15-10.38	9.78	7	6.25-6.70	6.50
Lepus timidus actuels (5)	2	7.5-7.9		2	4.8-5.2	
Lepus timidus C. de Peyre(6)	6	9.1-11.1	10.47	6	5.1-6.9	5.98

Tabl. 79 - Lepus. Dimensions du fémur :

	DAP tête (=mes.5)			Hauteur tête (=mes.12)		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	5	9.08-9.76	9.41	3	6.50-7.20	6.87
Lepus europaeus Bergerie (1)	11	8.6-10.8	10.0			
Lepus europaeus actuels (2)						
Lepus europaeus actuels (3)	1	10.5				
Lepus timidus arcticus (4)	2	11.65-11.92		2	8.90-8.95	
Lepus timidus actuels (5)	2	8.50-8.90		2	6.64-8.34	

Tabl. 80 - Lepus. Dimensions du tibia :

	DAP distal (=mes.6)			DT distal (=mes.7)		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	14.92-15.06		3	7.79-9.18	8.32
Lepus europaeus Bergerie (1)	13	14.7-16.9	15.7	14	8.9-10.5	9.8
Lepus europaeus actuels (2)	8		16.3	8		9.3
Lepus europaeus actuels (3)	1	16.44		1	10.20	
Lepus timidus arcticus (4)	5	12.85-16.80	15.16	7	9.96-10.94	10.35
Lepus timidus actuels (5)	2	14.83-14.90		2	8.07-8.90	
Lepus timidus Montoussé (6)	2	14.4-16.0		3	8.2-8.7	
Lepus timidus C. de Peyre(6)	10	13.9-15.9	14.81	9	7.6-9.0	8.26
Lepus timidus La Fage (6)	2	16.5-17.1		5	8.3-9.5	8.82

1 : d'après Bensch (1970).
2 : d'après Sych (1968).
3 : Coll. Anatatomie Comparée.
4 : Actuels (Hollmann Isl, Canada).
5 : Coll. Anat. Comp. et Coll. I.P.H.
6 : d'après Donard (1982).

Tabl. 81 - Lepus. Dimensions du calcaneum :

	L totale (=mes.1)			DT max. (=mes.2)		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	2	30.65-30.77		3	12.20-12.74	12.43
Lepus europaeus Bergerie (1)	14	26.1-33.8	29.4	14	11.1-13.0	11.8
Lepus europaeus actuels (2)	8		35.5	8		14.2
Lepus europaeus actuels (3)	1	35.10		1	14.33	
Lepus timidus arcticus (4)	2	34.52-34.76		2	14.10-14.96	
Lepus timidus actuels (5)	2	29.82-32.90		2	10.30-12.50	
Lepus timidus C. de Peyre(6)	8	31.9-34.9	33.08			
Lepus timidus La Fage (6)	7	31.6-35.5	33.77			

Tabl. 82 - Lepus. Dimensions du talus :

	Longueur tot. (=mes1)			Long. trochl. (=mes2)		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Caune de l'Arago	4	14.70-15.86	15.37	4	8.52-9.59	8.87
Lepus europaeus Bergerie (1)	1	16.55		1	9.0	
Lepus europaeus actuels (2)	8		17.1			
Lepus europaeus actuels (3)						
Lepus timidus arcticus (4)	2	16.30-16.74		2	9.62-9.74	
Lepus timidus actuels (5)	2	13.7-14.5		2	7.2-8.4	
Lepus timidus Montoussé (6)	2	15.6-16.5		2	8.6-9.1	
Lepus timidus C. de Peyre(6)	2	15.6-16.0		2	8.4-8.7	
Lepus timidus La Fage (6)	3	16.6-17.4		3	8.6-9.5	

Tabl. 83 - Lepus. Dimensions du métacarpe II :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuels			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1				1	33.6		1	31.35		2	24.6-26.6	
mesure 2	1	5.10		1	5.9		1	5.78		2	4.3-5.1	
mesure 3	1	4.56		1	4.7		1	4.68		2	3.4-3.8	
mesure 4	1	3.63		1	4.6		1	4.00		2	3.4-3.9	
mesure 6				1	4.3					2	3.2-3.7	
mesure 7				1	4.8					2	3.7-4.1	

tabl. 84 - Lepus. Dimensions du métacarpe III :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuels			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1							1	32.90		2	26.9-29.9	
mesure 2	1	5.89		1	6.0		1	5.68		2	4.4-5.1	
mesure 3	1	4.20		1	4.2		1	4.40		2	3.3-3.5	
mesure 4	1	2.68		1	3.9		1	3.30		2	2.1-2.2	
mesure 6										1	3.1	
mesure 7										1	3.9	

Tabl. 85 - Lepus. Dimensions du métacarpe IV :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuel			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1	1	22.97					1	25.94		2	21.8-22.5	
mesure 2	4	4.64-5.70	5.01	1	4.9		1	5.12		2	3.9-4.5	
mesure 3	4	3.69-4.00	3.73	1	3.9		1	4.16		2	3.1-3.3	
mesure 4	4	2.32-2.48	2.40	1	3.6		1	2.90		2	2.1	
mesure 6	1	3.80		1	4.2					2	3.0-3.5	
mesure 7	1	4.25		1	4.7					2	3.6-4.0	

Tabl. 86 - Lepus. Dimensions du métacarpe V :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuel			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1							1	18.74		2	14.8-15.5	
mesure 2	1	4.40		1	4.9		1	4.80		2	3.2-4.2	
mesure 3	1	4.23		1	4.3		1	4.48		2	3.9-4.2	
mesure 4				1	2.9					1	3.0	
mesure 6										1	2.9	
mesure 7										1	3.3	

Tabl. 87 - Lepus. Dimensions du métatarse II :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuels			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1				1	57.2		2	54.65-55.00		2	45.0-46.2	
mesure 2	2	4.62-4.82		1	6.4		1	5.65		2	4.4-5.0	
mesure 3	1	7.98		1	8.5		1	8.58		2	7.0-7.8	
mesure 4	2	2.65-2.77		1	3.8		2	2.68-3.50		2	2.5-3.6	
mesure 5	2	3.96-4.32					2	4.45-5.60		1	3.0	
mesure 6	1	5.06		1	5.4		1	5.48		2	4.4-4.7	
mesure 7	1	6.35		1	6.6		1	6.98		2	5.2-5.3	

Tabl. 88 - Lepus. Dimensions du métatarse III :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuels			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1				1	59.2		2	54.48-54.92		2	46.8-48.3	
mesure 2	1	7.73		1	9.0		2	9.02-9.60		2	7.5-7.7	
mesure 3	2	4.47-4.95		1	6.0		2	5.76-5.80		2	4.5-4.6	
mesure 4	1	6.30					1	6.90		1	5.6	
mesure 5	1	2.56		1	3.0		2	2.80-2.96		2	2.0-2.4	
mesure 6	1	5.04		1	5.5		1	5.34		1	4.5	
mesure 7	1	6.12		1	6.3		1	6.48		1	5.1	

Tabl. 89 - Lepus. Dimensions du métatarse IV :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuels			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1				1	56.7		2	52.72-52.87		2	45.7-46.5	
mesure 2				1	7.8		2	8.02-8.64		2	6.5-7.3	
mesure 3				1	5.0		2	5.25-6.44		2	4.4-4.6	
mesure 4				1	2.5					2	1.9-2.0	
mesure 5				1	3.6		2	3.88		2	3.0-3.1	
mesure 6	1	5.00		1	5.4		1	5.42		2	4.5	
mesure 7	1	5.92		1	5.9		1	6.30		2	4.9-5.1	

Tabl. 90 - Lepus. Dimensions du métatarse V :

	Caune de l'Arago			Lepus europ. actuel			L. timid. arct. actuels			Lepus timidus actuels		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
mesure 1				1	50.3		2	46.60-47.18		2	40.7-40.8	
mesure 2	1	6.55		1	7.6		1	8.30		2	6.1-7.3	
mesure 3	1	8.33		1	8.6		1	9.49		2	6.5-7.9	
mesure 4	1	2.64					1	2.90		2	2.2-2.6	
mesure 5	1	4.73		1	4.9		1	4.53		2	3.9-4.6	
mesure 6	1	5.58		1	4.7		1	5.80		2	3.8-4.1	
mesure 7	1	5.45		1	5.7		1	5.86		2	4.4-4.7	

3) Oryctolagus cuniculus.

a) Généralités.

Le genre Oryctolagus est connu en Europe depuis le Villafranchien sous la forme Oryctolagus lacosti (Pomel.).
Oryctolagus cuniculus est signalé dans les couches des gisements pyrénéens de Montoussé I et II (Donard, 1982). On peut donc penser que cette espèce apparaît en France au début du Pléistocène moyen.
On distingue actuellement deux sous-espèces en Europe : Oryctolagus cuniculus cuniculus (Linné, 1758) et Oryctolagus cuniculus huxleyi (Haeckel, 1874).
La première forme occupe l'Europe du Nord et l'Europe centrale. En France elle est absente de la région méditerranéenne selon M.C. Saint Girons (1973).
La seconde forme, qui est de plus petite taille, est limitée à la région méditerranéenne, y compris les îles.
Selon E. Donard (1982), le passage d'une forme à l'autre se ferait par un gradient de taille dont on ne connaît pas les termes.
Dans son étude sur les Léporinés du Quaternaire cet auteur a reconnu trois diachrons (ou sous-espèces "chronologiques") :

-Oryctolagus cuniculus lunellensis.
Cette forme qui présente des dimensions dentaires importantes (en particulier au niveau des incisives supérieures) et des os des membres de taille réduite (comparable à Oryctolagus cuniculus huxleyi) a été rencontrée avec certitude uniquement à Lunel-Viel.

-Oryctolagus cuniculus grenalensis.
Cette sous-espèce caractérisée par une taille plus importante que la précédente serait présente en France à la fin du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur.
Il convient de préciser que E. Donard rattache à cette forme des lapins qui avaient été attribués à Oryctolagus cuniculus cuniculus par différents auteurs.

-Oryctolagus cuniculus huxleyi :
Cette forme apparaît à la fin du Pléistocène supérieur.
Elle est comparable à la forme actuelle.

Selon cet auteur qui reprend des données de Trouessart (1917), la différenciation entre Oryctolagus cuniculus cuniculus et Oryctolagus cuniculus huxleyi est très récente (dernier millénaire).

b) Inventaire du matériel.

A l'Arago, plus de 14 000 ossements se rapportant à 325 individus (N.M.I.) ont été attribués à Oryctolagus cuniculus.
D'après les os longs, la population de l'Arago se répartit de la façon suivante :
-Adultes : 302 individus.
-Jeunes : 23 individus.
N.B. : Le lecteur trouvera un inventaire plus complet dans les annexes.

c) Dimensions.

Il n'y a pas, à notre connaissance, de critères morphologiques permettant de différencier les deux sous-espèces d'Oryctolagus cuniculus. Nous nous sommes donc limités à une étude ostéométrique dans le but de voir à quelle forme pouvait être rattaché le Lapin de l'Arago (cf. tableaux pages suivantes).

De par les dimensions des dents et des ossements, le Lapin de l'Arago est comparable à Oryctolagus cuniculus de Montoussé (pléistocène moyen ancien) et de La Fage (fin du Pléistocène moyen), à Oryctolagus cuniculus lunellensis de Lunel-Viel (stade isotopique 10) et à Oryctolagus cuniculus huxleyi (Pléistocène supérieur et actuel).
Il présente par contre des dimensions inférieures aux Lapins de différents gisements de la fin du Pléistocène moyen et du début du Pléistocène supérieur (Oryctolagus cuniculus cuniculus ou Oryctolagus cuniculus grenalensis selon les auteurs).

Selon E. Donard (1982), on peut différencier Oryctolagus cuniculus lunellensis et Oryctolagus cuniculus huxleyi, à partir des dimensions des dents qui sont plus importantes chez les représentants de la première sous-espèce.
Nous avons donc effectué une comparaison des incisives de l'Arago, de Lunel-Viel et de El-Gay (test t) afin de voir avec quelle forme le Lapin de l'Arago présentait le plus d'affinités.

-Comparaison Arago/Lunel-Viel :

Incisives supérieures :

Mesure 1 (DVL) : d.l.=261 t=8.27
La différence est hautement significative.

Mesure 2 (DMD) : d.l.=261 t=4.35
La différence est hautement significative.

Incisives inférieures :

Mesure 1 (DVL) : d.l.=136 t=2.06
La différence est significative.

Mesure 2 (DMD) : d.l.=136 t=2.25
La différence est significative.

-Comparaison Arago/El Gay :

Incisives supérieures :

Mesure 1 (DVL) : d.l.=279 t=1.18
La différence n'est pas significative.

Mesure 2 (DMD) : d.l.=279 t=0.37
La différence n'est pas significative.

Incisives inférieures :

Mesure 1 (DVL) : d.l.=140 t=1.23
La différence n'est pas significative.

Mesure 2 (DMD) : d.l.=140 t=0.59
La différence n'est pas significative.

De par ses dimensions, le Lapin de la Caune de l'Arago peut donc être rapporté à Oryctolagus cuniculus huxleyi, c'est à dire à la sous-espèce actuelle de petite taille.

La présence de ce Lapin n'est pas étonnante; de récents travaux de génétique ont en effet montré qu' Oryctolagus cuniculus huxleyi est bien la forme primitive qui est à l'origine des Lapins actuels (J.J. Jaeger, comm. pers.).

LISTE DES SITES AYANT ETE COMPARES A LA CAUNE DE L'ARAGO :

(1) : **Montoussé** (Pléist. moyen ancien) d'après Donard (1982) :
O. cuniculus.

(2) : **Orgnac 3** (Pléist. moyen) d'après El Hazzazi (1991) :
O. cuniculus.

(3) : **Lunel-Viel** (Pléist. moyen) d'après Donard (1982) :
O. c. lunellensis.

(4) : **Terra-Amata** (Pléist. moyen) d'après Serres (1987) :
O. cuniculus.

(5) : **La Fage** (fin du Pléist. moyen) d'après Donard (1982).

(6) : **Le Lazaret** d'après Patou (1984) :
O. c. cuniculus selon Patou (1984).
O. c. grenalensis selon Donard (1982).

(7) : **Pech de l'Azé c.6-7** (Pléist. moyen) d'après Donard (1982)
O. c. grenalensis.

(8) : **Combe-Grenal** (fin du Pléist. moyen) d'après Donard (1982)
O. c. grenalensis.

(9) : **Gavaudun** (fin du pléist. moyen) d'après Donard (1982) :
O. c. grenalensis.

(10) : **Pié-Lombard** (Pléist. sup.) d'après Gerber (1973) :
O. c. cuniculus selon Gerber (1973).
O. c. grenalensis selon Donard (1982).

(11) : **Les Ramandils** (Pléist. sup.) d'après Gerber (1973) :
O. c. cuniculus.

(12) : **L'Hortus** (Pléist. sup.) d'après Pillard (1972) :
O. c. cuniculus selon Pillard (1972).
O. c. grenalensis selon Donard (1982).

(13) : **La Crouzade** (Pléist. sup.) d'après Gerber (1973) :
O. c. cuniculus.

(14) : **Salpêtre de Pompignan** (Pléist. sup) d'après Gerber (1973)
O. c. cuniculus selon Gerber (1973).
O. c. huxleyi selon Donard (1982).

(15) : **Gare de Couze** (Pléist. sup.) d'après Donard (1982) :
O. c. huxleyi.

(16) : **Le Morin** (Pléist. sup.) d'après Donard (1982) :
O. c. huxleyi.

(17) : **Pont d'Ambon** (Pléist. sup.) d'après Donard (1982) :
O. c. huxleyi.

(18) : **El Gay** (Holocène) d'après Donard (1982) :
O. c. huxleyi.

(19) : **Hortus post-glaciaire** d'après Pillard (1972) :
O. c. huxleyi.

(20) : **Actuels** d'après Sych (1968) : O. c. cuniculus.

(21) : **Actuels** Grotte de l'Anis d'après Pillard (1972) :
O. c. huxleyi.

Tabl. 91 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions des incisives supérieures.

	Diam. vest.-ling. (=mes.1)				Diam. mésio-distal (=mes.2)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	388	1.01-2.03	1.82	0.28	387	1.62-3.14	2.50	0.33
Montoussé (1)	3	1.93-2.17			3	2.68-2.82		
Orgnac 3 (2)					35	2.37-3.25	2.90	
Lunel-Viel (3)	13	1.92-2.36	2.10	0.12	13	2.58-3.07	2.86	0.15
La Fage (5)	8	1.93-2.22	2.04	0.08	8	2.53-2.92	2.76	0.13
Le Lazaret (6)	60	1.34-2.28	2.01	0.16	60	2.20-3.15	2.86	0.19
Pech de l'Azé (7)	6	1.88-2.36	2.17	0.17	6	2.51-2.92	2.80	0.15
Combe-grenal (8)	20	1.90-2.27	2.12	0.12	20	2.69-3.18	2.97	0.15
Gavaudun (9)	12	1.86-2.28	2.15	0.11	12	2.73-3.28	3.05	0.15
Le Morin (16)	4	1.90-2.02			4	2.50-2.68		
Pont d'Ambon (17)	31	1.62-2.06	1.84	0.09	31	2.27-2.83	2.58	0.15
El Gay (18)	29	1.84-2.12	1.97	0.08	29	2.45-2.80	2.66	0.12

Tabl. 92 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions des incisives inférieures :

	Diam. vest.-ling. (=mes.1)				Diam mésio-distal (=mes.2)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	146	1.07-2.58	1.96	0.32	146	1.66-3.44	2.72	0.44
Montoussé (1)	4	1.90-2.10			4	2.82-3.10		
Lunel-Viel (3)	31	1.98-2.58	2.18	0.13	31	2.72-3.48	3.11	0.20
La Fage (5)	8	2.00-2.34	2.18	0.10	8	2.83-3.23	2.99	0.14
Le Lazaret (6)	60	1.65-2.62	2.15	0.19	60	2.26-3.37	2.98	0.25
Pech de l'Azé (7)	8	2.24-2.40	2.32	0.07	8	2.24-2.43	3.33	0.17
Combe-Grenal (8)	19	2.15-2.61	2.41	0.12	19	3.01-3.72	3.31	0.19
Gavaudun (9)	30	2.33-2.60	2.41	0.13	30	2.95-3.63	3.27	0.18
Le Morin (16)	7	2.02-2.27	2.13	0.08	7	2.92-3.23	3.02	0.11
Pont d'Ambon (17)	24	1.89-2.12	2.00	0.09	24	2.68-3.13	2.86	0.12
El Gay (18)	35	1.93-2.35	2.09	0.10	35	2.64-3.13	2.88	0.13

Tabl. 93 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions des P/3 :

	Diam. vest.-ling. (=mes.1)				Diam. mésio-distal (=mes.2)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	8	2.74-3.18	2.90	0.14	7	3.10-3.28	3.18	0.07
Montoussé (1)	6	2.46-3.11	2.88	0.25	6	2.60-3.22	3.03	0.25
Orgnac 3 (2)	48	2.42-3.64	3.02		48	2.79-3.77	3.28	
Lunel-Viel (3)	50	2.67-3.30	2.78	0.16	50	2.58-3.35	3.08	0.16
La Fage (5)	12	2.73-3.48	3.05	0.19	12	2.74-3.35	2.97	0.16
Combe-Grenal (8)	13	2.87-3.95	3.43	0.28	14	3.17-3.63	3.39	0.16
Gavaudun (9)	32	2.80-3.60	3.17	0.22	32	2.73-3.41	3.14	0.19
Le Morin (16)	24	2.64-3.27	2.92	0.16	24	2.62-3.16	2.96	0.15
Pont d'Ambon (17)	44	2.51-3.20	2.86	0.17	44	2.63-3.20	2.90	0.15
El Gay (18)	69	2.61-3.27	2.89	0.13	69	2.05-3.31	2.90	0.14

Tabl. 94 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions de la scapula :

	DAP du col (=mes.4)				DT cavité glénoïde (=mes.7)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	51	4.38-5.60	4.90	0.29	57	6.87-8.70	7.79	0.38
Terra-Amata (4)	12	5.0-6.0	5.54		13	6.3-8.7	8.18	
La Fage (5)	13	4.1-4.5	4.74		10	7.3-8.2	7.77	0.26
Le Lazaret (6)	84	4.5-5.8	5.23	0.31	65	7.6-8.7	8.21	0.29
Pech de l'Azé (7)	7	4.7-5.9	5.34	0.47	7	7.9-9.9	8.63	0.66
Combe-Grenal (8)	4	4.7-5.6			4	7.7-8.9		
Gavaudun (9)	11	4.8-5.6	5.30	0.25	11	7.8-9.1	8.49	0.44
Pié Lombard (10)	35	4.5-5.8	5.02		23	7.8-9.1	8.62	
Hortus (12)	12	4.2-5.8	4.9		8	7.6-8.9	8.10	
La Crouzade (13)	2	4.8-5.1	4.95		2	7.7-7.8		
Salp. de Pomp.(14)					23	7.0-8.5	7.20	
Le Morin (16)	14	4.3-5.1	4.98	0.30	12	7.1-7.7	7.45	0.20
Pont d'Ambon (17)	6	4.3-4.7	4.40	0.16	6	7.0-8.1	7.37	0.39
El Gay (18)	30	4.1-5.0	4.51	0.25	28	6.7-7.7	7.31	0.36
Post-glaciaire(19)	11	4.0-5.5	4.80		10	6.9-9.8	7.80	
O. c. cunic. (20)	8		5.20		8		8.20	
O. c. huxleyi (21)	6	4.3-4.5	4.40		5	6.9-7.1	7.00	

Tabl. 95 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions de l'humérus.

	DT distal (=mes.7)				DAP distal (=mes.12)				DT trochlée (=mes.11)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	129	8.30-10.18	9.22	0.47	130	5.60-7.92	6.57	0.35	160	3.70-5.26	4.47	0.28
Montoussé (1)	2	8.8-8.9			2	6.2-6.6			2	4.0		
Lunel-Viel (3)	30	7.9-9.4	8.48	0.40	30	5.6-6.6	6.11	0.30				
Terra-Amata (4)	13	8.9-10.3	9.54						13	4.2-5.4	4.95	
La Fage (5)	15	8.1-9.9	8.90	0.49	15	6.0-7.1	6.54	0.32	15	3.3-4.4	3.87	
Le Lazaret (6)	94	8.3-10.8	9.84	0.42					94	3.5-4.8	4.11	0.28
Pech de l'Azé (7)	18	8.5-10.2	9.18	0.44	18	6.0-7.6	6.8	0.39				
Combe-Grenal (8)	14	8.0-10.0	9.24	0.51	11	6.5-7.6	6.98	0.28				
Gavaudun (9)	30	9.0-10.2	9.63	0.33	30	6.8-7.7	7.18	0.22				
Pié-Lombard (10)	19	9.0-10.3	9.77						23	3.5-4.7	4.13	
Hortus (12)	10	9.0-10.0	9.4						10	3.5-4.2	3.8	
Salpêtre de Pomp.(14)	44	7.8-9.4	8.5						61	3.1-4.1	3.71	
Couze (15)	21	8.0-8.9	8.4	0.25	21	5.8-6.6	6.1	0.25				
Le Morin (16)	25	7.9-8.7	8.48	0.20	25	6.0-6.5	6.23	0.15				
Pont d'Ambon (17)	31	7.5-8.4	7.93	0.31	31	5.2-6.4	5.8	0.30				
El Gay (18)	41	8.0-8.9	8.41	0.28	41	5.9-6.7	6.18	0.24				
Post-glaciaire (19)	13	7.3-9.0	8.5									
O. c. cuniculus (20)	8		8.6						8		4.7	
O. c. huxleyi (21)		7.7-8.5							2	3.5-3.5		

Tabl. 96 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions du radius :

	DT proximal (=mes.4)				DAP proximal (=mes.10)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	94	5.68-7.02	6.27	0.31	90	3.18-4.80	3.68	0.30
Terra Amata (4)	18	6.0-7.1	6.59		10	3.6-4.3	3.94	
La Fage (5)	3	6.0-6.3			3	3.8-4.3		
Le Lazaret (6)	83	6.2-7.9	6.86	0.34	83	3.8-5.1	4.33	0.26
Pech de l'Azé (7)	6	6.5-7.0	6.72	0.30	6	3.6-4.3	3.85	0.26
Combe-Grenal (8)	13	5.8-6.9	6.57	0.31	13	3.5-4.2	4.01	0.19
Gavaudun (9)	16	6.3-7.7	6.94	0.41	16	3.9-5.0	4.22	0.31
Pié Lombard (10)	35	6.1-7.2	6.78		34	3.5-4.6	4.00	
Les Ramandils (11)	1	6.0			1	3.3		
Hortus (12)	19	6.0-7.0	6.50		19	3.3-4.3	3.70	
Salp. de Pomp.(14)	27	5.2-7.0	6.27		27	3.0-4.0	3.55	
Couze (15)	8	5.8-6.5	6.19	0.24	8	3.3-3.8	3.58	0.21
Le Morin (16)	19	5.7-6.7	6.12	0.23	19	3.4-4.0	3.71	0.15
Pont d'Ambon (17)	20	5.3-6.6	5.88	0.32	20	2.9-4.0	3.40	0.21
El Gay (18)	43	5.7-7.0	6.13	0.29	43	3.3-4.0	3.66	0.21
Post-glaciaire(19)	11	5.0-6.5	5.80		11	2.9-3.7	3.30	
O. c. cunic. (20)	8		6.30		8		3.90	
O. c. huxleyi (21)	4	5.5-5.9	5.70		5	3.3-3.7	3.52	

	DT distal (=mes.9)				DAP distal (=mes.11)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	26	5.26-6.03	5.58		25	4.16-5.22	4.55	0.28
Terra Amata (4)	3	6.1-6.7	6.30		3	4.8-5.4	5.07	
La Fage (5)	2	6.1-6.4			2	4.4-4.8		
Le Lazaret (6)	31	6.3-7.4	6.84	0.31	31	4.6-5.6	5.09	0.27
Pech de l'Azé (7)	2	6.7-6.8			2	4.7-4.9		
Combe-Grenal (8)	4	6.3-6.8			4	4.4-4.8		
Gavaudun (9)	4	6.8-7.1			4	4.6-5.0		
Pié Lombard (10)	6	6.6-7.1	6.80		6	4.8-4.9	4.85	
Hortus (12)	7	6.0-6.3	6.30		7	3.8-5.0	4.70	
Couze (15)	3	6.0-6.2						
Le Morin (16)	16	5.9-6.5	6.22	0.20	16	4.0-5.0	4.28	0.15
Pont d'Ambon (17)	8	5.8-6.1	5.91	0.13	8	3.4-4.2	4.00	0.27
El Gay (18)	20	5.7-6.7	6.15	0.26	20	4.1-4.8	4.23	0.20
Post-glaciaire(19)	5	5.2-5.6	5.50		5	3.7-4.6	4.10	
O. c. cunic. (20)	8		6.10		8		4.40	
O. c. huxleyi (21)	5	5.5-6.0	5.70		5	3.3-4.0	3.58	

Tabl. 97 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions de l'ulna :

	Hauteur olecrane (=mes.9)				Longeur olecrane (=mes.2)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	16	6.86-8.72	7.87	0.47	19	6.36-8.70	7.62	0.34
Terra Amata (4)	9	8.0-9.4	8.57		7	7.9-8.7	8.36	
Le Lazaret (6)	52	7.5-9.3	8.45	0.38	56	7.6-9.8	8.64	0.41
Pié Lombard (10)	6	8.4-10.0	9.23		8	8.3-9.5	8.96	
Les Ramandils (11)	1	9.6			1	8.9		
Hortus (12)	3	9.6-9.6	9.60		3	8.0-8.6	8.30	
La Crouzade (13)	2	8.1-8.2	8.15		4	7.3-8.1	7.82	
Salp. de Pomp.(14)	23	7.5-9.2	8.27		26	7.2-9.1	7.91	
Post-glaciaire(19)	5	7.8-8.7	8.30		6	6.8-8.5	7.80	
O. c. cunic. (20)	8		7.80		8		7.00	
O. c. huxleyi (21)	3	6.6-7.2	7.00		3	7.2-7.7	7.50	

Tabl. 98 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions du fémur :

	DT distal (=mes.8)				DT fosse intercond. (=mes.9)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	16	12.85-16.63	14.03	0.69	13	3.36-4.66	3.95	0.41
Montoussé (1)	3	13.8-15.6			1	4.5		
Terra-Amata (4)	1	11.4			1	4.4		
La Fage (5)	5	14.2-16.0	14.60	0.78	5	4.1-4.9		
Le Lazaret (6)	45	13.2-16.3	15.57	0.60	49	3.6-5.2	4.26	0.34
Pech de l'Azé (7)	3	13.6-15.3			3	4.6-5.0		
Combe-Grenal (8)	8	13.4-15.5	14.88	0.66	9	4.5-4.8	4.61	0.15
Gavaudun (9)	9	15.0-16.4	15.93	0.53	9	4.3-5.8	5.02	0.43
Hortus (12)	5	14.3-15.4	15.00		5	4.8-5.4	5.00	
La Crouzade (13)	2	13.8-13.9			2	4.7-4.8	4.75	
Salp. de Pomp.(14)	5	14.0-15.5	14.60		3	4.0-4.9	4.44	
Le Morin (16)	4	12.8-13.8			4	3.7-4.2		
Pont d'Ambon (17)					18	3.5-4.7	4.14	0.33
El Gay (18)	6	13.7-14.3	14.10	0.25	6	3.3-4.6	4.08	0.42
Post-glaciaire(19)	10	12.7-14.0	13.20		10	4.0-4.6	4.30	
O. c. cunic. (20)	8		13.00		8		4.30	
O. c. huxleyi (21)	6	11.4-14.4	12.90		4	4.0-4.5	4.40	

	DAP tête (=mes.5)				DT gout. rotul. (=mes.10)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	118	6.06-8.45	6.87	0.34	12	5.00-6.62	5.94	0.41
Terra Amata (4)	12	7.0-8.1	7.42					
Le Lazaret (6)					64	4.1-5.8	5.16	0.41
Hortus (12)					5	5.0-5.4	5.20	
Post-glaciaire(19)					7	3.8-4.6	4.30	
O. c. cunic. (20)					8		5.10	
O. c. huxleyi (21)					4	4.5-5.0	4.70	

Tabl. 99 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions du tibia :

	DT distal (=mes.6)				DAP distal (=mes.7)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	56	9.60-12.84	11.86		65	5.60-7.13	6.54	
Montoussé (1)	1	10.5			2	5.4-5.7		
Orgnac 3 (2)	20	10.05-13.05	12.02	0.51	20	5.80-7.20	6.2	
Lunel-Viel (3)	22	10.9-12.8	11.78	0.53	23	5.2-6.2	5.55	0.25
Terra Amata (4)	9	11.7-13.5	12.48		9	5.9-6.6	6.27	
La Fage (5)	11	11.6-12.8	12.10	0.46	11	5.6-6.6	6.03	0.30
Le Lazaret (6)	80	10.7-13.1	11.94	0.48	100	5.5-7.1	6.43	0.30
Pech de l'Azé (7)	6	12.8-14.0	13.13	0.46	7	5.8-6.5	6.11	0.27
Combe-Grenal (8)	11	11.7-13.5	12.83	0.57	20	5.4-6.3	5.84	0.27
Gavaudun (9)	12	12.1-14.5	13.27	0.78	13	6.0-7.0	6.53	0.35
Pié Lombard (10)	11	10.0-14.2	12.9		12	6.3-7.1	6.6	
Hortus (12)	19	10.7-13.3	12.4		19	5.5-6.8		
La Crouzade (13)	1	12.0			1	5.8		
Salp. de Pomp.(14)	14	11.4-13.0	12.17		15	5.7-6.2	5.97	
Pont d'Ambon (17)	22	10.8-12.2	11.32	0.66	22	4.8-5.8	5.26	0.27
El Gay (18)	26	10.9-12.3	11.66	0.34	28	5.0-6.2	5.52	0.28
Post-glaciaire(19)		10.6-12.9	12			4.8-6.0	5.6	
O. c. cunic. (20)	8		12.3		8		5.5	
O. c. huxleyi (11)	9	9.7-12.0	11.1		9	4.8-6.1	5.3	

	DT prox. (=mes.3)				DAP prox. (=mes.8)			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	9	13.60-15.53	14.68		5	12.10-14.86	13.36	
Montoussé (1)	2	15.3-15.9			2	15.2-15.3		
Orgnac 3 (2)	6	15.43-16.80	16.16	0.34	6	13.70-15.58	14.93	0.48
Terra Amata (4)	3	14.9-17.2	15.9		7	14.0-16.8	15.4	
La Fage (5)	3	15.4-16.1			3	15.0-15.3		
Le Lazaret (6)	42	14.6-17.1	15.95	0.61	46	13.3-15.6	14.58	0.59
Gavaudun (9)	7	14.2-17.3	15.99	1.00	8	14.0-17.0	15.90	1.00
Pié Lombard (10)	4	15.5-17.8	16.5		1	14.6		
Hortus (12)	3	16.0-16.4	16.2		3	15.4-16.4	16.1	
Salp. de Pomp.(14)	3	14.8-15.4	15.0		4	13.8-15.3	14.45	
La Crouzade (13)	2	14.6-15.1	14.85		1	16.3		
Le Morin (16)	1	13.9			1	14.0		
Post-glaciaire(19)	5	13.0-14.4	13.9		5	12.5-14.4	13.6	
O. c. cunic. (20)	8		14.5					
O. c. huxleyi (21)	2	14.1-14.3	14.2		2	14.0-14.1	14	

Tabl. 100 - Oryctolagus cuniculus. Dimensions du calcaneum et du talus :

	Calcaneum : Longueur tot.				Calcaneum : largeur				Talus : Longueur totale			
	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s	N	Min-Max	X	s
Caune de l'Arago	53	21.40-25.70	23.65	0.81	93	8.48-10.63	9.60	0.45	77	10.69-12.70	11.78	0.44
Orgnac 3 (2)	27	23.04-27.00	25.18	1.15	24	8.62-11.84	9.61	1.00	10	11.52-13.66	12.47	
Lunel-Viel (3)	15	21.1-24.9	22.79	1.12	16	8.6-10.3	9.44	0.54	7	12.1-13.9	12.97	0.42
Terra-Amata (4)	13	24.0-26.8	25.19		10	9.8-10.5	10.28					
La Fage (5)	5	23.0-25.2	25.85	0.92	5	9.0-10.3	9.58	0.55	1	11.9		
Le Lazaret (6)	93	23.3-26.9	25.06	0.86	87	9.5-12.1	10.10	0.45	62	11.2-13.2	12.29	
Pech de l'Azé (7)	21	23.9-27.6	25.85	1.00	19	9.7-11.2	10.46	0.37	5	12.0-14.3	13.38	0.92
Combe-Grenal (8)	19	24.0-27.1	25.06	0.92	21	9.6-11.2	10.23	0.38	6	12.5-12.8	12.62	0.12
Gavaudun (9)	22	24.5-26.7	25.0	0.82	22	10.2-11.2	10.62	0.30	12	12.4-13.9	13.12	0.52
Pié Lombard (10)	32	23.6-27.2	25.2		40	9.2-11.5	10.35		12	12.1-13.8	12.92	
Ramandils (11)	1	24.0			1	9.1			1	12.3		
Hortus (12)	34	21.7-26.3	24.4		40	8.5-10.7	10.00		16	10.5-14.0	12.2	
La Crouzade (13)	2	22.9-24.7	23.8		2	9.2-10.2	9.70					
Salpêtre de pomp.(14)	28	22.0-25.3	23.56		46	8.7-10.7	9.55		17	11.0-13.2	12.1	
Pont d'Ambon (17)	19	20.6-23.6	22.04	0.81	19	8.0-9.2	8.65	0.34	45	9.7-12.2	10.95	0.44
El Gay (18)	24	21.1-24.0	22.65	0.77	21	8.2-9.7	9.98?	0.40	28	11.0-12.1	11.57	0.34
Post-Glaciaire (19)	21	20.2-24.6	22.0		21	8.2-9.9	9.10					
O. c. cuniculus (20)	8		23.5		8		10.0		8		11.4	
O. c. huxleyi (21)	5	20.4-22.3	21.1		5	8.4-8.9	8.6		1	11.5		

V. LES OISEAUX

V.1. ORDRE DES ANSERIFORMES.

Famille des Anatidae.

1) Anas cf. platyrhynchos (L.), Canard colvert.

Une extrémité proximale de scapula a été attribuée à Anas cf. platyrhynchos par C. Mourer-Chauviré (1975). Les fouilles plus récentes n'ont pas livré d'ossements supplémentaires se rapportant à cette espèce.
C. Mourer-Chauviré (1975) précise que les formes du Pléistocène moyen de France sont de taille comparable à l'espèce nominale actuelle.

2) Mergus merganser (L.), Harle bièvre.

Une extrémité proximale de scapula a été attribuée à Mergus merganser par C. Mourer-chauviré (1981). Aucun autre ossement se rapportant à cette espèce n'a été recueilli. La Caune de l'Arago apparaît comme étant le gisement du Pléistocène moyen le plus ancien dans lequel cette espèce circumpolaire est présente.

V.2. ORDRE DES ACCIPITRIFORMES.

A) Famille des Accipitridae.

1) Aegypius monachus (L.), Vautour moine.

Différentes phalanges postérieures avaient été attribuées à Aegypius monachus par C. Mourer-Chauviré (1981). Les fouilles récentes ont livré de nouveaux ossements se rapportant à cette espèce parmi lesquels on notera un fragment de coracoïde et une extrémité distale de tibiotarse. D'après la répartition des ossements, on peut voir que nous avons affaire à quatre individus au minimum (N.M.I.).

2) Gypaëtus barbatus (L.), Gypaète barbu.

Une phalange 3 du doigt II postérieur, ainsi que deux fragments de coracoïde ont été attribués à Gypaëtus barbatus par C. Mourer-Chauviré (1975). Une extrémité distale de tarsométatarsien et d'ulna ont également été rapportées à cette espèce.
Le N.M.I. est égal à 3.

3) Aquila chrysaëtos (L.), Aigle royal.

La présence de cette espèce dans le gisement avait déjà été constatée par C. Mourer-chauviré (1975 et 1981). Au total, 16 éléments du squelette post-céphalique se rapportant à 3 individus (N.M.I.) ont à ce jour été rapportés à Aquila chrysaëtos.
Une forme primitive(?) d'Aigle royal (Aquila chrysaëtos bonifacti) a été mise en évidence par C. Mourer-chauviré (1975) dans les gisements de Limay, Saint-estève et Lunel-Viel. Cette sous-espèce qui présente une morphologie comparable à l'espèce nominale actuelle, se distingue de celle-ci par une taille plus réduite au niveau des phalanges et de certains os des membres. Les données métriques (cf. tabl. ci-dessous) tendent à montrer que l'Aigle royal de l'Arago présente une taille intermédiaire entre Aquila chrysaëtos bonifacti et la forme actuelle. Il n'a pas été possible d'effectuer une étude statististique dans le but de comparer les formes de l'Arago et de Saint-estève en raison du faible nombre d'ossements mesurables dans les deux sites. Nous avons donc jugé préférable d'adopter la dénomination suivante : Aquila chrysaëtos.

Tabl. 101 - Aquila chrysaëtos. Dimensions de la phalange 2 du doigt II postérieur :

	Mes. 1		Mes. 2		Mes. 4		Mes. 6	
	N	X	N	X	N	X	N	X
Arago	1	32.85	1	11.52	1	9.50	1	7.96
Saint-Estève (1)	4	32.35	4	11.27	4	9.07	4	7.47
Actuels (2)	2	33.65	2	11.75	2	9.55	2	8.20

Tabl. 102 - Aquila chrysaëtos. Dimensions du radius :

	Mesure 4			Mesure 5		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	13.58		1	6.84	
Saint-Estève (1)	4		13.94	4		6.74
Actuels (2)	12		14.58	10		7.12

Tabl. 103 - A. chrysaëtos. Dimensions du coracoïde :

	Mesure 5			Mesure 6		
	N	Min-Max	X	N	Min-Max	X
Arago	1	9.48		1	13.00	
Saint-Estève (1)	5		9.46	5		12.60
Actuels (2)	19		9.99	29		13.34

(1) : Aquila chrysaëtos bonifacti D'après Mourer-Chauviré (1975).

(2) : Aquila chrysaëtos D'après Mourer-Chauviré (1975).

4) cf. Hieraaëtus fasciatus VIEILLOT., Aigle de Bonelli.

Une extrémité distale de tarsométatarsien a été atribuée à cf. Hieraaëtus fasciatus par C. Mourer-Chauviré (1981).
Cette espèce a également été rencontrée dans deux sites du Pléistocène moyen de France : Saint-Estève et Lunel-Viel (Mourer-Chauviré, 1975).

V.3. Ordre des Falconiformes.

A) Famille des Falconidae.

1) Falco tinnunculus (L.), Faucon crécerelle.

Quelques griffes ont été attribuées à Falco tinnunculus par C. Mourer-Chauviré (1981). Les fouilles récentes ont livré des griffes supplémentaires portant ainsi le N.M.I. à 5.
L'absence d'autres éléments du squelette post-céphalique n'a pas permis de comparer la forme de l'Arago avec Falco tinnunculus atavus (JANOSSY) qui a été déterminé par C. Mourer-Chauviré (1975) dans différents gisements du Pléistocène moyen de France (Les Valerots, Mas Rambault, Orgnac 3, la Fage et Nestier). Cette forme présente une morphologie comparable à l'espèce actuelle et des dimensions plus importantes au niveau des os des membres. Etant donné que nous n'avons trouvé aucune indication au niveau de la taille des dernières phalanges postérieures, nous avons adopté la même dénomination que C. Mourer-Chauviré : Falco tinnunculus.

V.4. ORDRE DES GALLIFORMES.

A) Famille des Phasianidae.

1) Alectoris graeca MEISNER., Perdrix bartavelle.

De nombreux éléments du squelette post-céphalique se rapportant à 15 individus (N.M.I.) ont été attribués à Alectoris graeca (C. Mourer-Chauviré, 1975 et 1981; fouilles récentes).

Deux sous-espèces ont été reconnues dans le Pléistocène moyen de France :

-Alectoris graeca mediterranea (Mourer-Chauviré, 1975) :
Cette forme se différencie de l'espèce nominale actuelle par un plus grand développement de la crête interne du talon situé à la partie supérieure du tarsométatarsien.
Elle apparaît en France durant le Pléistocène moyen ancien, on la retrouve ensuite dans les gisements de Lunel-Viel, d'Orgnac 3 et du Lazaret.

-Alectoris graeca martelensis (Mourer-Chauviré, 1975) :
Cette sous-espèce a été mise en évidence dans le gisement de La Fage; elle se distingue de l'espèce nominale actuelle par la brièveté et la robustesse de ses tarsométatarsiens.

Seuls des fragments de tarsométatarsiens ont été recueillis à l'Arago. Il n'a donc pas été possible de rattacher ce matériel à l'une ou l'autre des deux formes décrites ci-dessus. Nous avons donc adopté la dénomination suivante : Alectoris graeca.

2) Alectoris barbara BONNATERRE., Perdrix gambra.

Une extrémité distale de carpométacarpien et deux fragments de tarsométatasien se rapportant à trois individus (N.M.I.) ont été attribués à Alectoris barbara par C. Mourer-Chauviré (1975).
Les fouilles récentes n'ont pas livré d'autres éléments osseux pouvant être rapportés à cette espèce.
D'autre part, il convient de préciser que cette espèce est commune dans le Pléistocène moyen et supérieur de France.

3) Perdix palaeoperdix (Mourer-Chauviré, 1975).

Une extrémité proximale d'ulna a été attribuée à Perdix palaeoperdix par C. Mourer-Chauviré (1981).
Cette espèce se différencie des formes actuelles par sa taille réduite.
Nous avons également attribué à Perdix palaeoperdix quelques griffes provenant des fouilles récentes qui présentent une petite taille et un aplatissement dorso-ventral (contrairement aux griffes des individus du genre Alectoris qui sont comprimées latéralement).
Cette forme primitive du genre Perdix a été reconnue dans la plupart des gisements du Pléistocène moyen de France (Mas Rambault, Saint-Estève, Lunel-Viel, La Fage et Le Lazaret

notamment). Le nombre réduit de pièces recueillies à l'Arago n'a pas permis d'effectuer une comparaison avec ces gisements.

V.5. ORDRE DES CHARADRIIFORMES.

A) Famille des Scolopacidae.

1) Gallinago gallinago (L.), Bécassine des marais.

Une extrémité distale de tarsométatarsien a été attribuée à Gallinago gallinago par Mourer-Chauviré (1981).
Cette espèce dont on n'a pas recueilli d'autres éléments osseux a également été recontrée dans différents gisements du Pléistocène moyen (Saint-estève, La Fage, Le Lazaret et Nestier) et ne présente pas de différences morphologiques et métriques avec la forme actuelle (Mourer-Chauviré, 1975).

V.6. ORDRE DES COLUMBIFORMES.

A) Famille des Columbidae.

1) Columba oenas (L.), Pigeon colombin.

C. Mourer-Chauviré (1975) a attribué au Pigeon colombin quelques ossements particulièrement robustes. Les fouilles récentes n'ont semble-t-il pas livré d'autres éléments osseux se rapportant à cette espèce.

2) Columba livia GM., Pigeon biset.

Columba livia est l'oiseau le plus abondant dans le gisement de l'Arago : plus de 2 000 ossements se rapportant à 142 individus (N.M.I.) ont en effet été attribués à cette espèce.
C. Mourer-Chauviré (1975) distingue plusieurs sous-espèces dans le Pléistocène de France :

-Columba livia occitanica :
Cette forme a été rencontrée dans différents gisements du Pléistocène moyen (Saint-Estève et Lunel-Viel notamment). Elle se différencie des formes du Pléistocène supérieur et des formes actuelles par des différences allométriques dans les proportions des os du squelette. Il s'agit peut-être de la forme primitive du Pigeon biset.

-Columba livia minuta :
Cette forme est caractérisée par ses dimensions inférieures à celles de Columba livia du Pléistocène supérieur et de Columba

livia occitanica.
Elle a été rencontrée à La Fage (C. Mourer-Chauviré, 1975).

-Columba livia lazaretensis :
Cette forme présente des dimensions proches de Columba livia du Pléistocène supérieur et de Columba livia occitanica. Elle présente néanmoins des os des membres proportionnellement plus minces que ces deux formes.

C. Mourer-Chauviré (1981) a attribué le Pigeon biset de l'Arago à Columba livia cf. minuta.
De nombreux éléments osseux supplémentaires ont été recueillis durant les dernières campagnes de fouilles. Il nous a donc semblé intéressant de nous livrer à une nouvelle étude métrique de la population de l'Arago en incluant ce nouveau matériel.
La comparaison avec les autres gisements du Pléistocène moyen apparaît comme étant possible malgré le nombre toujours réduit d'os entiers.
Nous avons également effectué le test t dans le but de voir à quelle forme peut être rattachée celle de l'Arago.
Les résultats obtenus tendent à montrer que le Pigeon biset de l'Arago présente, dans la plupart des cas, des dimensions comparables à la forme de La Fage qui avait été décrite sous le nom de Columba livia minuta par C. Mourer-Chauviré (1975).

Les formes de Saint-Estève (Columba livia occitanica), du Lazaret (Columba livia lazaretensis) et du Pléistocène supérieur (Columba livia) présentent des tailles assez proches mais souvent plus importantes que celles de Columba livia minuta de l'Arago et de la Fage ainsi que le soulignait déjà C. Mourer-Chauviré en 1975. Or, aussi bien pour Saint-Estève et Le Lazaret que pour l'Arago et La Fage, nous avons affaire à des gisements de périodes différentes du Pléistocène moyen.

Une évolution de type "chronoclinale" des pigeons bisets durant le Pléistocène n'est donc pas satisfaisante.

Deux hypothèses peuvent par contre être retenues :

-Columba livia a subi des variations de la taille de type cyclique durant le Pléistocène.

-Les variations de la taille observées sont d'ordre géographique. Les formes de Saint-Estève et du Lazaret, caractérisées par d'importantes dimensions, seraient alors des sous-espèces méditerranéennes; les formes de l'Arago et de la Fage seraient quant à elles des formes continentales.
On peut dès lors penser que ces variations de la taille s'inscrivent dans une "dynamique climatique".
Cette hypothèse implique des variations des zones d'influence des principaux "domaines" climatiques (boréal, océanique, continental et méditerranéen) durant le Pléistocène.

N.B. : une hypothèse à peu près similaire avait été formulée par C. Mourer-Chauviré en 1975.

Tabl. 104 - Comparaison entre Columba livia de l'Arago et Columba livia de La Fage et de Saint-Estève : test t de student.

Coracoïde	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1	28	t = 0.94	70	t = 5.72
mesure 2	127	t = 9.45	165	t = 1.54
mesure 3	136	t = 0.72	174	t = 1.02
mesure 4				
mesure 5	103	t = 0.54	139	t = 4.88
mesure 6	36	t = 0.17		

Humérus	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1				
mesure 2	34	t = 13.1	58	t = 25.4
mesure 3	29	t = 5.06	59	t = 6.56
mesure 4	129	t = 0.68	146	t = 5.45
mesure 5	124	t = 0.13	140	t = 2.15
mesure 6	50	t = 2.31	71	t = 2.04

Ulna	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1			42	t = 3.12
mesure 2	75	t = 1.89	96	t = 2.79
mesure 3	70	t = 1.83	89	t = 3.2
mesure 4	126	t = 15.64	148	t = 9.16
mesure 5	125	t = 2.01	147	t = 12.46
mesure 6	58	t = 0.56	70	t = 11.15

Carpométac	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1	46	t = 0.36	98	t = 3.73
mesure 2	110	t = 0.42	156	t = 6.11
mesure 3	136	t = 1.20	188	t = 6.32
mesure 4	153	t = 0.98	193	t = 9.11
mesure 5	153	t = 0	199	t = 9.42
mesure 6	72	t = 0.56	115	t = 3.69

Tabl. 104 bis - Comparaison entre Columba livia des populations de l'Arago, La Fage et Saint-Estève (suite).

Fémur	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1				
mesure 2	30	t = 0.42	49	t = 4.36
mesure 3	28	t = 0.10	48	t = 1.89
mesure 4	23	t = 0.26	32	t = 1.35
mesure 5	21	t = 0.29	40	t = 0.89
mesure 6			29	t = 0.98

Tibiotarse	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1				
mesure 2				
mesure 3				
mesure 4	59	t = 1.20	63	t = 1.73
mesure 5	56	t = 1.82	60	t = 0.08
mesure 6				

Tarsometat	d.l.	Arago/La Fage	d.l.	Arago/St-Estève
mesure 1	12	t = 0.81	40	t = 2.53
mesure 2	51	t = 0.94	70	t = 1.96
mesure 3	29	t = 1.35	40	t = 0.74
mesure 4	19	t = 0.15	34	t = 2.84
mesure 5	15	t = 0.15	29	t = 2.77
mesure 6	48	t = 0.77	65	t = 1.73

Tabl. 105 - Columba livia. Dimensions du coracoïde :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	8	31.94-34.88	33.69	0.87	64	34.66	0.13	22	33.32	0.93	105	34.13	1.38	43	34.25	1.04
mesure 2	106	5.56-7.71	6.46	0.22	61	7.48	0.14	23	7.43	0.10	104	7.58	0.18	41	7.53	0.09
mesure 3	113	3.88-5.08	4.43	0.06	63	4.80	0.05	25	4.47	0.08	102	4.69	0.08	41	4.83	0.08
mesure 4	41	7.00-9.64	8.00	0.30	48	9.64	0.34	23	8.77	0.15	97	9.50	0.33	38	9.66	0.30
mesure 5	77	2.53-3.65	2.99	0.06	64	3.21	0.08	28	3.02	0.07	99	3.16	0.08	43	3.17	0.09
mesure 6	11	3.44-4.15	3.79	0.05	64	3.98	0.05	27	3.78	0.02	105	3.87	0.04	43	3.96	0.05

Tabl. 106 - Columba livia. Dimensions de l'humérus :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève *			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	4	43.10-43.82	43.46	0.16	45	44.90	1.95	7	43.76	1.16	110	44.61	1.49	90	44.75	1.79
mesure 2	30	12.56-14.56	13.56	0.26	30	16.87	0.25	6	16.65	0.38	110	16.81	0.43	90	16.31	0.38
mesure 3	22	8.62-10.44	9.44	0.20	39	8.67	0.19	9	8.23	0.08	72	8.52	0.18	81	8.52	0.14
mesure 4	105	9.30-11.02	10.20	0.12	43	10.58	0.16	26	10.25	0.08	88	10.57	0.11	83	10.50	0.11
mesure 5	100	5.20-7.46	6.74	0.14	42	7.07	0.93	26	6.73	0.06	83	6.99	0.07	89	6.98	0.08
mesure 6	28	4.60-5.60	5.21	0.05	45	5.32	0.05	24	5.08	0.03	110	5.15	0.05	90	5.24	0.06

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Tabl. 107 - Columba livia. Dimensions du radius :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	5	42.00-47.64	44.70		8	46.80	2.59	2	47.20	1.62	33	46.98	1.90	38	46.65	1.64
mesure 2	172	3.62-4.68	4.18	0.03	8	4.37	0.01	3	4.13	0.09	30	4.49	0.08	38	4.34	0.03
mesure 3	171	3.10-4.22	3.74	0.04	8	3.90	0.01	3	3.73	0.06	31	3.92	0.05	38	3.83	0.02
mesure 4	97	4.15-5.10	4.58	0.05	8	4.77	0.01	3	4.80	0.04	31	4.84	0.06	37	4.79	0.04
mesure 5	97	2.22-3.18	2.73	0.04	8	3.21	0.09	3	2.90	0.03	29	3.02	0.04	35	3.04	0.06
mesure 6	18	2.14-2.73	2.50	0.03	8	2.20	0.01	4	2.10	0.01	29	2.10	0.01	38	2.20	0.02

Tabl. 108 - Columba livia. Dimensions de l'ulna :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	9	48.34-53.54	51.32	3.00	35	52.19	1.76	3	50.03	0.01	112	51.66	1.80	64	51.77	2.62
mesure 2	64	5.76-7.66	6.60	0.14	34	6.80	0.10	13	6.40	0.02	106	6.68	0.07	65	6.72	0.09
mesure 3	62	6.18-7.92	6.82	0.15	29	7.06	0.09	10	6.59	0.05	98	7.01	0.10	64	6.97	0.16
mesure 4	112	6.03-7.45	6.79	0.06	32	6.34	0.06	16	5.80	0.03	103	6.23	0.08	65	6.20	0.07
mesure 5	111	4.34-6.02	5.45	0.11	32	6.09	0.05	16	5.62	0.02	99	5.92	0.05	65	5.92	0.07
mesure 6	39	3.75-4.93	4.23	0.07	35	3.64	0.03	21	3.42	0.02	111	3.57	0.02	65	3.64	0.03

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Tabl. 109 - Columba livia. Dimensions du carpométacarpien :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	32	29.53-33.20	31.48	1.04	68	32.30	1.07	16	31.37	0.89	104	32.27	1.06	51	32.37	1.07
mesure 2	98	7.20-9.88	8.99	0.19	60	9.34	0.08	14	9.04	0.06	93	9.31	0.11	48	9.31	0.09
mesure 3	122	3.76-4.80	4.21	0.04	68	4.43	0.06	16	4.18	0.02	100	4.38	0.05	49	4.30	0.02
mesure 4	134	4.70-6.58	5.46	0.07	61	5.85	0.08	21	5.52	0.05	98	5.73	0.07	50	5.73	0.08
mesure 5	134	3.00-4.21	3.72	0.04	67	3.95	0.02	21	3.72	0.02	96	3.95	0.04	51	3.88	0.02
mesure 6	49	2.38-3.15	2.72	0.03	68	2.84	0.03	25	2.70	0.03	104	2.77	0.02	51	2.84	0.04

Tabl. 110 - Columba livia. Dimensions du fémur :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	1	37.34			26	40.74	1.30	3	38.80	0.37	39	40.24	1.42	44	40.65	2.21
mesure 2	28	7.46-8.50	8.11	0.05	23	8.43	0.09	4	8.10	0.05	37	8.62	0.18	44	8.54	0.10
mesure 3	26	4.60-5.35	4.91	0.03	24	5.17	0.06	4	4.92	0.06	35	5.18	0.06	44	5.13	0.08
mesure 4	18	7.00-7.73	7.39	0.21	16	7.58	0.12	7	7.34	0.11	37	7.55	0.08	44	7.57	0.12
mesure 5	16	5.44-6.50	5.88	0.10	26	5.97	0.10	7	6.00	0.02	35	6.15	0.06	42	6.15	0.18
mesure 6	5	3.17-3.63	3.42	0.03	26	3.49	0.02	7	3.34	0.03	39	3.42	0.02	44	3.48	0.02

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Tabl. 111 - Columba livia. Dimensions du tibiotarse :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1																
mesure 2	7	6.10-7.64	6.56	0.26	7	6.71	0.02	1	6.5		19	6.81	0.16	20	6.67	0.55
mesure 3	8	6.82-8.56	7.48	0.33	6	7.60	0.06	1	7.3		17	7.61	0.20	19	7.55	0.11
mesure 4	58	5.45-6.90	6.27	0.08	7	6.46	0.03	3	6.07	0.04	19	6.56	0.12	20	6.49	0.07
mesure 5	55	5.35-6.74	6.05	0.10	7	6.06	0.06	3	5.70	0.25	17	6.36	0.14	19	6.15	0.04
mesure 6	8	2.98-3.38	3.20	0.02	7	3.21	0.01	6	3.15	0.12	20	3.19	0.04	20	3.29	0.05

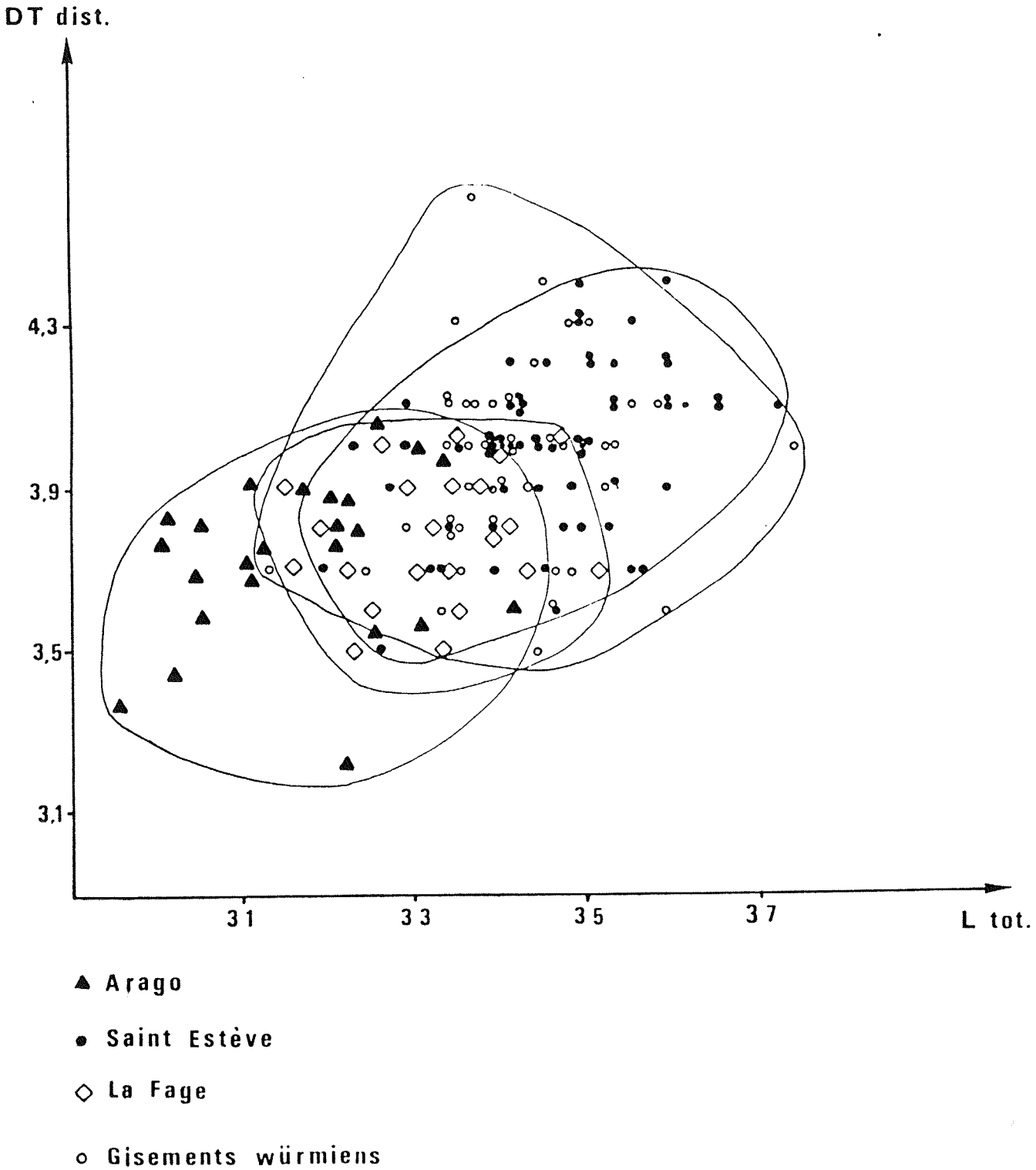
Tabl. 112 - Columba livia. Dimensions du tarsométatarsien :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			La Fage (1)			Le Lazaret (1)			Gis. würm. (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	9	27.84-30.36	28.77	0.52	33	29.72	1.08	5	29.08	0.30	103	29.37	1.04	31	29.83	1.25
mesure 2	42	6.16-7.98	6.85	0.19	30	7.00	0.04	11	6.72	0.07	93	7.03	0.09	31	7.17	0.10
mesure 3	22	5.50-7.04	6.36	0.12	20	6.47	0.06	9	6.19	0.05	81	6.51	0.10	21	6.52	0.07
mesure 4	13	6.92-7.88	7.43	0.08	23	7.72	0.09	9	7.37	0.10	64	7.67	0.13	28	7.74	0.09
mesure 5	11	3.73-5.18	4.36	0.22	20	4.76	0.11	6	4.33	0.02	59	4.52	0.05	27	4.52	0.10
mesure 6	34	2.62-3.48	3.00	0.06	33	3.04	0.03	16	2.89	0.01	101	2.95	0.02	31	3.05	0.02

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Fig. 38 - Columba livia : diagramme de dispersion des carpométacarpiens.

(D'après Mourer-Chauviré, modifié).



V.7. ORDRE DES STRIGIFORMES.

A) Famille des Strigidae.

1) Asio cf. flammeus PONTOPP., Hibou des marais.

Une phalange postérieure a été attribuée à Asio cf. flammeus par C. Mourer-Chauviré (1975).
Nous avons attribué trois griffes à cette espèce. De par la répartition de ces ossements, il semble que nous ayons affaire à deux individus (N.M.I.).
le Hibou des marais est fréquent dans les gisements du Pléistocène de France.

2) cf. Asio otus (L.), Hibou moyen-duc.

Deux griffes ont été attribuées à cf. Asio otus.
Cette espèce a également été recueillie dans les gisements du Pléistocène moyen de Tarkö en Hongrie (Janossy, 1962) et de Lunel-Viel en France (Mourer-Chauviré, 1975).

3) Aegolius funereus (L.), Chouette de Tengmalm.

Une extrémité proximale de tarsométatarsien a été attribuée à Aegolius funereus par C. Mourer-Chauviré (1975).
Nous reviendrons plus tard sur l'intérêt écologique que présente cette espèce.

4) cf. Athene noctua SCOP., Chouette chevêche.

Un fragment de coracoïde a été attribué à cf. Athene noctua. Il n'a pas été possible, à partir de ce seul os, de voir si nous avions affaire à Athene noctua lunellensis, forme caractérisée par une taille un peu plus forte que l'espèce actuelle, qui est présente dans certains gisements du Pléistocène moyen.

5) cf. Nyctea scandiaca (L.), Chouette harfang.

Un coracoïde en assez bon état de conservation a été attribué à cf. Nyctea scandiaca.
Cet os présente une taille comparable à Bubo bubo et Nyctea scandiaca femelle.
La morphologie du trou sous-claviculaire est intermédiaire entre Bubo bubo et Nyctea scandiaca actuels de la collection Régalia (I.P.H.).
C. Mourer-Chauviré (1975) souligne que deux spécimens attribués à Nyctea scandiaca gallica (forme du Pléistocène moyen rencontrée à Saint-Estève et à La Fage) présentent une morphologie identique.

6) Bubo sp. ou Nyctea sp.

Deux griffes, une phalange 5 du doigt IV postérieur et une phalange 1 du doigt II postérieur ne présentent pas de caractère morphologique ou métrique permettant de les attribuer avec certitude à Nyctea scandiaca femelle ou à Bubo bubo.

V.8. ORDRE DES APODIFORMES.

A) Famille des Apodidae.

1) Apus melba (L.), Martinet à ventre blanc.

Une extrémité distale de fémur a été attribuée à Apus melba par C. Mourer-Chauviré (1975).
Cette espèce a également été rencontrée à Orgnac 3 et au Lazaret.

V.9. Ordre des Passeriformes.

A) Famille des Hirundininidae.

1) Ptyonoprogne rupestris SCOP., Hirondelle des rochers.

Un humérus a été attribué à cette espèce qui est fréquente dans les gisements du Pléistocène moyen de France.

B) Famille des Muscicapidae.

1) Turdus pilaris. (L.), Grive litorne.

La détermination de cette espèce a été effectuée par C. Mourer-Chauviré (1975).
Cette espèce est commune dans le Pléistocène moyen d'Europe.

2) Turdus viscivorus. (L.), Grive draine.

La détermination de cette espèce a été effectuée par C. Mourer-Chauviré (1975).
Cette espèce a souvent été rencontrée dans les gisements du Pléistocène moyen et supérieur d'Europe.

3) Ficedula albicollis (TEMM.), Gobemouche à collier.

Le Gobemouche à collier a été déterminé par C. Mourer-Chauviré (1975 et 1981). Ce même auteur a également mis en évidence la

présence de cette espèce dans le gisement de Saint-Estève.

C) Famille des Fringillidae.

1) Carduelis spinus. (L.), Tarin des aulnes.

Une extrémité distale d'humérus a été attribuée à Carduelis spinus. Cette espèce a également été rencontrée au Mas Rambault (Mourer-Chauviré, 1975) et à Oum Quatafa (Carduelis cf. spinus, Tchernov, 1962).

2) Coccothraustes coccothaustres (L.), Gros-bec.

C. Mourer-Chauviré (1975 et 1981) a attribué de nombreux restes osseux au Gros-bec.
Cette espèce a été rencontrée dans différents gisements du Pléistocène moyen de France et d'Europe.

D) Famille des Sturnidae.

1) cf. Sturnus vulgaris. (L.), Etourneau sansonnet.

Une extrémité proximale et une extrémité distale d'humérus ont été attribuées à cf. Sturnus vulgaris.
Au niveau du Pléistocène moyen, l'Etourneau sansonnet a été rencontré en France à Lunel-Viel (Mourer-Chauviré, 1975), en Hongrie à Stránska Skála (Sturnus cf. vulgaris, Janossy, 1972) et en Israël à Ubeidya et Oumm Qatafa (Tchernov, 1962 et 1968).

E) Famille des Corvidae.

1) Garrulus glandarius (L.), Geai des chênes.

Deux extrémités proximales de tibiotarse, une extrémité distale de tarsométatarsien et une extrémité distale d'ulna ont été attribuées au Geai des chênes par C. Mourer-Chauviré (1981).
Il s'agit d'une espèce fréquemment rencontrée dans le Pléistocène moyen d'Europe.

2) Pica pica (L.), Pie bavarde.

Une extrémité distale d'ulna, un fragment de phalange postérieure et une diaphyse de carpométacarpien ont été attribués à Pica pica par C. Mourer-Chauviré (1981).
La Pie bavarde a été recueillie dans les gisements du Pléistocène moyen d'Orgnac 3, de La Fage, du Lazaret et de Nestier.
N.B. : En l'absence de d'os entier, il n'a pas été possible de

voir si nous avions affaire à Pica pica major JANOSSY. Cette sous-espèce qui présente une taille plus importante (le fémur en particulier) a par contre été recueillie dans les gisements de Lunel-Viel et de Saint-Estève (Mourer-Chauviré, 1975).

3) Pyrrhocorax pyrrhocorax (L.), Crave à bec rouge.

Différents éléments du squelette post-céphalique se rapportant à 10 individus (N.M.I.) ont été attribués au Crave à bec rouge par C. Mourer-Chauviré (1975).
Selon cet auteur, de par ses dimensions relativement réduites, le Crave de l'Arago se rapporte à la sous-espèce Pyrrhocorax pyrrhocorax primigenius MILNE-EDWARDS. Cette forme ne présente pas d'intérêt chronologique dans la mesure où on la rencontre aussi bien au Pléistocène moyen qu'au Pléistocène supérieur.

Tabl. 113 - Pyrrhocorax pyrrhocorax. Dimensions de l'ulna :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1					8	67.37	3.16	7	70.25	7.66
mesure 2	1	8.82			24	8.93	0.16	7	9.03	0.25
mesure 3	2	7.92-8.76			19	8.55	0.13	7	8.73	0.15
mesure 4	4	7.05-9.05	7.75	0.79	22	7.42	0.07	7	7.56	0.22
mesure 5	2	5.38-5.76			21	5.90	0.06	7	6.13	0.06
mesure 6	4	4.03-4.94	4.39	0.15	31	4.27	0.03	7	4.36	0.02

Tabl. 114 - Pyrrhocorax pyrrhocorax. Dimensions du carpométacarpien :

	Caune de l'Arago				Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 2	3	9.38-9.76	9.53		9	9.99	0.10	7	10.14	0.22
mesure 3	3	5.10-5.25	5.18		8	5.26	0.07	7	4.84	0.13
mesure 4	1	7.92			15	9.44	0.16	7	9.49	0.15

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

4) Pyrrhocorax graculus (L.), Chocard à bec jaune.

Le Chocard à bec jaune est après le Pigeon biset l'espèce la plus abondante à l'Arago.
En effet, plus de 1 000 ossements se rapportant à 51 individus (N.M.I.) ont été attribués à cette espèce.
C. Mourer-Chauviré (1975) a attribué le Chocard de l'Arago à Pyrrhocorax graculus vetus (Kretzoï, 1962); c'est à dire à la forme de petite taille caractéristique du Pléistocène moyen d'Europe qui a été rencontrée dans de nombreux autres gisements tels que Cimay, Saint-Estève, Orgnac 3, La Fage et Le Lazaret.
Les fouilles récentes ont livré de nombreux éléments osseux supplémentaires. Il a donc été possible d'effectuer une étude métrique sur un matériel plus abondant dans le but de comparer la population de l'Arago à celles d'autres gisements du Pléistocène moyen (cf. tabl. pages suivantes).
Le test t effectué sur les carpométacarpiens et les ulnas montre que d'une façon générale, la forme rencontrée à l'Arago est comparable à la forme de La Fage et proche de celle de Saint-Estève pour les ulnas (cf. ci-dessous).
Selon C. Mourer-Chauviré (1975), les chocards de La Fage présentent de par leurs dimensions des caractères plus évolués que ceux du Lazaret bien qu'ils soient plus anciens.
On peut donc penser que les variations de la taille observées entre les différentes populations du Pléistocène moyen ont une origine géographique, plutôt que chronologique.

Tabl. 115 - P. graculus. Comparaison des populations (test t) :

	Arago/Saint-Estève		Arago/La Fage	
ULNA	d.l.	valeur de t	d.l.	valeur de t
mesure 2	> 30	1.12	> 30	1.60
mesure 3	> 30	0.04	> 30	1.42
mesure 4	> 30	0.28	> 30	0.30
mesure 5	> 30	11.28	> 30	7.78
mesure 6	> 30	0.87	> 30	0.56
CARPOMETAC	d.l.	valeur de t	d.l.	valeur de t
mesure 2	> 30	3.12	> 30	1.26
mesure 3	> 30	4.86	> 30	1.16
mesure 4	> 30	0.21	> 30	0.11
mesure 5	> 30	2.04	> 30	2.46
mesure 6	> 30	1.58	26	1.58

N.B. : Les valeurs de t obtenues sur la mesure 5 de l'ulna sont certainement dues au fait que nous n'avons pas effectué cette mesure de la même façon que C. Mourer-Chauviré.

Tabl. 116 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du coracoïde :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	2	29.50-29.94			19	32.36	1.15	31	31.64	0.91	91	31.36	1.17	15	31.81	3.52
mesure 2	5	3.38-3.98	3.63	0.07	20	4.95	0.18	24	5.00	0.16	91	4.37	0.11	14	4.17	0.10
mesure 3					9	6.74	0.07	17	6.82	0.15	53	6.60	0.12	15	6.93	0.18
mesure 4	4	8.60-9.72	9.24	0.22	15	9.36	0.39	21	9.64	0.39	64	9.45	0.18	15	9.98	0.39
mesure 5	7	2.70-3.26	2.86	0.04	19	2.86	0.05	25	2.98	0.07	90	2.92	0.06	14	3.03	0.11
mesure 6	3	2.80-3.15	2.93	0.04	23	2.63	0.04	29	2.67	0.03	91	2.73	0.03	15	2.59	0.03

Tabl. 117 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions de l'humérus :

	Caune de l'arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	3	41.56-43.28	42.38	0.74	27	44.38	2.41	27	44.31	1.98	76	43.73	2.32	14	45.12	3.58
mesure 2	6	12.20-14.02	12.96	0.54	24	13.93	0.07	15	13.99	0.29	57	13.04	0.21	14	13.62	0.43
mesure 3	4	4.50-5.12	4.77	0.08	22	4.70	0.22	15	4.87	0.06	56	4.86	0.08	13	4.86	0.07
mesure 4	34	10.30-12.66	11.74	0.32	49	11.78	0.23	19	11.71	0.12	68	11.64	0.18	14	11.97	0.45
mesure 5	33	5.30-6.37	5.94	0.08	49	5.99	0.07	18	5.94	0.03	71	6.01	0.06	13	6.07	0.16
mesure 6	8	4.80-5.56	5.19	0.09	45	4.97	0.06	27	5.05	0.02	76	4.94	0.06	14	4.91	0.07

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Tabl. 118 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du radius :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	min-max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1											5	51.52	4.11	14	53.17	7.26
mesure 2	37	3.10-4.54	3.85	0.09							4	3.60	0.01	14	3.47	0.10
mesure 3	40	2.24-3.02	2.62	0.20							4	2.62	0.01	13	2.83	0.06
mesure 4	8	4.54-5.02	4.78	0.03							3	4.67	0.01	14	5.06	0.08
mesure 5	8	2.02-2.68	2.31	0.06							4	2.32	0.05	13	2.21	0.03
mesure 6	9	1.42-2.19	1.68	0.06							5	1.46	0.01	14	1.42	0.04

Tabl. 119 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions de l'ulna :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	2	55.25-57.73			16	58.37	3.89	30	56.56	2.95	91	56.55	3.78	14	58.96	8.74
mesure 2	35	7.10-8.74	8.11	0.18	31	8.00	0.13	28	8.11	0.09	86	8.02	0.11	14	8.28	0.16
mesure 3	30	6.71-8.12	7.51	0.15	27	7.38	0.09	24	7.47	0.06	74	7.52	0.10	13	7.69	0.19
mesure 4	54	6.00-7.58	6.89	0.10	31	6.87	0.08	25	6.82	0.13	89	6.87	0.08	14	7.01	0.14
mesure 5	55	3.70-5.46	4.67	0.09	31	5.10	0.04	23	5.12	0.03	88	5.20	0.05	13	5.33	0.10
mesure 6	34	3.26-4.52	3.94	0.06	37	3.91	0.04	30	3.91	0.03	90	3.90	0.03	14	3.86	0.04

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Tabl. 120 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du carpométacarpien :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	2	34.02-35.64			14	35.94	1.51	34	35.82	2.21	102	35.08	1.36	14	36.54	3.07
mesure 2	35	8.18-10.05	9.16	0.24	21	9.00	0.16	25	9.45	0.11	87	8.88	0.10	14	9.27	0.32
mesure 3	36	3.84-5.28	4.51	0.11	21	4.62	0.08	24	4.79	0.09	98	4.80	0.05	13	4.70	0.11
mesure 4	17	7.03-9.20	8.46	0.29	14	8.44	0.18	20	8.74	0.16	84	8.48	0.10	13	8.84	0.23
mesure 5	20	2.96-3.85	3.63	0.04	16	3.47	0.04	23	3.69	0.06	100	3.73	0.04	13	3.63	0.05
mesure 6	9	2.77-3.36	3.04	0.04	18	3.15	0.04	31	3.25	0.07	101	3.15	0.04	14	2.94	0.03

Tabl. 121 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du fémur :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1	2	41.27-41.58			14	39.79	1.38	10	38.64	0.71	31	40.01	2.94	16	40.69	4.36
mesure 2	16	7.22-8.44	7.86	0.15	22	7.71	0.11	8	7.46	0.06	29	7.70	0.13	16	7.74	0.33
mesure 3	15	3.84-5.02	4.40	0.11	21	4.37	0.10	8	4.26	0.04	31	4.45	0.07	15	4.49	0.05
mesure 4	6	7.66-9.66	8.40	0.43	16	7.91	0.28	8	7.80	0.05	30	8.00	0.12	16	8.05	0.20
mesure 5	6	6.19-6.88	6.59	0.08	15	6.15	0.19	6	6.05	0.07	29	6.32	0.20	15	6.29	0.20
mesure 6	2	3.60-4.05			22	3.69	0.08	10	3.23	0.02	31	3.32	0.04	16	3.27	0.02

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

Tabl. 122 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du tibiotarse :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1								3	67.23	1.38	5	69.56	4.09	14	70.62	14.63
mesure 2					1	7.4		1	7.4		4	7.10	0.09	13	6.96	0.18
mesure 3					1	9.8		1	8.3		3	8.80	0.28	13	8.88	0.25
mesure 4	34	5.50-7.40	6.42	0.13	7	6.10	0.11	1	6.7		5	6.56	0.05	14	6.59	0.15
mesure 5	33	5.48-6.96	6.09	0.17	7	5.77	0.12	1	6.1		5	6.16	0.12	13	6.47	0.20
mesure 6	12	3.06-3.98	3.44	0.07	6	3.28	0.04	3	3.10	0.01	5	3.26	0.02	14	3.20	0.05

Tabl. 123 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du tarsométatarsien :

	Caune de l'Arago				La Fage (1)			Lazaret (1)			Saint-Estève(1)			Actuels (1)		
	N	Min-Max	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V	N	X	V
mesure 1					10	45.12	5.28	12	45.32	6.53	22	44.48	3.25	15	47.53	9.05
mesure 2	8	6.48-8.16	7.49	0.28	12	7.12	0.31	12	7.59	0.18	21	7.06	0.10	15	7.57	0.16
mesure 3	2	6.82-7.20			1	6.7		4	6.97	0.02	13	6.65	0.04	15	6.95	0.21
mesure 4	25	4.68-5.82	5.45	0.09	23	5.45	0.07	12	5.60	0.02	15	5.39	0.04	15	5.68	0.11
mesure 5	28	2.55-3.16	2.84	0.03	26	2.75	0.03	7	3.04	0.03	21	2.81	0.02	12	2.97	0.06
mesure 6	8	2.54-3.06	2.73	0.03	14	2.73	0.04	12	2.71	0.04	22	2.57	0.02	15	2.59	0.04

(1) : d'après Mourer-Chauviré (1975).

5) Corvus corone (L.), Corneille noire.

Une phalange postérieure a été attibuée à la Corneille noire par C. Mourer-Chauviré (1981).

6) Corvus pliocaenus (PORTIS, 1889)

C. Mourer-Chauviré (1981) a attribué une phalange 1 du doigt III post., une phalange 2 du doigt II post. et une extrémité distale de tarsométatarsien à Corvus pliocaenus.
Nous avons recueilli par la suite une extrémité distale d'humérus, une extrémité proximale de radius et une extrémité distale de tibiotarse qui se rapportent également à cette espèce.
Selon C. Mourer-Chauviré (1975), on peut dire que Corvus pliocaenus présente une taille intermédiaire entre le grand Corbeau actuel (Corvus corax) et la Corneille noire (Corvus corone), la Corneille mantelée (Corvus corone cornix), et le Corbeau freux (Corvus frugilegus). Par rapport aux autres espèces fossiles du genre Corvus, on peut dire que C. pliocaenus est de taille supérieure à C. praecorax DEPERET, inférieure à C. antecorax (Mourer-Chauviré, 1975) et comparable à C. beftianus (Kretzoi, 1962).
D'autre part, on peut préciser que C. pliocaenus a été recontré en France à partir du Villafranchien et durant la majeure partie du Pléistocène moyen.
En raison du nombre réduit de données métriques (cf. tabl. ci-dessous), il n'a pas été possible de voir si nous avions affaire à une forme comparable à Corvus pliocaenus janossy (Mourer-Chauviré, 1975) de Saint-Estève, Lunel-Viel et La Fage.

Tabl. 124 - C. pliocaenus. Dimensions du tarsométatarsien (d'après Mourer-Chauviré, 1981) :

	Mes. 4		Mes. 5	
	N	X	N	X
Caune de l'Arago	1	7.9	1	4.8
C. pliocaenus St-Estève	5	7.94	6	4.83
C. antecorax La Fage	100	8.77	100	5.62
C. corax actuels	15	9.41	14	6.16

Tabl. 125 - C. pliocaenus. Dimensions de la phal.1 du doigt III postérieur. (d'après M.-C., 1981) :

	C. pliocaenus Caune de l'Arago N=1	C. pliocaenus Saint-Estève N=1
Longueur totale	12.8	12.7
Largeur de l'ext. prox.	4.9	-
Largeur de l'ext. dist.	4.2	4.0
largeur au milieu	3.0	3.0

Tabl. 126 - C. pliocaenus. Dimensions de l'humérus et du tibiotarse :

	humérus				tibiotarse	
	mesure 4		mesure 5		mesure 5	
	N	X	N	X	N	X
Caune de l'Arago	1	17.0	1	9.08	1	9.4
C. pliocaenus (1)	1	18.3	1	9.7	9	9.67
C. antecorax (2)	106	18.88	107	10.05	104	10.30
C. praecorax (3)	1	17.5	1	8.4	2	9.30
C. corax (4)	14	20.92	14	10.94	14	11.55
C. Corone (4)	37	15.19	37	7.68	37	8.19
C. frugilegus (4)	39	14.22	39	7.46	39	8.04

(1) : Saint-Estève. D'après Mourer-Chauviré (1975).
(2) : La Fage. D'après Mourer-Chauviré (1975).
(3) : Perpignan. D'après Mourer-Chauviré (1975).
(4) : Actuels. D'après Mourer-Chauviré (1975).

7) Corvus antecorax (MOURER-CHAUVIRE, 1975).

C. Mourer-Chauviré (1975) a attribué une phalange 1 du doigt II de l'aile à cette espèce. Nous avons recueilli par la suite deux griffes et une extrémité distale de tarsométatarsien se rapportant également à Corvus antecorax.
Selon C. Mourer-Chauviré (1975), Corvus antecorax présente une taille intermédiaire entre Corvus praecorax et Corvus corax actuel. D'un point de vue morphologique, on n'observe pas de différences entre la forme actuelle et cette forme primitive.
D'autre part, comme nous l'avons dit précédemment, Corvus antecorax présente une taille supérieure à Corvus pliocaenus.
Enfin, on peut préciser que cette forme fossile de Corbeau a été rencontrée dans un gisement du Pléistocène supérieur des îles Baléares (Florit et alii., 1989).

Tabl. 127 - Corvus. Dimensions du tarsométatarsien :

	mesure 4		mesure 5		mesure 6	
	N	X	N	X	N	X
C. antecorax Arago	1	8.7	1	5.8	1	4.9
C. pliocaenus Arago	1	7.9	1	4.8		
C. pliocaenus (1)	5	7.94	5	4.83	5	4.76
C. antecorax (2)	100	8.77	100	5.62	100	4.92
C. praecorax (3)	1	8.2	1	5.1	1	4.8
C. corax (4)	15	9.41	14	6.16	14	5.12
C. corone (4)	37	6.97	37	4.24	37	3.68
C. frugilegus (4)	39	6.71	39	4.28	39	3.51

(1) : Saint-Estève. D'après Mourer-Chauviré (1975).
(2) : La Fage. D'après Mourer-Chauviré (1975).
(3) : Perpignan. D'après Mourer-Chauviré (1975).
(4) : Actuels. D'après Mourer-Chauviré (1975).

VI. CONCLUSIONS CONCERNANT LA PALEONTOLOGIE.

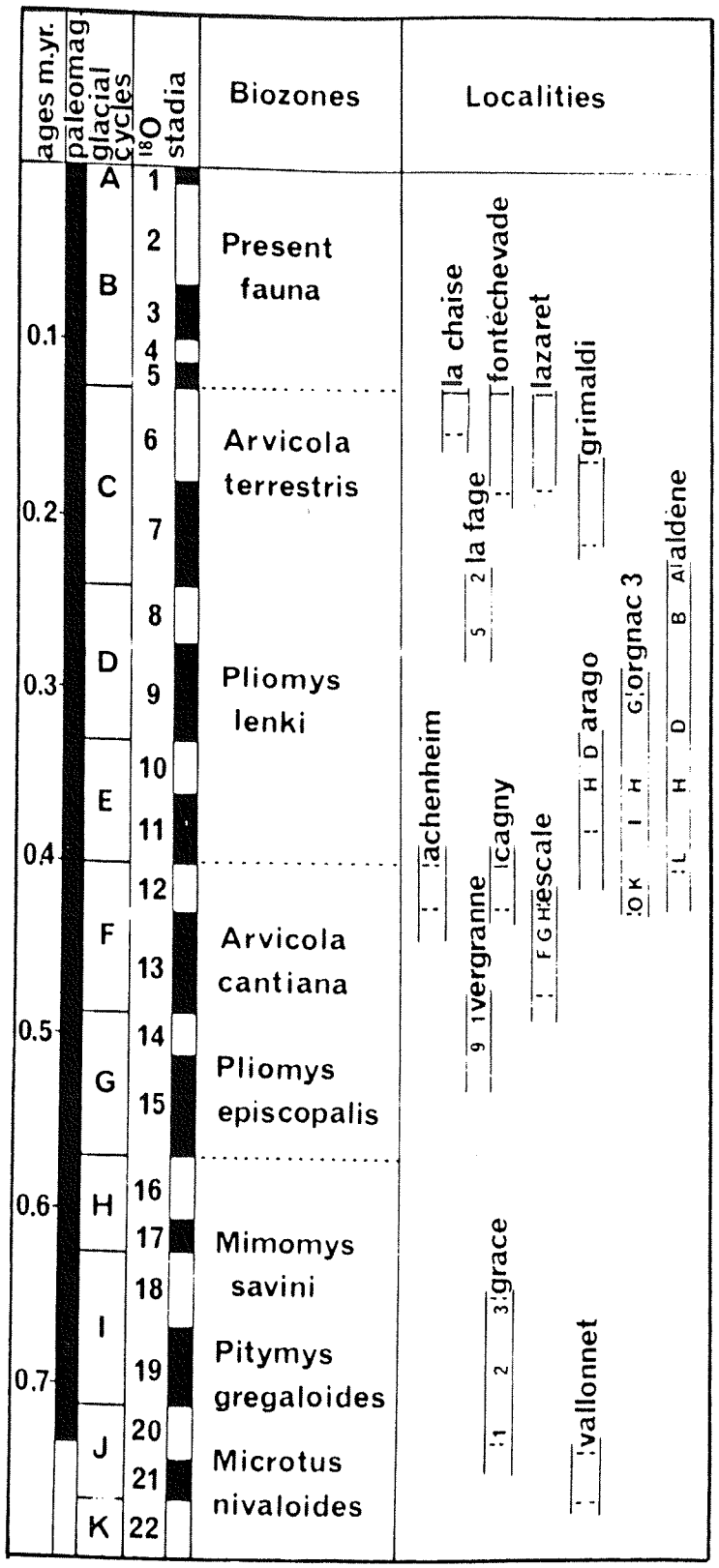
De nombreux chercheurs se sont intéressés à la position stratigraphique de la Caune de l'Arago et plusieurs datations ont été proposées.
Un colloque, organisé à Tautavel en 1981, a permis de confronter pour la première fois les résultats de la biochronologie avec ceux des différentes techniques physico-chimiques de datation absolue.
C. Guérin et M. Faure (1991) soulignent le fait qu'il y a une convergence très nette entre les résultats de la biochronologie à partir des grands mammifères (450 à 400 000 ans), la spectrométrie gamma (455 000 ans pour le sol G) et la résonance électromagnétique de spin sur l'émail dentaire (500 à 400 000 ans) (cf. tabl. 129).
Ces études concernent essentiellement les ensembles II et III du complexe moyen. Ces niveaux seraient alors contemporains des stades isotopiques 12 à 14.
On notera cependant que J. Chaline (1981, 1986), d'après l'étude des cortèges de rongeurs, propose un âge plus récent compris entre 350 000 et 390 000 ans.
Cet auteur situe en effet la Caune de l'Arago dans le complexe aldénien, c'est à dire la biozone à Arvicola terrestris et Pliomys lenki (cf. tabl.128).
Les niveaux D à H (ensemble III et sommet de l'ensemble II du complexe moyen) seraient alors contemporains du stade isotopique 10.

Une étude paléontologique approfondie des rongeurs de la Caune de l'Arago et d'autres gisements clefs du Pléistocène moyen d'Europe, basée sur l'utilisation de méthodes statistiques appropriées (analyses multivariées) permettra certainement de préciser la position chronologique du gisement.
Il ne nous a pas été possible de réaliser une étude aussi poussée, dans le cadre de ce travail qui concerne également la paléoécologie et la taphonomie de l'ensemble des petits vertébrés de la Caune de l'Arago.

On peut néanmoins noter que l'étude morphologique et métrique des 22 500 ossements de petits vertébrés recueillis dans le remplissage de la Caune de 1'Arago (sols D à K) a permis de mettre en évidence la présence de 81 genres et (ou) espèces.
Parmi ces derniers, une quinzaine d'espèces présentent un intérêt paléontologique et permettent d'effectuer une approche biostratigraphique du gisement.

L'attribution du gisement au Pléistocène moyen est confirmée par :

-La présence de : *Erinaceus davidi
*Allocricetus bursae
*Pliomys lenki
*Arvicola cantiana
*Terricola vaufreyi
*Corvus pliocaenus
*Perdix palaeoperdix



Middle and Upper Pleistocene rodents biostratigraphy in France.

Tabl. 128 - Biostratigraphie du Pléistocène moyen et supérieur de France d'après les rongeurs.
D'après J.Chaline (1986).

-La morphologie et la taille de : *Myotis myotis
*Citellus sp.
*Eliomys quercinus
*Apodemus cf. sylvaticus
*Pyrrhocorax graculus
*Columba livia

L'étude de la morphologie et des dimensions des molaires de certains rongeurs permet d'affiner l'approche biostratigraphique du gisement :

*Allocricetus bursae présente des caractères morphologiques intermédiaires entre les formes des gisements situés à la base du complexe estévien (Saint-Estève et La Colombière) et les formes plus récentes du complexe aldénien (La Fage).

*La plupart des M/1 de Microtus brecciensis présentent des caractères morphologiques et métriques comparables à celles de Saint-Estève (morphotype "mediterraneus").
Les autres spécimens présentent une morphologie comparable à celle d'Orgnac 3 (Morphotype "orgnacensis"), ce qui tend à montrer que nous avons affaire à une forme intermédiaire entre celles de ces deux gisements.

*Le Campagnol souterrain a été attribué à Terricola vaufreyi par P.Brunet-Lecomte (1988). Selon cet auteur, cette forme était présente dans le Pyrénées entre -500 000 et -300 000 BP.

Les caractères morphologiques des M/1 d'Allocricetus bursae et de Microtus brecciensis tendent à montrer que les niveaux étudiés (sols D à K) sont situés, chronologiquement, entre les gisements de Saint-Estève et d'Orgnac 3.
Pour les raisons indiquées précédemment, cette approche biochronologique est à prendre en considération avec précaution.

On notera également que le Lapin de l'Arago a été rattaché à Oryctolagus cuniculus huxleyi, c'est à dire à la sous-espèce actuelle de petite taille.
Cette sous-espèce apparaît donc comme étant la forme primitive du Lapin.

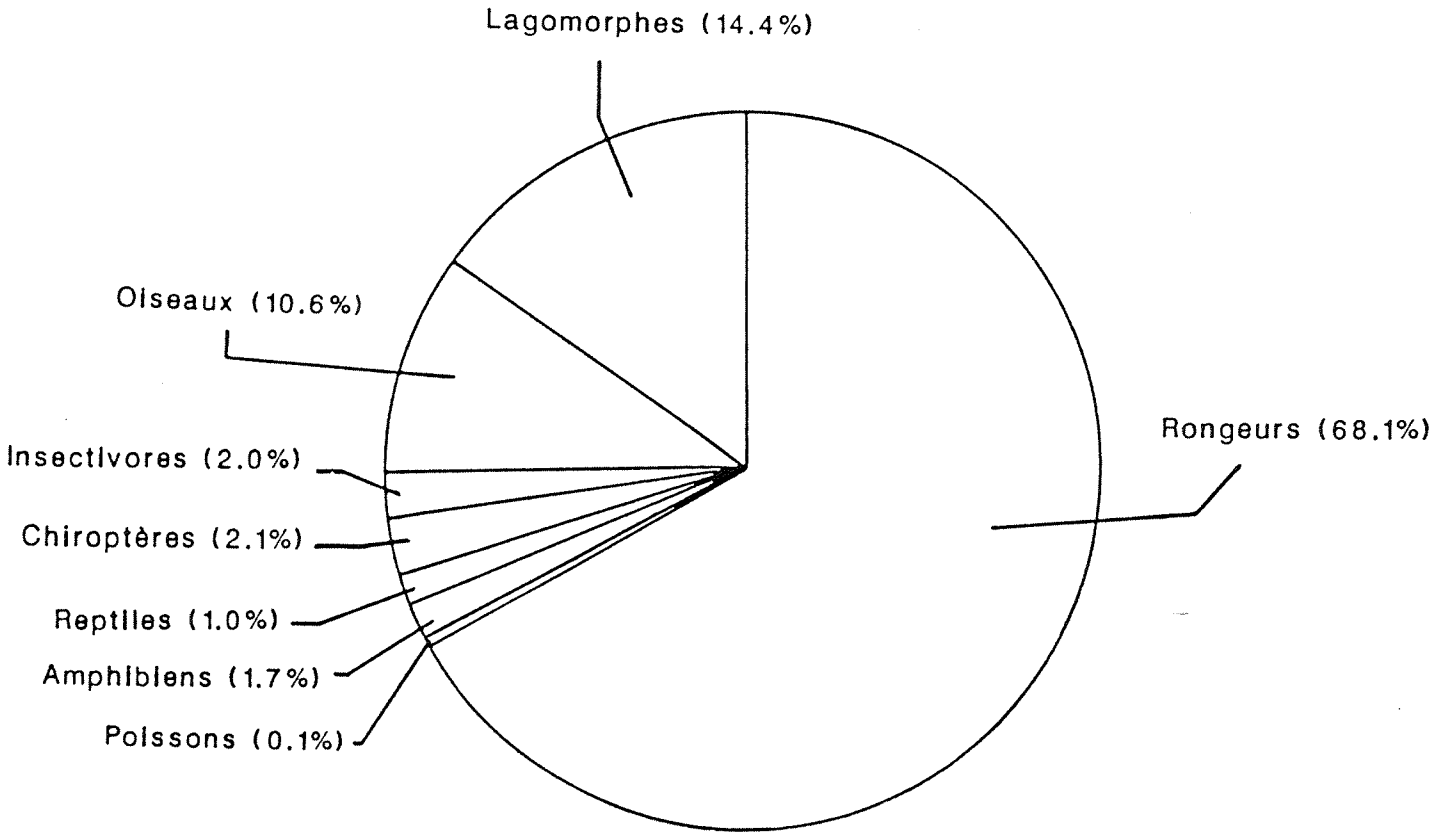
D'autre part, les éléments osseux de Marmotte recueillis à l'Arago sont, avec ceux d'Achenheim, les plus anciens du Pléistocène français.
Une comparaison avec les formes fossiles du début du Pléistocène de Sibérie permettrait peut-être de voir à quelle espèce nous avons affaire.

Enfin, l'étude métrique du Pigeon biset (Columba livia) a confirmé les observations de C. Mourer-Chauviré (1975) qui a mis en évidence le fait que les formes de Saint-Estève, du Lazaret et de différents gisements du Pléistocène supérieur présentent une taille plus importante que celles de La Fage et de l'Arago. D'autre part, le Campagnol de Lenke (Pliomys lenki) présente une morphologie plus archaïque, mais une taille comparable uniquement à celui de La Fage.
Les données paléoécologiques, qui feront l'objet du prochain chapitre, tendent à montrer que l'influence "continentale" est très marquée dans les différents niveaux étudiés de la Caune de l'Arago.
On peut donc penser que ces variations de la taille sont plutôt induites par des facteurs d'ordre écologique et biogéographique. Il semble donc que ces variations de la taille s'inscrivent dans une "dynamique climatique".
L'hypothèse d'une variation cyclique de la taille de ces espèces durant le Pléistocène ne doit pas être rejetée.
N.B. : ce schéma évolutif a été défini par J. Michaux et L. Pasquier (1974) à partir de l'étude des mulots du Quaternaire européen.

CAUNE de l'ARAGO			
METHODES	AUTEURS	ANNEES	AGES
Biochronologie			
Rongeurs	Chaline	1969; 1973	Riss ancien (# 200 000)
Rhinocérotidés	Guérin	1976	Mindel
grande faune	Crégut	1979	Mindel
Rhinocérotidés	Guérin	1980; 1981	520 à 440 000
Rongeurs	Chaline	1981	390 à 350 000
grande faune	Guérin	1987	450 à 400 000
Déséquilibre radioactif de l'Uranium	Turekian & Cochran	1981	≥ 350 000
ESR (RPE) os	Yokoyama *et al.*	1981	435 000
ESR (RPE) stalagmite	Yokoyama *et al.*	1981	490 à 415 000
ESR (RPE) os et émail	Ikeya & Miki	1981	400 000
Racémisation aminoacides	Bada *et al.*	1981	500 à 200 000
Spectrométrie gamma	Yokoyama & Nguyen	1981	455 000
ESR (RPE) émail dentaire	Bouchez *et al.*	1983	500 à 400 000 (sol G)

Tabl. 129 - Synthèse des différentes datations proposées pour l'âge des restes humains de la Caune de l'Arago. D'après Guérin et Faure (1991).

Fig. 39 - Répartition générale des petits vertébrés de la caune de l'Arago (en % d'après le N.M.I.).



DEUXIEME PARTIE
PALEOECOLOGIE

I. INTRODUCTION.

Nous avons utilisé deux méthodes afin de réaliser un essai de synthèse du paléoenvironnement de la Caune de l'Arago à partir des microvertébrés :

-L'application des données actuelles concernant le climat, la végétation et l'habitat des espèces mises en évidence dans le gisement (principe d'actualisme).
Les fréquences de chacune des espèces dans les différents niveaux permettent alors de tracer des diagrammes qui donnent une idée de l'évolution du climat et de la végétation tout au long du remplissage.
Certaines espèces telles que Corvus pliocaenus, Corvus antecorax, Perdix palaeoperdix, Erinaceus davidi, Allocricetus bursae, Microtus brecciensis et Pliomys lenki ont actuellement disparu et il est difficile d'avoir une idée précise de leurs affinités écologiques.
Ce dernier point permet de mettre en évidence les limites de cette méthode.

-Les rongeurs ont fait l'objet d'une approche particulière.
Nous avons en effet utilisé des méthodes statistiques (classification automatique et AFC) qui présentent l'avantage de laisser moins de place à la subjectivité et de prendre en compte la quasi-totalité des espèces.

D'autre part, les mammifères ont fait l'objet d'une approche particulière (méthode des cénogrammes) qui permet d'effectuer une interprétation du paléoenvironnement d'un gisement à partir de la majorité des espèces (à l'exception des chiroptères et des carnivores).

Enfin, les résultats obtenus ont été comparés à ceux des autres disciplines (sédimentologie, palynologie et étude des grandes faunes).

II. LES AMPHIBIENS.

1) **Ordre des Anoures**

Pelodytes punctatus :

Le Pélodyte ponctué est présent actuellement dans la Péninsule Ibérique, en France, à l'ouest de la Belgique et l'extrême nord-ouest de l'Italie (E.N. Arnold et al., 1978).
Il fréquente principalement les milieux humides.

Bufo bufo :

Le Crapaud commun est présent dans la majeure partie de l'Europe, le nord-ouest de l'Afrique et en Asie paléarctique jusqu'au Japon (E.N. Arnold et al., 1978).
On le rencontre dans des habitats très variés, mais généralement secs.
Il est encore présent actuellement dans la plaine de Tautavel.

Bufo calamita :

Le Crapaud calamite est présent dans l'ouest et le centre de l'Europe jusqu'à la Russie occidentale (E.N. Arnold et al., 1978).
Il vit dans des habitats très variés.
En France et dans le sud de l'Europe, il peut atteindre 2 000 m d'altitude.
Il est toujours présent dans la plaine de Tautavel où on le rencontre généralement à proximité de la rivière (ripisylve du Verdouble).

Rana temporaria :

La Grenouille rousse occupe toute l'Eurasie, à l'exception des régions méridionales (E. N. Arnold et al., 1978).
D'une façon générale, on peut dire que cette grenouille fuit les climats chauds.
En France, elle est donc logiquement absente du littoral méditerranéen.
Elle est surtout terrestre et on peut la rencontrer dans des habitats très variés, dès lors qu'il y a une certaine humidité.
Elle peut être présente en altitude jusqu'à la limite des neiges.

Les affinités écologiques de Rana temporaria forme mehelyi sont par contre inconnues.

Rana dalmatina :

La Grenouille pisseuse est présente en Europe centrale et méridionale, hormis les régions méditerranéennes.
Elle se rencontre dans des habitats très humides.

Rana cp. esculenta :

Dans le gisement, nous avons affaire à une espèce se rapportant au groupe des Grenouilles vertes.
Les Grenouilles vertes occupent un large territoire atteignant la Grande Bretagne et la France à l'ouest, l'Ukraine à l'est, la Suède et le 60° de latitude au nord et la Sicile au sud (E.N. Arnold et al., 1978).
En France, elles ont une répartition à peu près générale.
Elles sont aquatiques.
On rencontre encore actuellement des Grenouilles vertes dans la rivière de la plaine de Tautavel.

Discoglossus pictus :

Le Discoglosse peint est présent actuellement dans le Magrheb, dans la Péninsule Ibérique et en Sicile (E.N. Arnold et al., 1978).
Il est présent dans les Pyrénées-Orientales (Castanet et al., 1978), mais apparemment absent de la plaine de Tautavel.

Tabl. 130 - Répartition des amphibiens dans les niveaux étudiés (N.M.I.) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
cf. Discoglossus sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Pelodytes punctatus	-	1	1	-	-	-	2	-	1
cf. Bufo sp.	1	-	1	1	1	-	1	-	-
Bufo sp.	-	-	1	1	1	-	1	1	2
Bufo bufo	1	1	1	3	1	-	1	-	1
Bufo calamita	-	1	-	1	-	-	-	-	1
Rana sp.	-	-	-	-	1	-	1	1	-
cf. Rana dalmatina	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Rana temporaria	-	-	-	-	1	-	1	-	1
Rana cp. esculenta	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Anoures indéterminés	-	1	1	1	1	-	1	-	1

III. LES REPTILES.

III.1. Ordre des Cheloniens.

*Testudo hermanni.

La Tortue d'Hermann qui est aujourd'hui une espèce en voie de disparition était autrefois largement répandue dans le sud de l'Europe (M. Cheylan, 1984).
Elle fréquente principalement les régions à été chaud, aussi bien dans les zones humides que dans les zones sèches. Elle préfère les endoits couverts d'une végétation dense.
Des éléments osseux se rapportant vraisemblablement à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

III.2. Ordre des Sauriens.

*Lacerta cf. lepida.

Le Lézard ocellé est présent dans le sud de la France, la Péninsule Ibérique, l'extrême nord-ouest de l'Italie et le nord-ouest de l'Afrique (E.N. Arnold et al., 1978).
On le rencontre du niveau de la mer à plus de 1000 m d'altitude dans les Alpes. Il est plutôt adapté aux zones relativement froides des massifs montagneux.
Il est encore présent dans la plaine de Tautavel.

*Lacerta sp.

Parmi les Lacertidae susceptibles d'être présents, on retiendra un Lézard de grande taille : Lacerta viridis.
Le Lézard vert a une vaste aire de répartition. Il est en effet présent en France, dans le nord de l'Espagne, en Italie, ainsi qu'en Europe centrale et dans le sud-ouest de la Russie.
Dans le sud de l'Europe, on le rencontre surtout dans les zones humides et on peut le trouver jusqu'à 1800 m d'altitude.
A notre connaissance, cette espèce n'a pas fait l'objet d'observations dans la plaine de Tautavel.

III.3. Ordre des Ophidiens.

*Coluber sp.

On dénombre actuellement en Europe 6 espèces se rapportant au genre Coluber.
Elles sont toutes cantonnées dans le Sud et une seule forme est présente en France : Coluber viridiflavus (Couleuvre verte et jaune).

Les différentes espèces du genre Coluber se rencontrent principalement dans des milieux secs et rocheux et parfois dans des zones arbustives au bord des forêts.
Coluber viridiflavus peut se trouver occasionnellement en bordure des lacs ou des rivières.
La Couleuvre verte et jaune est actuellement présente dans la plaine de Tautavel.

*Coronella sp.

On rencontre actuellement 2 espèces se rapportant au genre Coronella en France : Coronella austriaca (Coronelle lisse) et Coronella girondica (Coronelle bordelaise).

La Coronelle lisse a une vaste aire de répartition qui va du nord de l'Espagne au sud de la Scandinavie et de l'U.R.S.S..

La Coronelle bordelaise se rencontre dans la Péninsule Ibérique, le sud de la France, l'Italie et la Sicile.
Elle est plus thermophile que la Coronelle lisse.

D'une façon générale, ces deux espèces fréquentent les endroits secs et ensoleillés.

*Elaphe sp.

On rencontre actuellement deux espèces se rapportant au genre Elaphe en France : Elaphe longissima (Couleuvre d'Esculape) et Elaphe scalaris (Couleuvre à échelons).

La Couleuvre d'Esculape habite du nord-est de l'Espagne à l'Asie Mineure. On la rencontre dans une grande partie de la France (où elle est néanmoins absente dans le nord) et en Europe centrale jusqu'à la Russie.

La Couleuvre à échelons est un élément méditerranéen dont la répartition se limite à l'Espagne et au sud de la France (Castanet et al., 1978).

Ces deux espèces sont des habitants des biotopes ensoleillés et secs.

La Couleuvre à échelons est actuellement présente dans la plaine de Tautavel.

*Natrix sp.

On rencontre actuellement deux espèces se rapportant au genre Natrix en France : Natrix natrix (Couleuvre à collier) et Natrix maura (Couleuvre vipérine).

La Couleuvre à collier a une vaste aire de répartition. On la rencontre en effet dans la majeure partie de l'Europe, au nord jusqu'au cercle polaire arctique, à l'est jusqu'en Russie. On la rencontre également en Afrique du Nord.

La Couleuvre vipérine habite les deux-tiers méridionaux de la France, le nord-est de l'Espagne, le sud de la Suisse et le nord-ouest de l'Italie.

Ces deux espèces sont aquatiques et habitent actuellement la plaine de Tautavel où on peut les observer dans le Verdouble et à proximité de ce dernier.

*Vipera berus.

La Vipère bérus, ou péliade est largement répandue dans la zone des forêts d'Europe froide et sèche, de l'Atlantique au Pacifique, des Alpes au cercle polaire (Castanet et al., 1978). Dans le sud de son aire de répartition actuelle, elle se limite aux zones montagneuses.
Dans les Alpes, on la rencontre jusqu'à 3000 m.
D'une façon générale, la vipère bérus est un habitant des clairières et des lisières de forêts, mais on la rencontre également au bord des tourbières et des marais.

Tabl. 131 - Répartition des reptiles dans les niveaux étudiés (N.M.I.) :

	SOL C	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	Sol ind.
Testudo hermanni	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Lacerta sp.	-	-	1	-	1	1	-	1	1
Lacerta cf. lepida	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Coluber sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Coronella sp.	1	-	-	-	-	1	-	-	1
Elaphe sp.	-	1	1	-	-	1	-	-	-
Natrix sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Vipera sp.	-	1	-	-	1	1	-	-	-
Vipera cf. berus	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Ophidiens indéterminés	1	1	1	-	1	1	-	1	-

IV. LES INSECTIVORES.

IV.1. Famille des Erinaceidae.

*Erinaceus davidi.

Erinaceus davidi a été mis en évidence dans les gisements de la Fage et d'Orgnac 3 qui correspondent à deux périodes climatiques distinctes, il paraît donc difficile d'avoir une idée précise des affinités écologiques de cette espèce.
Nous nous contenterons, à titre indicatif, de rappeler les affinités écologiques de l'espèce commune européenne (Erinaceus europaeus).
Cette dernière est présente dans la quasi-totalité de l'Europe occidentale. On la rencontre également en Europe centrale jusqu'à l'ouest de la Pologne selon D. Schilling et al. (1986).
Erinaceus europaeus fréquente des milieux extrêmement variés, avec une prédilection pour les plaines vallonées et boisées. Il est par contre peu fréquent dans les régions méditerranéennes sèches (M.C. Saint-Girons, 1973).
Le Hérisson européen est commun dans toute la plaine de Roussillon, y compris la plaine de Tautavel.

IV.2. Famille des Talpidae.

*Talpa europaea.

La Taupe est un animal souterrain qui se rencontre dans des milieux très variés dès lors que la nature du sol lui convient.
La Taupe est commune en Eurasie, de l'Espagne à l'Ob, l'Irtych et l'Altaï (D. Schilling et al., 1986).
Selon M.C. Saint-Girons (1973), les Taupes ne circulent qu'exceptionnellement à la surface du sol, le plus souvent à la recherche d'eau pendant les périodes de sécheresse et au moment de la dispersion de jeunes de l'année. Selon cet auteur, c'est sans doute dans ces circonstances qu'elles sont capturées par les rapaces. On peut noter qu'on rencontre régulièrement, quoiqu'en nombre réduit, des ossements de Taupe dans les pelotes de réjection de différents rapaces.
La Taupe est encore présente actuellement dans la plaine de Tautavel.

IV.3. Famille des Soricidae.

*Sorex araneus.

La Musaraigne carrelet est absente des régions méditerranéennes d'Europe.
Elle occupe par contre la quasi totalité de l'Eurasie, au nord jusqu'au delà du cercle polaire arctique et à l'est jusqu'au lac

Baïkal.

On la rencontre dans des milieux très variés : forêts, bois, prairies et landes notamment.
Dans les P.O., la limite inférieure de son aire de répartition est située un peu en dessous de 500 m d'altitude. Selon Fayard et Erome (1977), son absence caractérise le biome méditerranéen. Elle est donc logiquement absente de la plaine de Tautavel.

*Sorex minutus.

Selon M.C. Saint-Girons (1973), la Musaraigne pygmée cohabite avec la Musaraigne carrelet sur l'ensemble de son aire de répartition européenne.
Ce phénomène s'observe actuellement dans les P.O. d'après les données de Fons et al. (1980).
On peut noter que la Musaraigne pygmée se rencontre également en Asie septentrionale jusqu'à l'Ienissi, le lac Baïkal et l'Himalaya (D. Schilling et al., 1986).

Selon F. Poitevin (1984), les espèces du genre Sorex ne pénètrent en région méditerranéenne que sous climat humide à hiver frais. Elles sont absentes des remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

*Crocidura sp.

Selon F. Poitevin (1984), on peut distinguer deux groupes d'espèces au sein du genre Crocidura :

*Un groupe oriental formé par Crocidura leucodon et Crocidura suaveolens qui présentent des fréquences relativement élevées dans la partie est de l'Europe.

*Une espèce occidentale Crocidura russula limitée à la partie ouest de l'Europe dans laquelle elle est la plus abondante.

Selon M.C. Saint-Girons (1973) Crocidura leucodon est absente des régions méditerranéennes.

Crocidura suaveolens et Crocidura russula sont actuellement présentes dans la plaine de Tautavel où elles ont été recueillies dans les proportions suivantes au niveau des remplissages actuels et sub-actuels :

Crocidura russula : 90% .

Crocidura suaveolens : 10% .

Il convient de préciser que Crocidura suaveolens n'a pas été rencontrée dans des gisements du Pléistocène moyen et qu'on ne connaît pas l'écologie des Crocidures fossiles.

Dans les P.O., selon Fons et al. (1980), les Crocidures débordent très largement de la zone méditerranéenne mais ne montent pas

très haut en altitude.

IV.4. L'association Crocidura-Sorex :

Actuellement dans les Pyrénées-orientales, l'association Crocidura-Sorex est réalisée en dehors des biotopes méditerranéens, c'est à dire dans la région montagneuse située à l'ouest du département.
Ceci tend à montrer qu'il y avait un climat plus froid dans la plaine de Tautavel lors du dépôt des sédiments dans la Caune de l'Arago.

Tabl. 132 - Répartition des insectivores dans les niveaux étudiés (N.M.I.) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
Erinaceus davidi	-	1	2	4	1	-	1	-	2
Talpa europaea	1	1	2	3	6	1	3	1	5
Crocidura sp.	-	-	-	2	7	1	1	-	-
Sorex cf. minutus	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Sorex cf. araneus	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Sorex sp.	-	-	-	1	3	-	-	-	-

V. LES CHIROPTERES.

V.1. Famille des Vespertilionidae.

*Myotis myotis.

Le grand Murin est commun en Europe occidentale et centrale; à l'est, la limite de son aire de répartition est située en Ukraine; la limite septentrionale est située au sud de l'Angleterre et du Danemark ainsi qu'au sud-est de la mer Baltique. En France, il semble être présent sur l'ensemble du territoire.
Il hiberne, isolé ou en groupe, dans des grottes dont la température est inférieure à 12°C et dont l'humidité est voisine de la saturation (M.C. Saint-Girons, 1973).
Selon des observations effectuées par Kahmann et Görner (1956) en Corse et par Harmata (1962) en Pologne, les grands Murins sont souvent la proie des Effraies (Tyto alba).
Cette espèce est actuellement présente dans les P.O., et dans la plaine de Tautavel.

*Myotis bechsteini.

Le Vespertilion de Bechstein est connu uniquement en Europe.
Il habite en effet l'extrême sud de la Suède, l'Espagne centrale, l'Italie et le nord de la Péninsule balkanique; à l'est la limite de son aire de répartition est située dans le Caucase.
La répartition française de cette espèce n'est pas bien connue, mais il semble qu'il soit absent des Pyrénées-Orientales.
Il hiberne généralement isolé dans des fissures profondes, mais il peut exceptionnellement hiberner en essaims compacts non loin de l'entrée des grottes (M.C. Saint-Girons, 1973).

*Miniopterus schreibersi.

Le Minioptère de Schreibers est présent dans l'ensemble de la région méditerranéenne en Europe.
En France, la limite nord de son aire de répartition est située au niveau de la Loire et du Jura (M.C. Saint-Girons, 1973).
On rencontre également cette espèce en Afrique jusqu'au sud du Sahara; à l'est en Asie Mineure, Palestine, Caucase et Iran jusqu'à la Chine, le Japon, la Nouvelle-Guinée et l'Australie (D. Schilling et al., 1986).
Le Minioptère de Schreibers est grégaire et cavernicole.
Il est actuellement présent dans la plaine de Tautavel.

*Nyctalus leisleri.

La Noctule de Leisler n'est pas cavernicole, elle niche principalement dans les creux des arbres.
Cette espèce est rare en Europe de l'ouest.
On la rencontre ailleurs en Europe centrale jusqu'au Caucase, l'Oural, l'Himalaya occidental et l'Afghanistan.

En France on la trouve notamment dans la région méditerranéenne. Selon Corbet (1970), elle pratique des migrations à grandes distances dans le nord de l'Europe.

*Eptesicus nilssoni.

La Sérotine boréale est l'espèce la plus septentrionale d'Europe, elle niche même parfois au delà du cercle polaire arctique.
Ailleurs, selon D. Schilling et al. (1986), on la rencontre en Europe centrale (dans les massifs montagneux) et à travers l'Asie centrale et septentrionale jusqu'à la Sibérie orientale, la Mandchourie, le nord de la Chine et le Japon.
Au Tibet, elle a été observée à plus de 4900 m d'altitude; par contre en Scandinavie elle ne dépasse pas 1000 m d'altitude selon Ryberg (1947).
Quelques observations ont été effectuées dans le nord de la France (M.C. Saint-Girons, 1973).
La Sérotine boréale n'est pas cavernicole.

*Pipistrellus pipistrellus.

La Pipistrelle commune occupe toute l'Europe entre le 60° parrallèle et la Méditerranée. Ailleurs, on la rencontre dans le Maghreb et de l'Asie Mineure jusqu'en Corée semble-t-il.
Elle hiberne généralement dans des grottes ou des crevasses de rochers où la température peut descendre au-dessous de 4°C.
Elle est généralement sédentaire, mais selon certains auteurs elles peut effectuer des déplacements supérieurs à 1500 km.

*Pipistrellus nathusii.

La Pipistrelle de Nathusius occupe l'Europe moyenne et méridionale; au nord, elle atteint le Danemark et l'extrême sud de la Suède, à l'est le Caucase et l'Oural.
Selon M.C. Saint-Girons (1973), sa répartition est mal connue, mais elle semble habiter toute la France.
Selon Ognev (1928), la répartition de cette espèce est liée à la forêt.
Selon Schilling et al. (1986), elle hiberne dans les arbres creux et les crevasses de rocher.

V.2. Famille des Rhinolophidae.

*Rhinolophus ferrumequinum.

Le grand Rhinolophe est sédentaire et cavernicole.
Il est sensible au froid.
Il est largement répandu en Europe moyenne et méditerranéenne.
La limite nord de son aire de répartition est située au niveau des îles Britanniques et des pays du Bénélux.
Ailleurs, on le rencontre au Maghreb, en Asie Mineure, au

Caucase, au Proche-Orient et au sud de l'Asie centrale jusqu'à la Chine orientale et le Japon (D. Schilling et al., 1986).
Cette espèce est présente actuellement dans les Pyrénées-Orientales.

*Rhinolophus euryale.

Le Rhinolophe euryale est présent en Europe de Sud, ainsi qu'en Afrique du Nord, et de l'Asie Mineure au Turkestan (D. Schilling et al., 1986).
En France la limite de son aire de répartition est située au nord de la Loire. Il est absent dans les Alpes (M.C. Saint-Girons, 1973).
Le Rhinolophe euryale est cavernicole.
Il est présent dans le département des Pyrénées-Orientales.

*Rhinolophus mehelyi.

Le Rhinolophe de Roumanie est susceptible d'être présent dans le remplissage de la Caune de l'Arago.
Il s'agit d'une espèce cavernicole dont la présence en Europe est sporadique et limitée au sud.
Certaines observations laissent penser que cette espèce est présente en France, notamment dans les Pyrénées-Orientales mais sans certitude absolue.
Hors d'Europe, ce chiroptère se rencontre en Afrique du Nord, en Asie Mineure et du Caucase à l'Iran (D. Schilling et al., 1986).

Tabl. 133 - Répartition des chiroptères dans les niveaux étudiés (N.M.I.) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
Rhinolophus ferrumequinum	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Rhinolophus euryale	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Rhinolophus euryale-mehelyi	1	1	1	1	1	1	2	-	2
Myotis myotis	2	-	1	2	3	1	5	1	1
Myotis bechsteini	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Myotis sp. (petits murins)	-	-	-	2	2	-	-	-	1
Pipistrellus pipistrellus	1	1	-	4	3	1	3	-	-
Pipistrellus nathusii	-	-	-	1	1	-	1	-	-
Miniopterus schreibersi	1	1	-	-	1	-	-	-	-
cf. Nyctalus leisleri	-	-	-	-	1	-	-	-	-
cf. Eptesicus nilssoni	-	-	-	-	-	-	1	-	1

VI. LES RONGEURS.

La plupart des rongeurs sont d'excellents "marqueurs" climatiques et écologiques.
Il apparaît donc que l'étude des cortèges de rongeurs dans un gisement permet de mettre en évidence les changements de climat et de végétation d'un niveau à l'autre.

Nous utiliserons également des méthodes statistiques afin d'essayer de définir les affinités écologiques des espèces connues uniquement à l'état fossile.

Nous tenterons ensuite de regrouper les espèces en différentes catégories écologiques afin de réaliser une approche paléoécologique des niveaux étudiés.

VI.1. ESPECES ENCORE PRESENTES ACTUELLEMENT :

a) Dicrostonyx torquatus (Lemming à collier).

Le Lemming à collier est un des rongeurs les plus septentrionaux. Il vit dans la toundra des régions arctiques, au nord de la limite des arbres. En montagne, il vit au-dessus de la limite de la forêt (Marquet, 1989).
La présence de cette espèce dans un gisement est donc particulièrement intéressante d'un point de vue climatique.

b) Microtus malei-oeconomus

Il n'a pas été possible de voir si nous avions affaire à Microtus malei (Campagnol de Male) où à Microtus oeconomus (Campagnol nordique). Nous nous contenterons de rappeler ici les caractéristiques écologiques de ces deux espèces :

Le Campagnol de Male actuel (Microtus malei mirhanreini) est présent uniquement dans les Carpathes.
Les renseignements concernant son écologie sont très rares.

En Eurasie, le Campagnol nordique se rencontre surtout dans les zones humides de la taïga et de la toundra.

c) Microtus gregalis (Campagnol des hauteurs).

Les deux sous-espèces actuelles se rencontrent dans des biotopes froids : la toundra ou les steppes sèches.

Microtus gregalis est représenté dans l'extrême nord de l'Eurasie (de la Nouvelle Zemble jusqu'au détroit de Behring) et plus au sud de l'Ouzbekistan jusqu'à la Mandchourie par deux sous-espèces.

d) Citellus sp. (Souslik indéterminé)

Les Sousliks actuels se rencontrent généralement sur les sols loessiques des grands espaces découverts (steppes).
Ils vivent également sur les sols argileux et calcaires et on peut les observer dans les montagnes.
L'aire de répartition des différentes espèces du genre Citellus, au niveau de l'"Ancien monde", va de l'Europe centrale à la Chine.

e) Microtus arvalis (Campagnol des champs).

Le Campagnol des champs se rencontre principalement dans les zones de prairie où l'herbe n'est pas trop haute.
Il est présent dans la majeure partie de l'Europe, en Asie Mineure et Moyenne, jusqu'aux plaines de Sibérie (D. Schilling et al., 1986).
Cette espèce est encore largement répandue en France.
M.C. Saint-Girons (1973) a noté que le Campagnol des champs est absente des régions méditerranéennes (où la végétation ne lui est guère favorable) et de la pointe de la Bretagne (où le climat est trop humide).
Les observations de Fons et al. (1980) ont montré que Microtus arvalis est présent dans les forêts et les pelouses d'altitude de la partie occidentale du département des Pyrénées-Orientales.
Il est par contre absent de la partie orientale du département qui est dominée par un climat de type méditerranéen.

f) Microtus agrestis (Campagnol agreste).

Le Campagnol agreste est un habitant des terrains assez humides recouverts d'une végétation dense.
Les observations de M.C. Saint-Girons (1973) ont montré que le Campagnol agreste occupe toute la France, à l'exception de la Corse et de la plupart des îles atlantiques.Il remplace Microtus arvalis dans les régions où ce dernier fait défaut.
dans les Pyrénées-Orientales, Microtus agrestis se rencontre de la zone côtière jusqu'aux forêts et pelouses d'altitude où il cohabite avec Microtus arvalis (Fons et al., 1980).

g) Castor fiber (Castor).

Le Castor est un animal inféodé à l'eau :
Cette espèce semble en fait s'adapter à des climats très variés dès lors qu'il est à proximité immédiate d'eau non stagnante.

h) Eliomys quercinus (Lérot)

Le Lérot est présent actuellement dans la majeure partie de l'Europe, au nord jusqu'au lac Ladoga, à l'est jusqu'à l'Oural

méridionale.
On le rencontre également en Afrique du Nord, en Asie Mineure et au proche-Orient.
Le Lérot est un habitant des forêts de conifères ou des forêts mixtes. On le rencontre dans les terrains rocheux dans la mesure où le tapis végétal n'est pas trop dense.
Il est rare dans les prairie et les bocages (D. Schilling et al., 1986).
Eliomys quercinus est présent dans la quasi-totalité des biotopes du département des Pyrénées-Orientales, y compris la plaine de Tautavel.

i) Clethrionomys glareolus (Campagnol roussâtre).

Selon D. Schilling et al. (1986), le Campagnol roussâtre est un habitant des forêts de feuillus et mixtes pourvues d'un sous-bois dense, d'une végétation herbacée ou au moins une épaisse litière et des prairies naturelles.
Il est par contre absent des lieux dégagés.
Le Campagnol roussâtre est présent dans la majeure partie de l'Europe, à l'exception des régions méditerranéennes. On le rencontre également en Asie Mineure e de la Sibérie occidentale jusqu'au lac Baïkal.
Dans le département des pyrénées-Orientales, Clethrionomys glareolus se rencontre au niveau des pentes boisées du massif des Pyrénées, ainsi qu'à l'étage montagnard (Fons et al., 1980).
Cette espèce est logiquement absente de la plaine de Tautavel.

j) Apodemus sylvaticus (Mulot sylvestre)

Le Mulot sylvestre est présent dans la quasi totalité de l'Europe, à l'exception des 2/3 septentrionaux de la Scandinavie.
On le rencontre également dans le nord-ouest de l'Afrique, au Proche-Orient et au niveau des latitudes moyennes de l'Asie jusqu'à l'Altaï (D. Schilling et al., 1986).
De part ses importantes facultés d'adaptation, on rencontre le Mulot sylvestre dans des biotopes très variés; dès lors qu'il y a une végétation herbacée (forêts de feuillus, forêts de conifères dont le sol n'est pas nu, bosquets, haies, talus et lisières).
Apodemus sylvaticus est encore présent dans la plaine de Tautavel. Il est en outre largement répandu dans les Pyrénées-Orientales, de la côte jusqu'aux forêts d'altitudes situées dans la partie orientale du département.

h) Glis sp. (Loir indéterminé)

Il n'a pas été possible de d'effectuer une détermination au niveau de l'espèce.
On peut néanmoins penser que le Loir de l'Arago présentait des affinités écologiques comparables à celles de la forme actuelle.
Glis glis est un habitant des forêts de feuillus, mixtes et du maquis.
On le rencontre également dans les régions de plaine jusqu'aux

premiers contreforts montagneux.
Il est absent de la partie ouest de la France et du nord de l'Europe.
Vers l'est, on le rencontre dans toute l'Europe centrale et orientale, ainsi qu'en Europe du sud-est; en Asie Mineure, au Proche-Orient et en asie centrale jusqu'au Pakistan, l'Altaï et le Tian-Shan (D. Schilling et al., 1986).
Le Loir est présent dans l'ensemble du département des Pyrénées-Orientales.

On peut également noter que l'association Glis glis-Dicrostonyx torquatus qui est réalisée à l'Arago et à la Garenne (J. Chaline, 1972) tend à montrer que le Loir a pu supporter des climats rigoureux, en subsistant dans des biotopes abrités.

i) Hystrix cristata (Porc-épic)

Le Porc-épic est un habitant des savannes et des steppes africaines :
On le rencontre de la Tanzanie eu sud de l'Egypte; au sud du Sahara, jusqu'à la Gambie; dans le nord-ouest, du Maroc à la Libye (D. Schilling et al., 1986).
Ce même auteur pense que le Porc-épic a été réintroduit en Europe durant l'époque romaine.

j) Marmota sp. (Marmotte indéterminée)

Comme nous l'avons déjà souligné précedemment, les Marmottes européennes sont originaires des steppes de Sibérie et il semble que l'espèce souche soit Marmota sibirica (R.P. Zimina et I.P. Gerasimov, 1979).
On a donc tout lieu de penser que la Marmotte de l'Arago présente des affinités écologiques comparables à celles de la "Tarbagan" actuelle qui se rencontrent dans les steppes de l'Asie moyenne, de l'Oural à l'Amour et de la Sibérie méridionale à la chaîne de l'Himalaya.

VI.2. ESPECES CONNUES UNIQUEMENT A L'ETAT FOSSILE :

a) Microtus brecciensis (Campagnol méditerranéen)

Chaline (1972), Jeannet (1979) et J.C. Marquet (1989) s'accordent à penser que Microtus brecciensis est un habitant des biotopes essentiellement méditerranéens.
On notera que les descendants présumés de cette espèce Microtus dentatus et Microtus cabrerae) se rencontrent actuellement dans certaines régions montagneuses des péninsules ibériques.

b) Allocricetus bursae

J.C. Marquet (1989) pense qu'Allocricetus bursae n'est pas un inconditionnel du climat continental très sec à intervalles très grands de températures, mais pourrait se développer dans une ambiance relativement tempérée.
Cet auteur classe Allocricetus bursae dans la catégorie des espèces de steppes continentales arides.

c) Pliomys lenki (Campagnol de Lenke)

La biologie du Campagnol de Lenke n'est pas encore bien connue.
J. Chaline (1983) range ce Campagnol dans la catégorie des espèces à biologie indéterminées.
J.C. Marquet (1989) pense qu'il s'agit d'une espèce caractéristique des espaces découverts peu arides.

d) Terricola vaufreyi

La révision des différentes espèces du genre Terricola (ex Pitymys) effectuée par P. Brunet-Lecomte tend à montrer que nous avons affaire à une forme particulière caractéristique du Pléistocène moyen.
L'utilisation de méthodes statistiques (voir chapitre suivant) permettra peut-être d'avoir une idée des affinités écologiques de cette espèce.

e) Arvicola cantiana

La biologie de l'espèce fossile Arvicola cantiana est également délicate à définir.
On notera cependant que Hinton (1926) et J. Chaline (1983) pensent qu'il s'agit d'une espèce de bordure d'eau.

VI.3. REGROUPEMENT EN CATEGORIES CLIMATIQUES

A ce stade de l'étude paléoécologique, il semble possible de regrouper les espèces recueillies à l'Arago en différentes catégories écologiques, comme J.Chaline et J.C. Marquet l'ont déjà fait :

***Catégorie I** : Espèce des steppes arctiques froides

-Dicrostonyx torquatus

***Catégorie II** : Espèce des espaces découverts et marécageux boréales.

-Microtus malei-oeconomus

***Catégorie III** : Espèces des steppes continentales

-Microtus gregalis
-Citellus sp.
-Allocricetus bursae (?)

***Catégorie IV** : Espèce des espaces découverts peu arides

-Microtus arvalis

***Catégorie V** : Espèce des espaces humides et forestiers

-Microtus agrestis

***Catégorie VI** : Espèces des forêts tempérées

-Glis sp.
-Apodemus sylvaticus
-Clethrionomys glareolus
-Eliomys quercinus

***Catégorie VII** : Espèces de bordure d'eau

-Castor fiber
-Arvicola cantiana (?)

*Catégorie VIII : Espèces méditerranéennes

-Microtus brecciensis
-Hystrix cristata

*Catégorie IX : Espèces à biologie indéterminée

-Pliomys lenki
-Terricola vaufreyi

On remarquera que l'on dispose de peu d'informations concernant les affinités écologiques de la plupart des espèces connues uniquement à l'état fossile.
Or, certaines sont particulièrement abondantes dans le gisement, et il paraît difficile d'effectuer une synthèse paléoécologique du gisement sans en tenir compte.
C'est la raison pour laquelle nous avons jugé nécessaire d'étudier de façon détaillée leurs distributions respectives dans les différents niveaux et leurs relations éventuelles avec les espèces à écologie connue.
Pour ce faire, nous avons eu recours à l'utilisation des méthodes statistiques suivantes : la classification automatique et l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

VI.4. LES METHODES STATISTIQUES MULTIVARIEES APPLIQUEES A L'ETUDE PALEOECOLOGIQUE DES RONGEURS DE LA CAUNE DE L'ARAGO.

Avant toute chose, précisons que, faute de temps, il ne nous a pas été possible d'effectuer une étude statistique approfondie.

A) Introduction.

Les méthodes statistiques que nous avons utilisées (classification automatique et analyse factorielle des données) sont décrites de façon détaillée par de nombreux auteurs (Benzecri J.P., 1973; Bruynooghe M., 1978; Jambu M., 1978; Djindjan F. et Leredde M., 1980).

Ces méthodes ont donné des résultats intéressants pour différents groupes (mollusques, foraminifères, oiseaux etc...).
L'application aux données des rongeurs a déjà été effectuée par C. Denys (1983, 1985) et J.C. Marquet (1989).

Le traitement des données a été effectué sur les logiciels STAT ITCF et BIOMECO.

Il convient de préciser que l'utilisation des données brutes (à partir des NMI) n'a pas donné de résultats concluants.
C'est la raison pour laquelle nous nous sommes résolus à utiliser une codification en log base 2, selon le principe défini par Laurin et Rousseau (1985) :

Code	NMI	% limites correspondants
0	0	0
1	1 à 2	0.01 à 0.02
2	3 à 4	0.03 à 0.04
3	5 à 8	0.05 à 0.08
4	9 à 16	0.09 à 0.16
5	17 à 32	0.17 à 0.32
6	33 à 64	0.33 à 0.64
7	65 à 128	0.65 à 1.28
8	129 à 256	1.29 à 2.56
9	257 à 512	2.57 à 5.12
10	513 à 1024	5.13 à 10.24
11	1025 à 2048	10.25 à 20.48
12	2049 à 4096	20.49 à 40.96
13	4097 à 8192	40.97 à 81.92
14	8193 à 16384	81.93 à 163.84

B) La classification automatique (analyse hiérarchique).

Les méthodes de classification automatique ont pour but de faire apparaître des regroupement significatifs dans un ensemble d'éléments.
A partir des matrices de corrélations, on établit des "noyaux" ou "grappes" de variables, ayant entre elles les plus forts coefficients de corrélation.
On établit ensuite des liaisons en fonctions d'autres objets à corrélations décroissantes, jusqu'au seuil de non significabilité.
Les "noeuds" successifs sont calculés suivants plusieurs méthodes d'agglomérations.
Nous avons utilisé la méthode d'agrégation en fonction de la variance : moment statistique d'ordre 2.
Cette méthode "minimise" la distance à l'intérieur des classes et "maximise" la distance entre les classes.

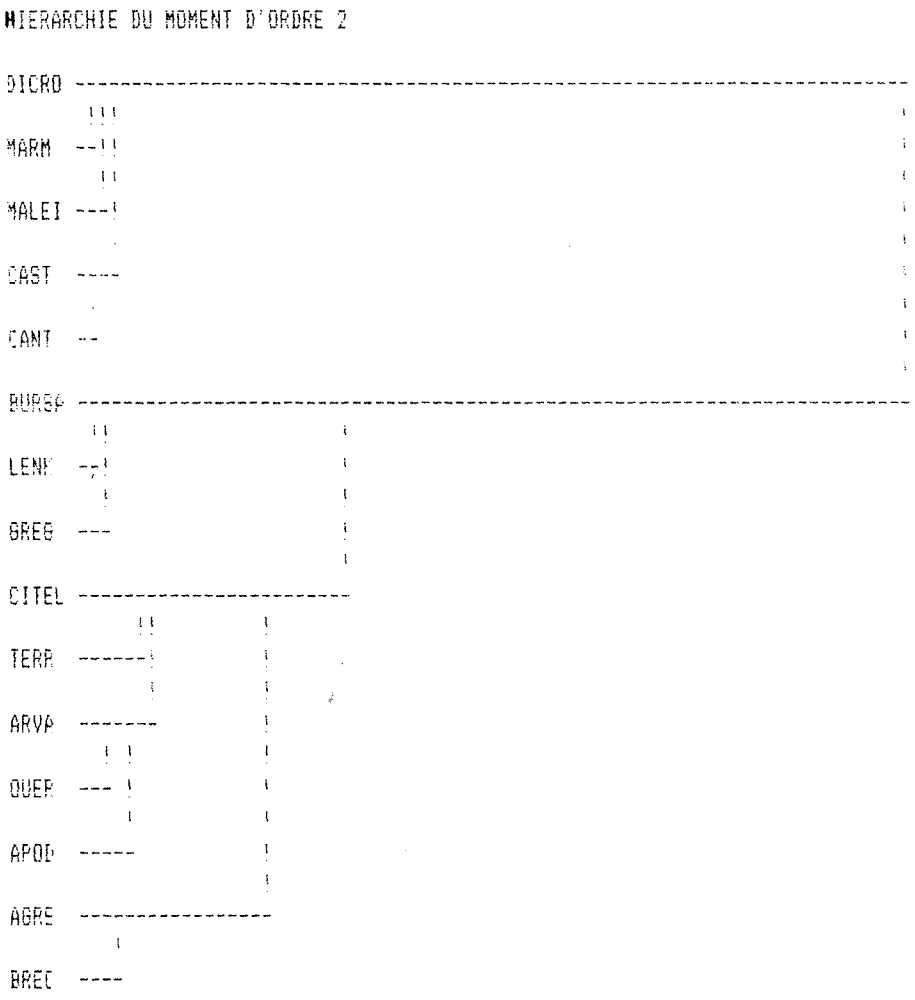
Le dendrogramme obtenu pour les rongeurs de la Caune de l'Arago (fréquences codées des espèces pour chacun des niveaux) peut être interprété de la façon suivante :

Trois grands ensembles s'individualisent :

-Le premier ensemble, constitué par des espèces peu représentées dans le gisement individualise deux sous-ensembles :
Le sous-ensemble 1a (Dicrostonyx torquatus, Microtus maleioeconomus et marmota sp.) regroupe des espèces de climat très froid, mais pas aride.
Le sous-ensemble 1b qui regroupe Castor fiber et Arvicola cantiana tend à montrer que nous sommes bien en présence de deux espèces inféodées à l'eau.

-Le second ensemble regroupe semble-t-il les espèces des steppes continentales. On remarquera que Pliomys lenki est inclus dans ce groupe.

Fig. 40 - Rongeurs : hiérarchie du moment d'ordre 2.



-Le troisième ensemble est semble-t-il constitué par les espèces de climat tempéré.
Deux sous-ensembles sont individualisés.
On peut penser que le sous-ensemble **3**a regroupe les espèces des espaces découverts peu arides, auquel cas Terricola vaufrey aurait des affinités écologiques comparables à celles de Terricola subterraneus.
Le sous-ensemble **3**b regroupe les espèces essentiellement forestières des régions tempérées et il n'est pas étonnant de voir Microtus agrestis dans cet ensemble.

-On notera enfin que Microtus brecciensis est isolé. On ne peut donc pas parler de quatrième groupe.
On notera cependant que les espèces abondantes dans les régions méditerranéennes ne sont pas regroupées dans un ensemble propre.

En conclusion, le dendrogramme, obtenu à partir d'une hiérarchie du moment d'ordre 2 permet de mieux cerner les affinités écologiques des espèces fossiles recueillies dans le gisement. Nous proposons donc de regrouper les espèces, en fonction de leurs affinités écologiques, de la façon suivante :

Catégorie I Steppes arctiques froides	Dicrostonyx torquatus
Catégorie II Zones marécageuses boréales	Microtus malei-oeconomus
Catégorie III Steppes continentales	Citellus sp. Marmota sp. Microtus gregalis Allocricetus bursae Pliomys lenki
Catégorie IV Espaces découverts peu arides	Microtus arvalis Terricola vaufreyi
Catégorie V Espaces humides et forestiers	Microtus agrestis
Catégorie VI Forêts tempérées	Eliomys quercinus Clethrionomys glaerolus Apodemus sylvaticus
Catégorie VII Bordure d'eau	Castor fiber Arvicola cantiana
Catégorie VIII Régions méditerranéennes	Microtus brecciensis Hystrix cristata

Tabl. 134 - Répartition des rongeurs dans les niveaux étudiés (N.M.I.) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
Marmota sp.	-	1	1	2	1	1	1	1	1
Citellus sp.	3	17	27	25	1	1	5	1	1
Eliomys quercinus	-	3	8	58	6	2	2	-	-
Glis sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Hystrix cf. cristata	2	-	-	-	-	-	-	-	1
Castor fiber	1	1	-	5	3	1	4	1	3
Allocricetus bursae	2	16	34	91	21	5	9	6	2
Apodemus sylvaticus	1	2	12	83	18	5	7	2	6
Microtus gregalis	5	25	85	66	27	8	41	21	-
Microtus brecciensis	-	6	14	15	71	2	17	1	-
Microtus arvalis	-	5	35	50	3	4	2	-	-
Microtus agrestis	-	3	6	5	11	2	17	8	4
Microtus malei-oeconomus	-	-	-	-	3	-	4	1	-
Arvicola cantiana	-	2	-	12	2	2	1	2	-
Dicrostonyx torquatus	-	1	2	4	-	-	-	1	-
Terricola vaufreyi	4	28	82	116	14	4	-	-	-
Pliomys lenki	2	31	113	182	26	9	29	12	-
Clethrionomys glaerolus	-	-	-	1(?)	-	-	-	-	-

ARC : steppes arctiques froides
BOR : zones marécageuses boréales
CONT : steppes continentales
DEC : espaces découverts peu arides
HUM : espaces humides et forestiers
TEMP : forêts tempérées
EAU : bordure d'eau
MED : régions méditerranéennes

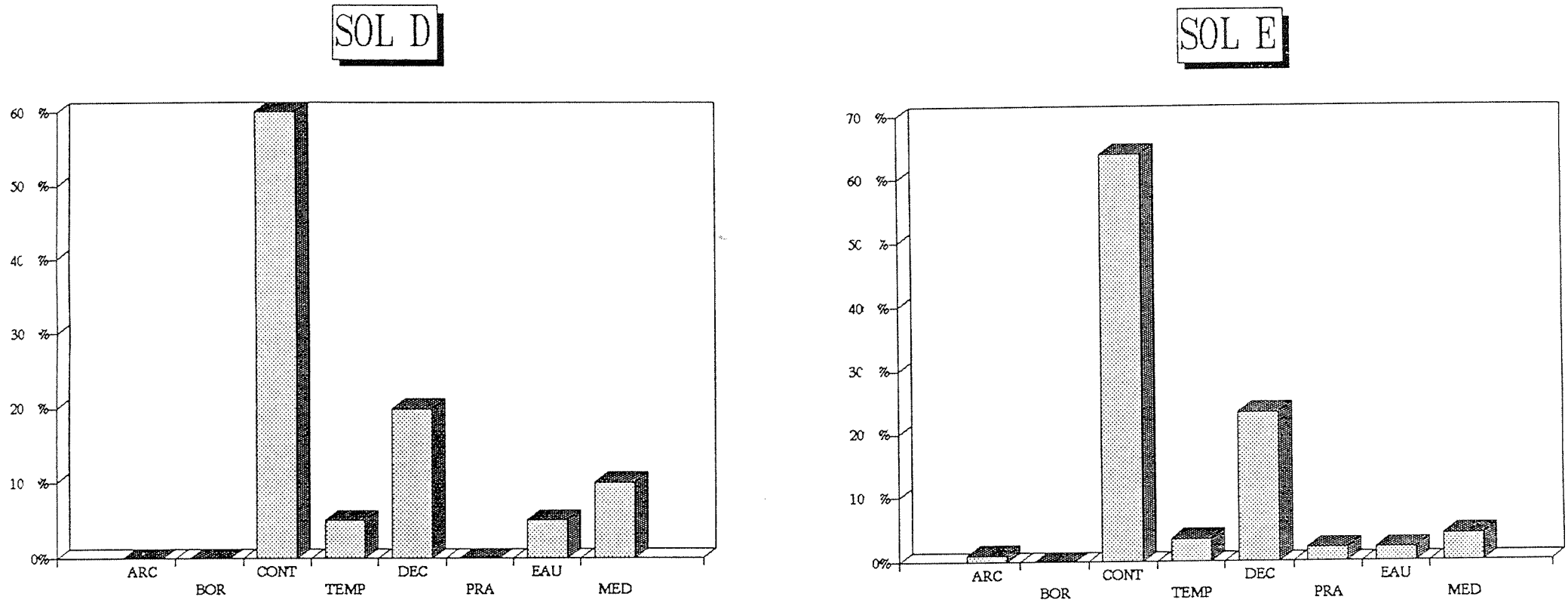


Fig. 41a - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols D et E.

ARC : steppes arctiques froides
BOR : zones marécageuses boréales
CONT : steppes continentales
DEC : espaces découverts peu arides
HUM : espaces humides et forestiers
TEMP : forêts tempérées
EAU : bordure d'eau
MED : régions méditerranéennes

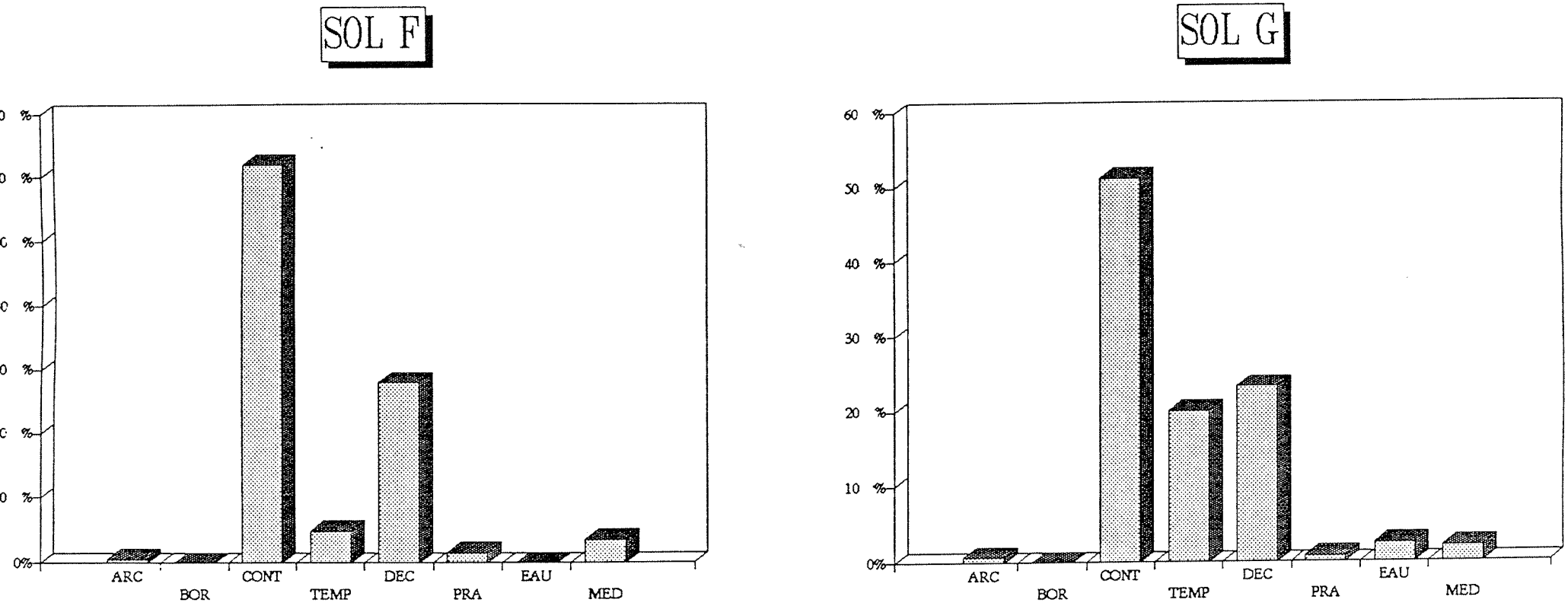


Fig. 41b - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols F et G.

ARC : steppes arctiques froides
BOR : zones marécageuses boréales
CONT : steppes continentales
DEC : espaces découverts peu arides
HUM : espaces humides et forestiers
TEMP : forêts tempérées
EAU : bordure d'eau
MED : régions méditerranéennes

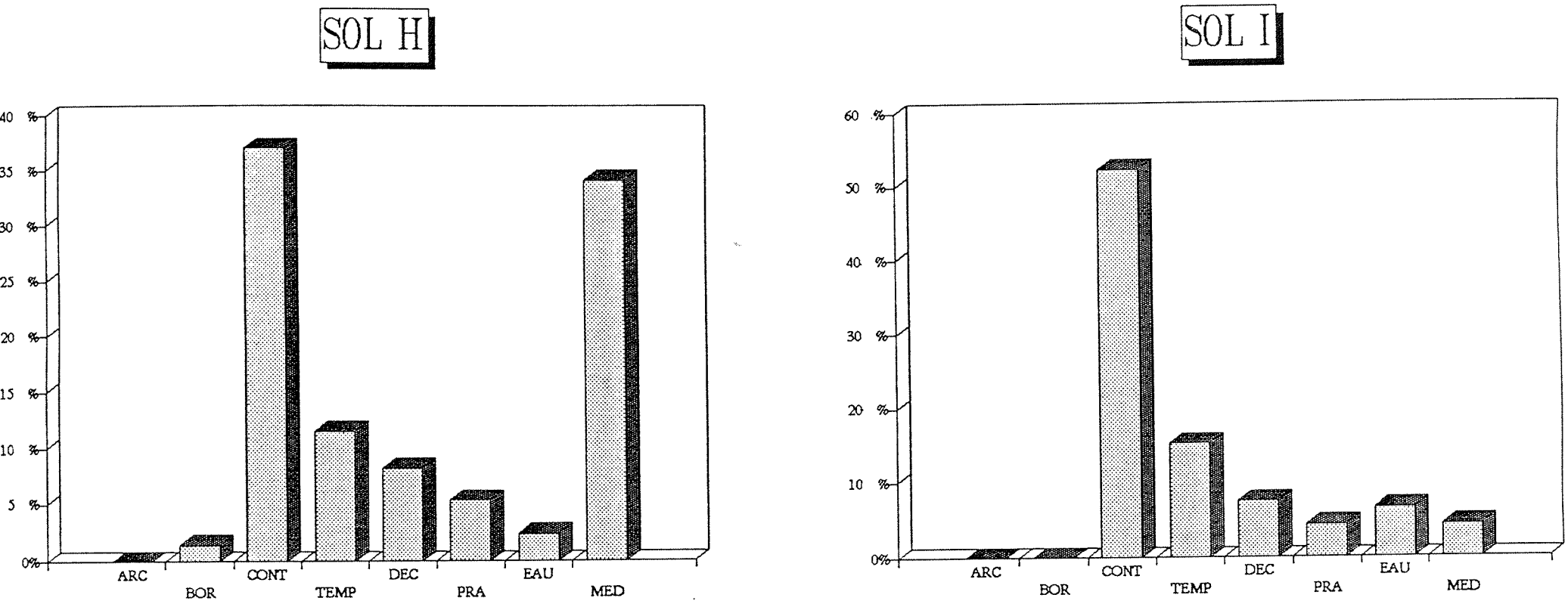
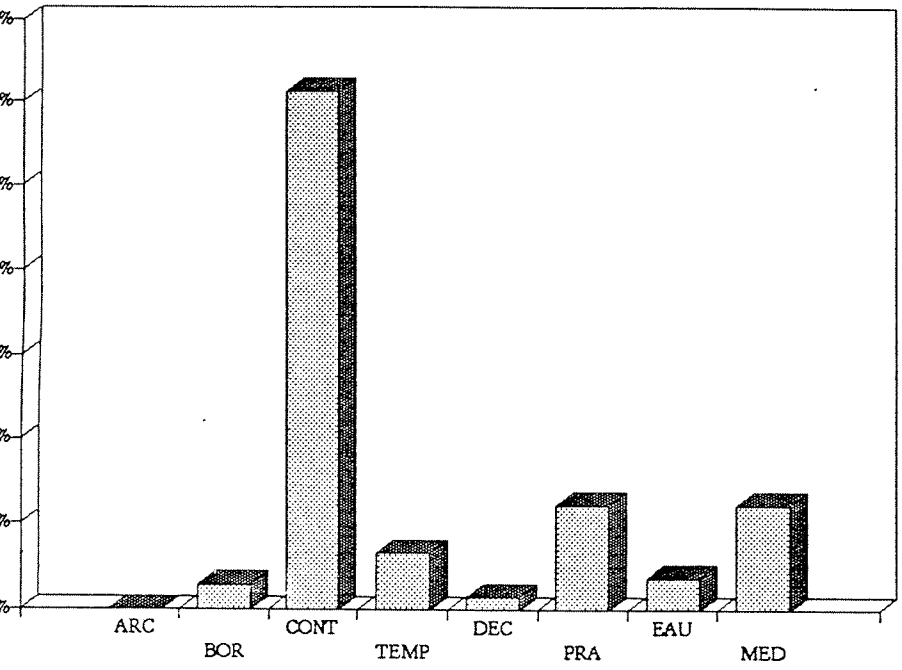


Fig. 41c - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols H et I

ARC : steppes arctiques froides
BOR : zones marécageuses boréales
CONT : steppes continentales
DEC : espaces découverts peu arides
HUM : espaces humides et forestiers
TEMP : forêts tempérées
EAU : bordure d'eau
MED : régions méditerranéennes

SOL J



SOL K

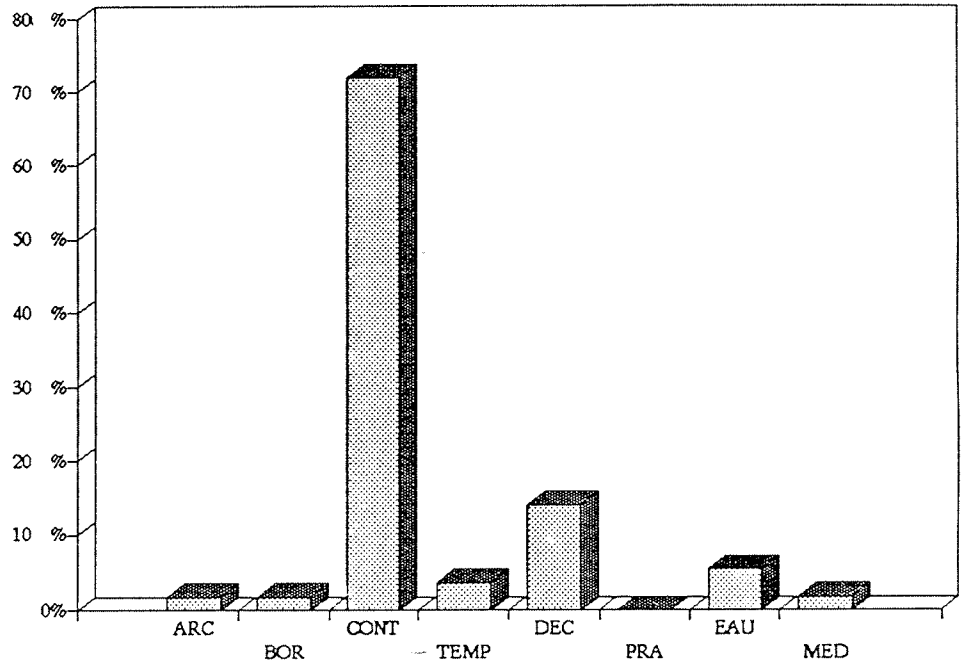
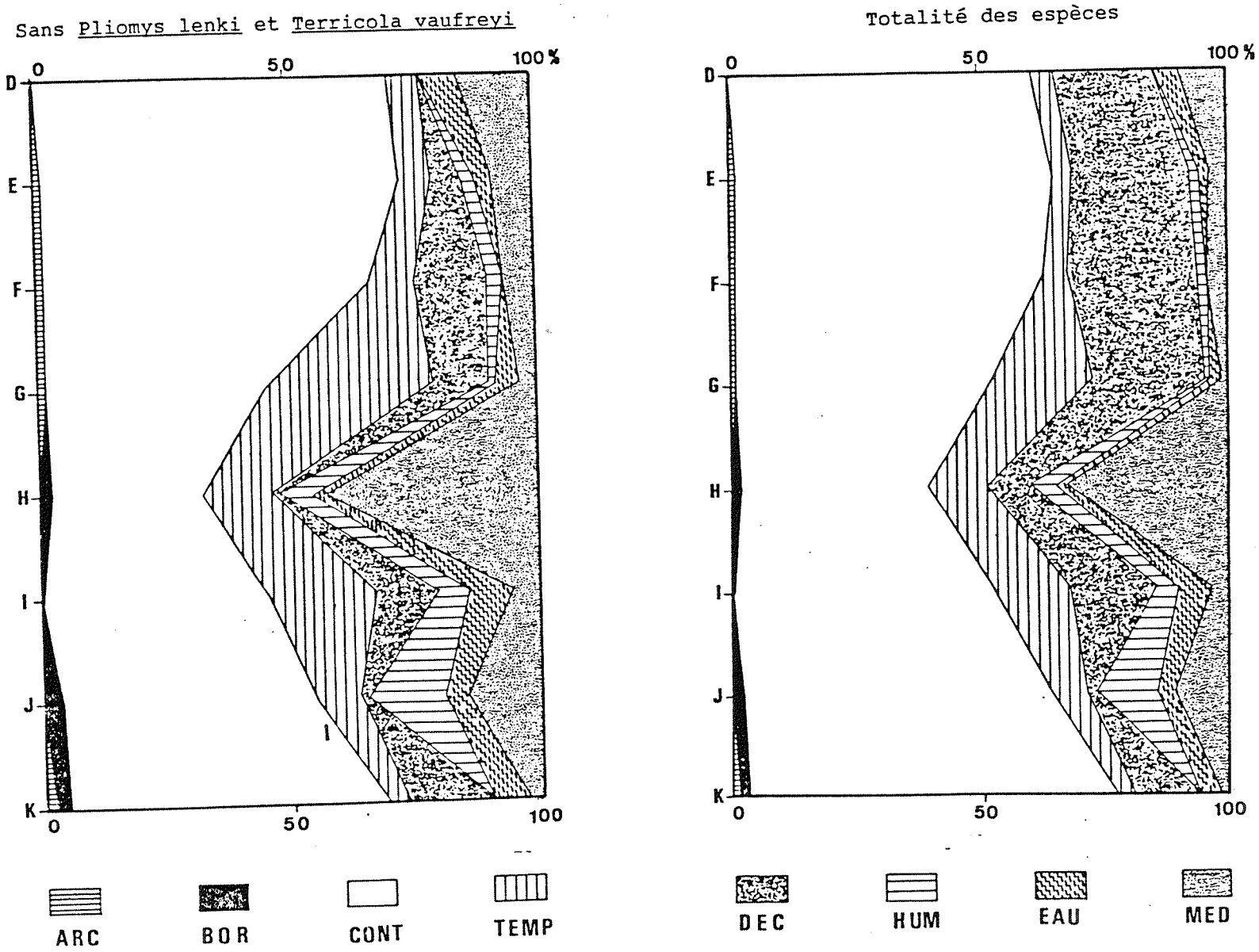


Fig. 41d - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols J et K.

Fig. 4le - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : synthèse (sols D à K).



C) L'analyse factorielle des correspondances.

Le but de l'analyse factorielle est de réduire un certain nombre de variables corrélées à un plus petit nombre de variables indépendantes appelés "facteurs".
L'analyse factorielle regroupe un ensemble de méthodes qui permettent de visualiser le contenu d'un tableau sous une forme géometrique plus accessible.
L'analyse fournit un certain nombre de plans qui permettent de rendre compte des liens entre les différents objets.

On obtient, sur les différents graphes, une projection simultanée des variables et des observations qui peut être interprétée de la façon suivante :

-Les distances entre les points sont celles du X^2 (KHI-2).
-Deux points proches seront corrélés.
-Deux points éloignés seront indépendants, aucune corrélation.
-Les points trop éloignés du centroïde "consomment" beaucoup de variance et ne sont pas interprétables, il est alors nécessaire de les éliminer.

On notera qu'il est généralement possible de mettre en évidence des couples "duaux" opposées dans l'espace des plans factoriels. D'autre part, il convient de préciser que les logiciels expriment un pourcentage de la variance pour chaque axe factoriel, qui peut être considéré comme étant un "facteur" que l'utilisateur essayera de définir.

Pour chacun des niveaux étudiés (sols D à K), nous avons tout d'abord regroupé les espèces dans les différentes catégories écologiques mises en évidence dans le chapitre précédent.
Nous avons également utilisé une codification en log base 2.
Le tableau des données s'établit alors de la façon suivante :

		NIVEAUX							
		D	E	F	G	H	I	J	K
E	ARC	0	1	1	2	0	0	0	1
C	BOR	0	0	0	0	2	0	2	1
O	CONT	4	7	9	9	7	5	7	6
L	EAU	1	2	0	5	3	2	3	2
O	DEC	2	5	7	8	5	3	1	0
G	HUM	0	2	3	3	4	1	5	3
I	TEMP	1	3	5	8	5	3	4	1
E	MED	1	3	4	4	7	1	5	1

Avec : ARC = steppes froides arctiques
BOR = zones marécageuses boréales
CONT = steppes continentales
EAU = bordure d'eau
DEC = espaces découverts peu arides
HUM = espaces humides et forestier
TEMP = forêts tempérées
MED = régions méditerranéennes

INTERPRETATION DE L'AFC :

-Pourcentage d'inertie des axes :

Les pourcentages d'inertie (ou % d'information) de chacun des axes peuvent se résumer de la façon suivante :

Axe 1 : 55.41%
Axe 2 : 20.78%
Axe 3 : 11.38%
Axe 4 : 9.06%

Axe 5 : 2.79%
Axe 6 : 0.36%
Axe 7 : 0.22%

On peut donc remarquer que les quatre premiers axes représentent 96.63% de l'information.

-Le plan factoriel défini par A1 et A2 :

Le plan factoriel défini par les axes 1 et 2 (cf. fig.XXX) représente 76.19% de l'information, ce qui est satisfaisant.

L'axe 1 "oppose" les espèces des steppes arctiques froides et les espèces méditerranéennes.
L'axe 2 "oppose" les espèces des zones marécageuses boréales et les espèces des milieux humides aux espèces des espaces découverts plutôt arides.

On peut donc émettre l'hypothèse suivante :

-L'axe 1 correspond à un axe de température régissant les affinités climatiques des espèces.

-L'axe 2 définit un gradient d'humidité.

On peut noter que les sols (D à K) de la Caune de l'Arago présentent également une disposition particulière dans le plan factoriel A1 + A2.
Trois "groupes" sont individualisés :

-"Groupe" I :
Ce groupe est formé par les sols H et J.
Ces niveaux correspondent semble-t-il à un climat tempéré,

Fig. 42 - Rongeurs regroupés en catégories climatiques : analyse factorielle des correspondances. Projection selon les axes 1 et 2.

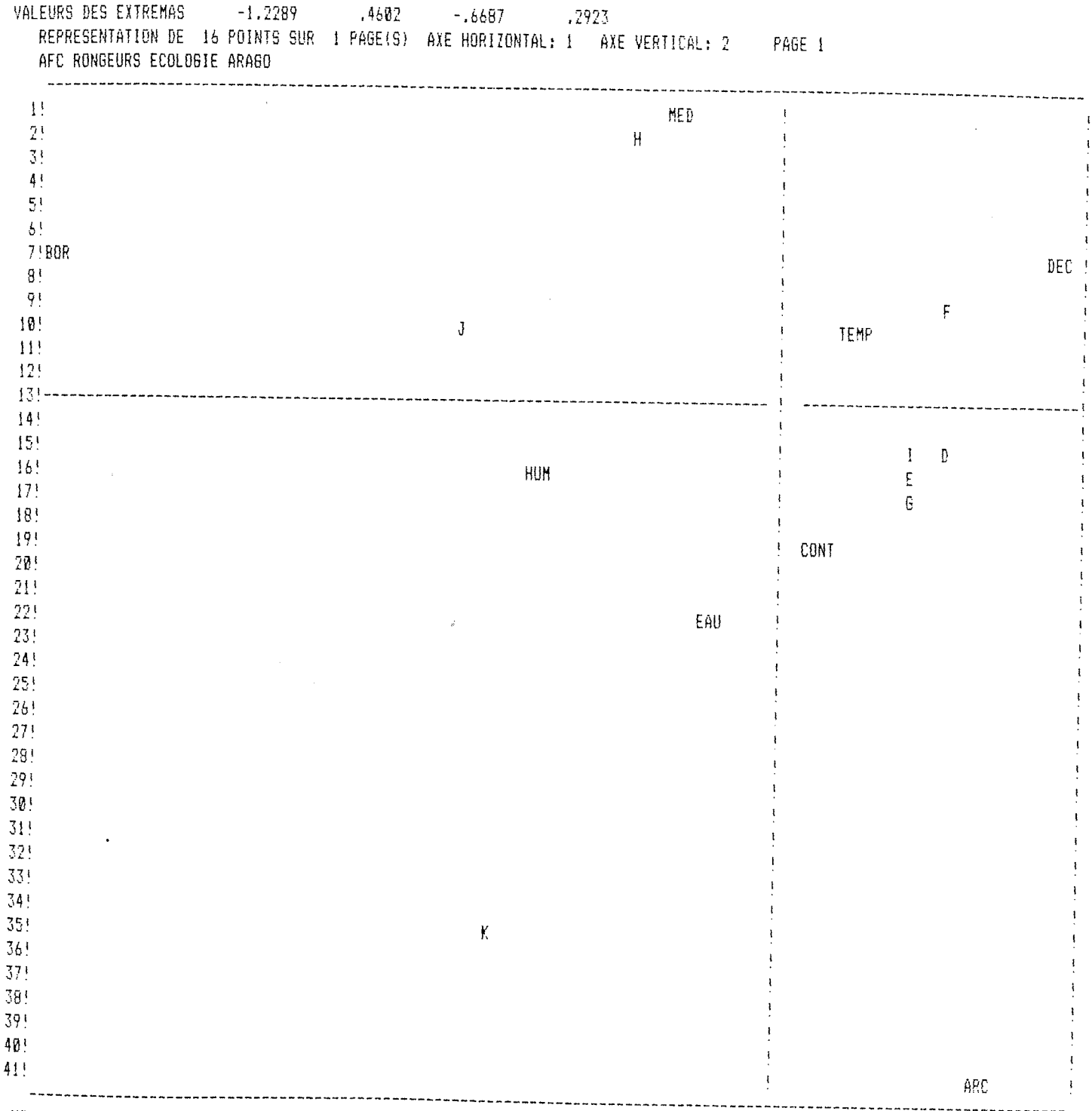


Fig. 43 - Rongeurs regroupés en catégories climatiques : analyse factorielle des correspondances. Projection selon les axes 2 et 3.

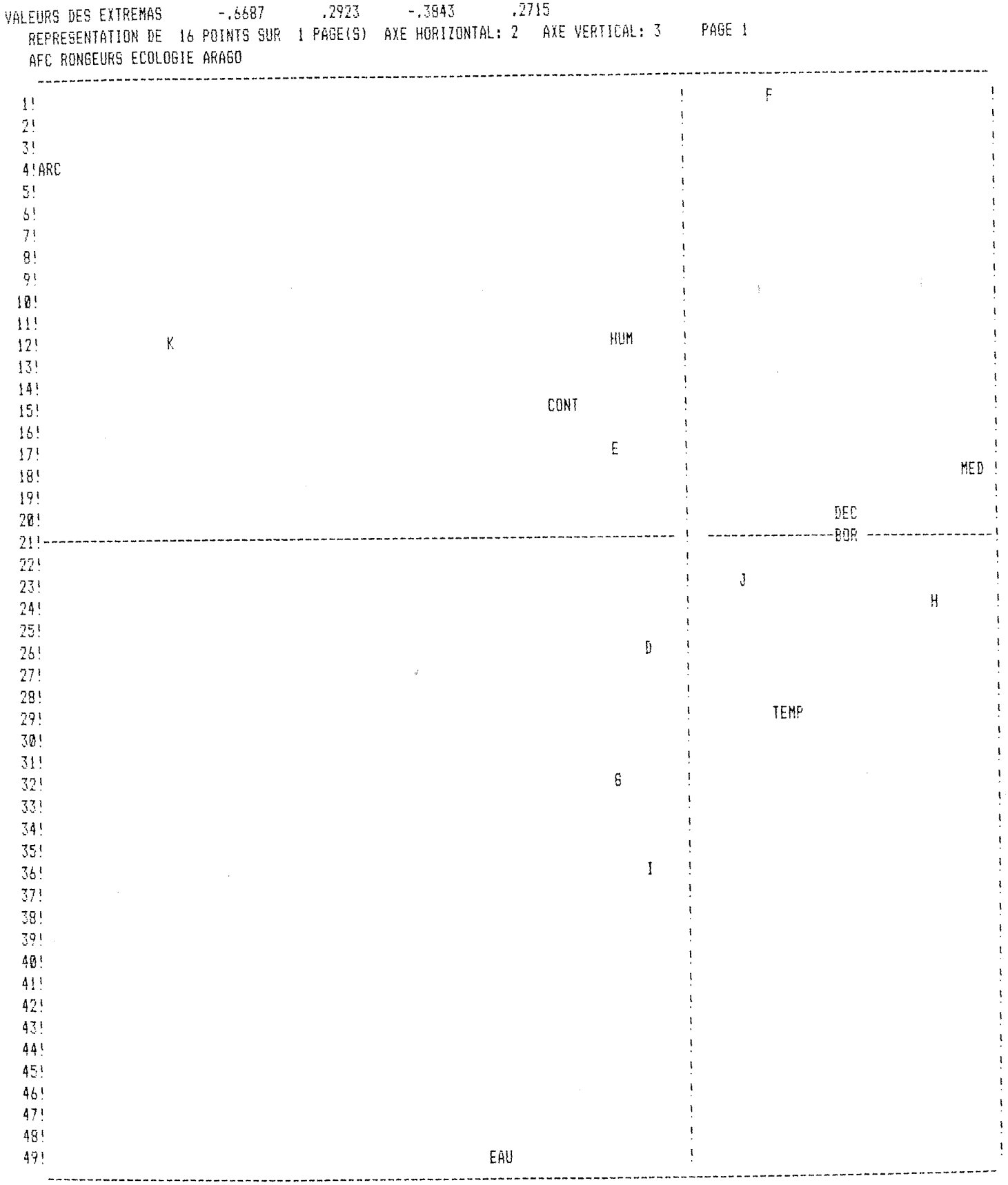
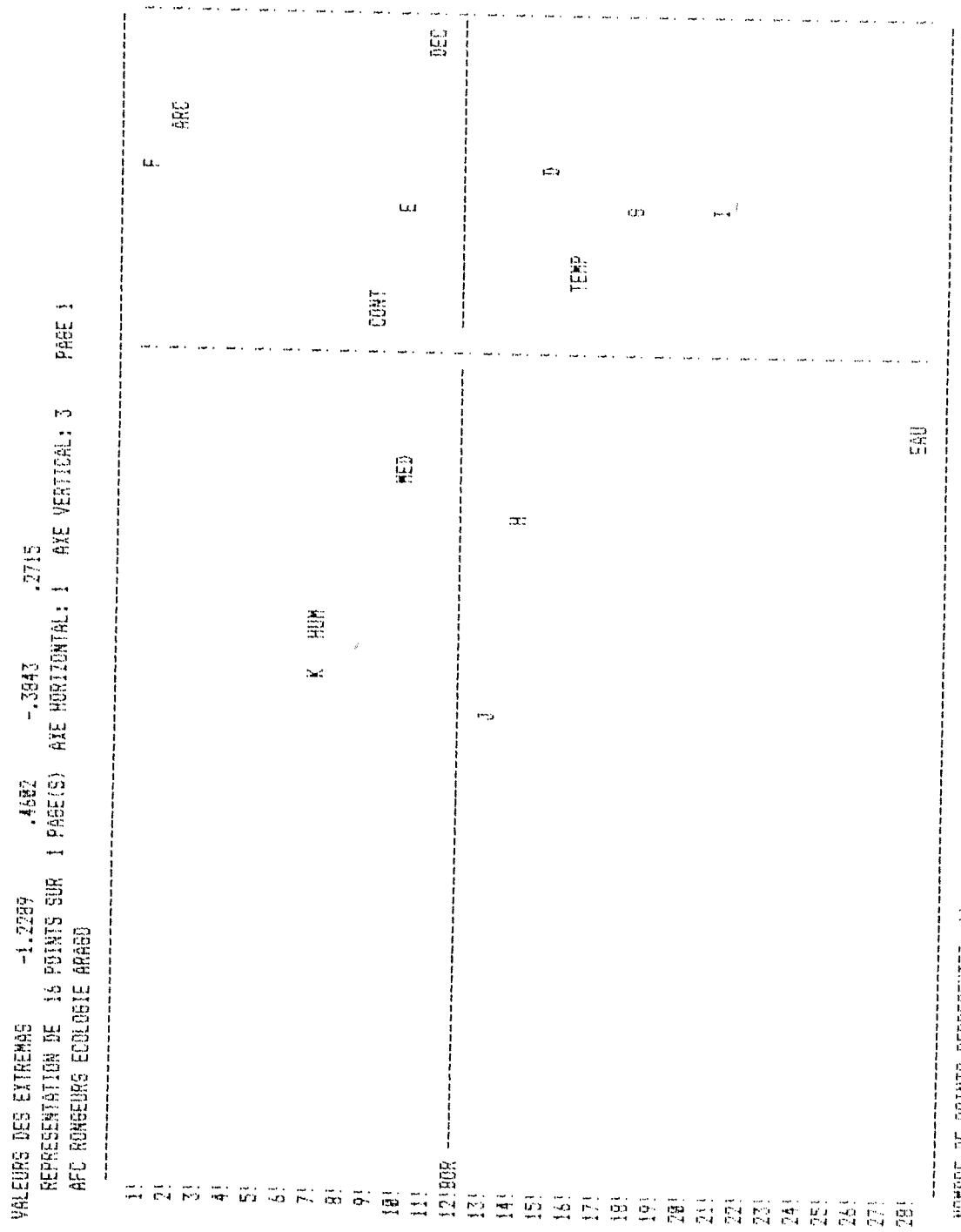


Fig. 44 - Rongeurs regroupés en catégories climatiques : analyse factorielle des correspondances. Projection selon les axes 1 et 3.



plutôt chaud et humide.

-"Groupe" II :
Ce groupe est formé par les sols D, E, F, G et I.
Il semble correspondre à un climat tempéré plus aride que le premier ensemble.

-"Groupe" III :
Il ne s'agit pas d'un vrai "groupe", dans la mesure où il ne contient qu'un seul niveau (le sol K).
On peut néanmoins penser que le sol K est contemporain d'un climat particulièrement froid.

Nous avons effectué une autre AFC sur les cortèges des rongeurs, selon le même principe, mais en prenant en compte cette fois la totalité des espèces au lieu des catégories climatiques (cf. fig. XXX).

Les pourcentages d'inertie des axes présentent les valeurs suivantes :

Axe 1 : 46.86%
Axe 2 : 19.62%
Axe 3 : 13.51%
Axe 4 : 10.32%
Axe 5 : 5.64%
Axe 6 : 2.54%
Axe 7 : 1.52%

Les axes 1 et 2 (66.48% de l'information) sont plus délicats à interpréter.

Il semble que l'axe 1 oppose des espèces qui habitent des biotopes humides (Microtus agrestis, Castor fiber et Microtus malei-oeconomus) à des espèces de biotopes plus arides (Microtus arvalis, Citellus sp. et Terricola vaufreyi).
On peut donc penser que cet axe définit un gradient d'humidité.

L'axe 2 oppose des espèces de milieux tempérés et méditerranéens (Eliomys quercinus, Microtus brecciensis et Apodemus sylvaticus) à des espèces de climats plus rudes (Microtus gregalis par exemple).
On peut donc penser que l'axe 2 correspond à un gradient de température.

Il n'a pas été possible d'interpréter les axes 3 et 4.

N.B : Nous avons également effectué une ACP, mais cette dernière n'a pas donné de résultats concluants.

---- NOMS DES COLONNES :
D E F G H I J K

POIDS DES COLONNES ACTIVES :

11.0	39.0	54.0	70.0	47.0	24.0	39.0	23.0

EDITION DES PREMIERES VALEURS PROPRES :

VALEUR PROPRE NO ZERO = 1.000000 TRACE = .21535910 EFFECTIF TOTAL = 307.

1	2	3	4	5	6	7
.1009250	.0422469	.0290930	.0222198	.0121404	.0054622	.0032718

CORRELATIONS CANONIQUES :

.3176870	.2055405	.1705667	.1490631	.1101835	.0739070	.0571993

POURCENTAGES D'INERTIE :

46.86	19.62	13.51	10.32	5.64	2.54	1.52

EDITION DES COORDONNEES ET DES CONTRIBUTIONS

NOMS	MASSES	DISTO	COORDONNEES						CONTRIBUTIONS						CORRELATIONS					
			F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
POINTS-COLONNE ACTIFS																				
D	36	848	271	-647	236	-544	0	0	26	355	69	477	0	0	87	493	66	349	0	0
E	127	127	239	-151	75	114	0	0	72	69	25	75	0	0	449	180	44	103	0	0
F	176	143	277	3	167	166	0	0	134	0	168	217	0	0	536	0	194	192	0	0
G	228	118	223	118	-205	-65	0	0	112	75	329	43	0	0	422	117	357	36	0	0
H	153	188	-273	272	143	-93	0	0	113	269	108	59	0	0	397	395	109	46	0	0
I	78	145	87	55	-161	-96	0	0	6	6	69	32	0	0	52	21	177	63	0	0
J	127	307	-526	-35	85	-3	0	0	349	4	32	0	0	0	902	4	24	0	0	0
K	75	503	-504	-355	-279	169	0	0	188	224	200	96	0	0	504	251	154	57	0	0
POINTS-LIGNE ACTIFS																				
DICR	16	778	288	-260	-524	428	0	0	13	26	154	134	0	0	107	87	353	235	0	0
MARM	23	194	-215	-64	-145	185	0	0	10	2	17	35	0	0	238	21	109	176	0	0
MALE	16	1839	-1324	116	210	-30	0	0	283	5	25	1	0	0	953	7	24	0	0	0
BURS	107	8	-26	-13	-28	40	0	0	1	0	3	8	0	0	82	19	94	197	0	0
CITE	75	255	269	-334	157	-11	0	0	54	197	64	0	0	0	285	437	97	1	0	0
ARVA	65	296	444	217	14	190	0	0	127	73	0	106	0	0	664	159	1	122	0	0
LENK	127	27	-38	-56	-71	83	0	0	2	9	22	40	0	0	54	116	186	255	0	0
AGRE	68	262	-475	-8	11	178	0	0	153	0	0	98	0	0	864	0	0	121	0	0
TERR	88	314	503	-1	181	-93	0	0	221	0	99	34	0	0	808	0	104	27	0	0
CAST	36	314	-240	-120	-152	-453	0	0	20	12	28	330	0	0	183	45	73	652	0	0
CANT	29	464	-30	139	-622	-125	0	0	0	13	390	21	0	0	2	42	834	34	0	0
QUER	52	250	273	380	-82	-17	0	0	38	178	12	1	0	0	298	579	27	1	0	0
APOD	81	127	-1	215	-57	-218	0	0	0	89	9	174	0	0	0	366	26	374	0	0
BREC	81	240	-283	285	250	42	0	0	64	156	174	6	0	0	333	337	260	7	0	0
GRES	134	93	-98	-274	25	-45	0	0	13	237	3	12	0	0	103	809	7	22	0	0

Fig. 45 - Rongeurs (espèces) : AFC.
Projection selon les axes 1 et 2.

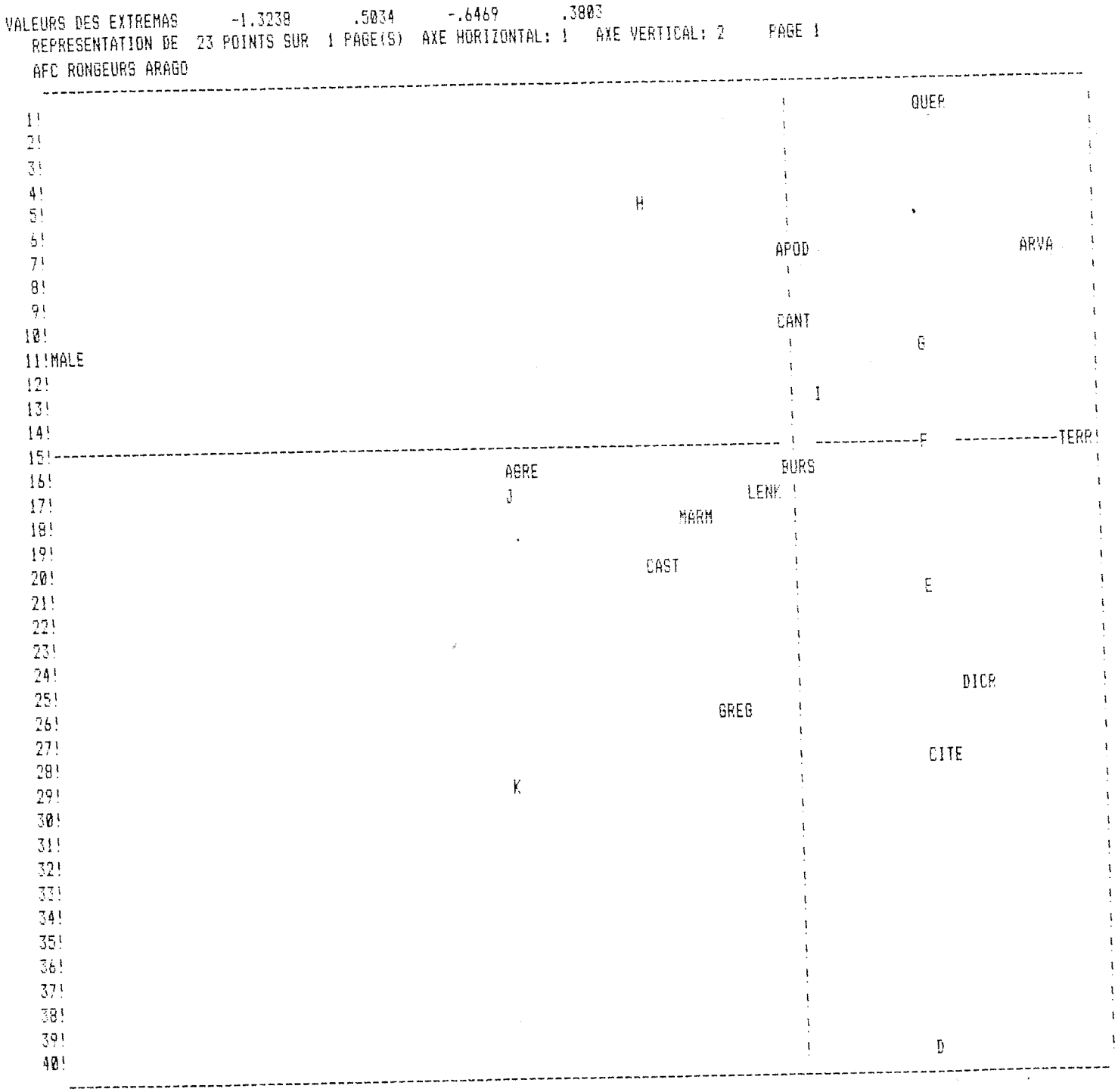
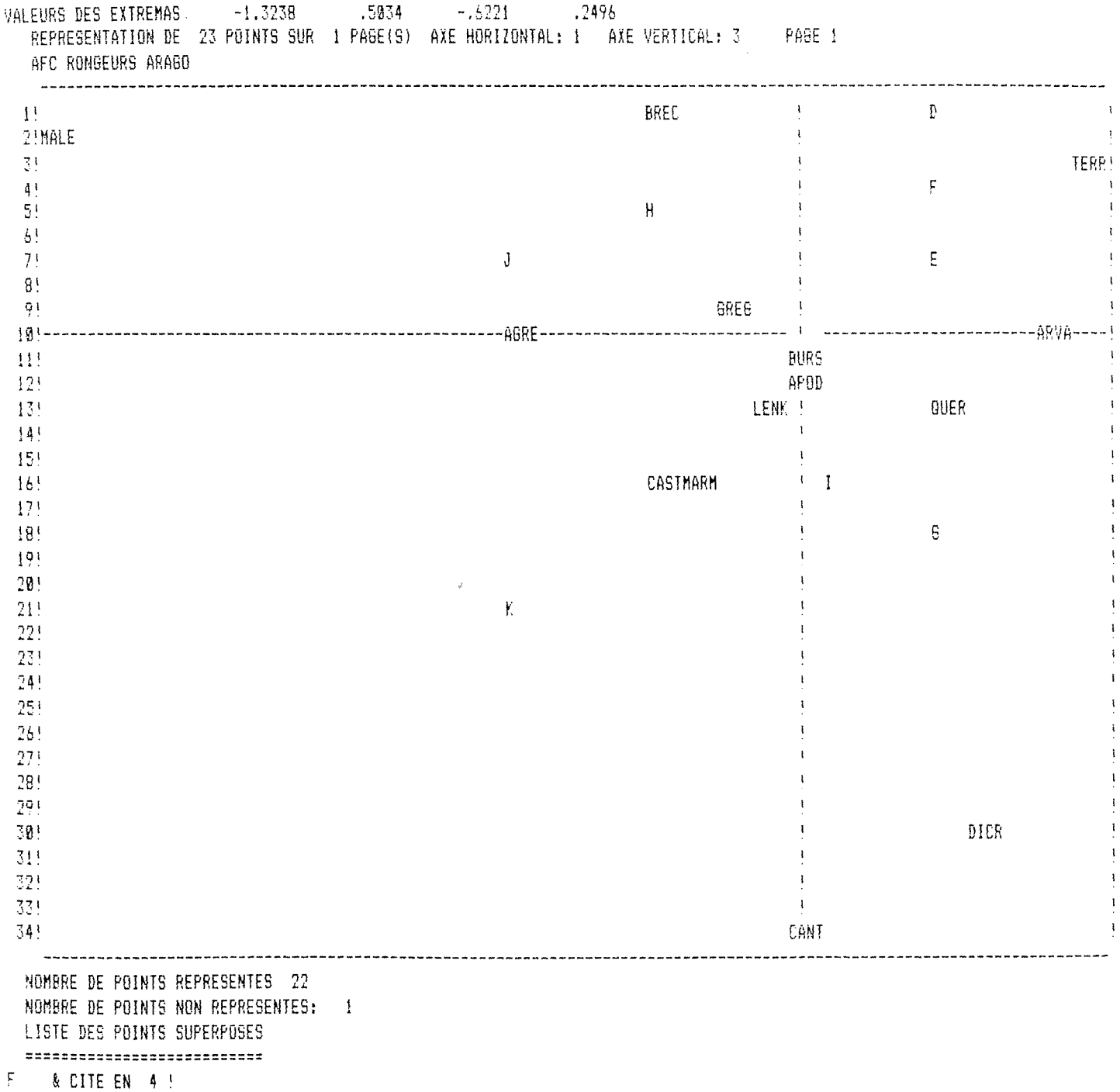


Fig. 46 - Rongeurs (espèces) : AFC.
Projection selon les axes 1 et 3.



VII. LES LAGOMORPHES.

*Ochotona pusilla.

Selon J. Chaline (1975), le Chépushka est une espèce des steppes asiatiques aux climats contrastés.
Ochotona pusilla est la forme la plus occidentale des Ochotonidae.
En Asie,on rencontre actuellement des représentants du genre Ochotona de l'Oural aux plateaux de l'Anadyr et des contreforts de l'Himalaya jusqu'au-delà du cercle polaire arctique.

*Lepus timidus.

Selon M.C. Saint-Girons (1973), le Lièvre variable remplace actuellement le Lièvre commun en altitude (Alpes) et dans les régions septentrionales (Scandinavie, Irlande et Ecosse). Dans les Alpes, il se rencontre à une altitude supérieure à 1300 mètres.
Selon N. Lopez Martinez (1980), la migration du Lièvre variable vers ces contrées nordiques, insulaires ou d'altitude se serait faite sous la poussée du Lièvre commun en dehors de toute considération climatique.
E. Donard (1982) souligne que dans les gisements du Pléistocène situés à basse altitude, il est régulièrement associé à des faunes de climat froid à très froid.
Ces deux auteurs s'accordent à penser que le Lièvre variable supporte des conditions climatiques beaucoup plus rigoureuses que son concurrent.
Il paraît difficile de nier de façon catégorique le fait que Lepus timidus soit indicateur de climat froid.
On peut également penser que cette espèce a pu supporter des conditions climatiques plutôt tempérées.

*Oryctolagus cuniculus huxleyi.

En France, cette sous-espèce occupe actuellement la région méditerranéenne, ce qui tend à montrer qu'elle est représentative d'un climat plutôt chaud.
Comme dans le cas précédent, il paraît difficile de nier de façon catégorique cette signification climatique. On peut néanmoins penser que la forme primitive d'Oryctolagus cuniculus huxleyi a pu s'accomoder de conditions climatiques plus rigoureuses à l'instar de Microtus brecciensis (cf. chapitre précédent).

Tabl. 135 - Répartition des lagomorphes dans les niveaux étudiés (N.M.I.) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
Ochotona pusilla	1	1	4	9	7	-	7	2	1
Lepus timidus	1	2	3	3	1	-	2	1	3
Oryctolagus cuniculus	5	16	48	145	45	9	37	9	16

VIII. LES OISEAUX.

Les espèces sont nombreuses dans le gisement.
Elles nous fournissent des indications sur les niches écologiques et les conditions climatiques contemporaines du dépôt des niveaux étudiés.

VIII.1. Signification climato-écologique.

Les espèces ont été regroupées en différentes catégories basées sur le modèle proposé par P. Vilettte (1983).
Les remarques concernant l'écologie des espèces actuellement présentes dans les Pyrénées-Orientales sont issues des données de Prodon et al. (1984).
Nous renvoyons également le lecteur aux travaux de Géroudet (1957, 1959, 1961, 1963, 1965 et 1967) et Voous (1960) pour plus de renseignements concernants l'écologie des oiseaux.

A) **Espèces d'espaces découverts froids.**

Cette catégorie comprend les espèces qui vivent dans la toundra, les landes, les collines, les rochers, les steppes, dans les zones climatiques de toundra et boréale.

*Nyctea scandiaca.

L'Harfang des neiges est peut-être présent dans le remplissage de la Caune de l'Arago, nous avons donc jugé utile de rappeler ici les affinités climato-écologiques de cette espèce.
C'est un oiseau circumpolaire qui se rencontre actuellement en Islande, dans les montagnes de Scandinavie, dans les toundras eurasiennes de la Laponie à la mer de Berhing, dans les îles arctiques et dans l'extrême nord de l'Amérique.
Selon P. Géroudet (1965), son aire de répartition européenne est limitée à la zone de toundras nues, entre les neiges persistantes et les broussailles; du niveau de la mer dans l'extrême nord de l'Europe et jusqu'aux plateaux situés de 100 à 1500 mètres d'altitude dans le sud de la Norvège.
Plutôt que de migration, cet auteur préfère parler de "dispersion dont la seule fraction méridionale est apparente".
En hiver, on rencontre parfois des individus au nord des îles britanniques et sur les rives méridionales de la Baltique.

*Pyrrhocorax graculus.

Dans les P.O., on rencontre actuellement le Chocard à bec jaune de 1700 à 2700 mètres d'altitude.
Il est sédentaire et niche au delà de la limite des forêts.

*Asio flammeus.

Le Hibou des marais niche principalement dans les terrains très découverts ou peu boisés du nord de l'Europe (toundras, tourbières, hauts-plateaux de Scandinavie et d'Europe occidentale).
La nidification est très irrégulière au-dessous du 50° de latitude.
Il est migrateur et il semble que ses migrations sont plus liées aux besoins alimentaires qu'aux besoins climatiques (P. Géroudet, 1965).

Dans les P.O., le Hibou des marais est un migrateur et un hivernant régulier sur les étangs littoraux.
Cette espèce a été mise en évidence dans les remplissages sub-actuels de la plaine de Tautavel.

B) **Espèce de la forêt boréale.**

Cette catégorie comprend les espèces qui vivent dans la zone boréale et qui peuvent fréquenter les surfaces d'eau libre ou les tourbières de la taïga.

*Aegolius funereus.

La Chouette de tengmalm est sédentaire.
On la rencontre principalement dans les forêts boréales d'Eurasie (Scandinavie et nord de l'U.R.S.S. jusqu'au 69° de latitude).
Selon P. Géroudet (1965), il s'agit d'un témoin de l'extension post-glaciaire de la taïga qui se maintient dans les massifs montagneux d'Europe centrale ainsi que dans le Jura, les Vosges et en Bourgogne.

Dans les P.O., la Chouette de tengmalm est un nicheur très localisé dans la forêt de pins en montagne (entre 1600 et 2300 mètres d'altitude).
Elle niche également dans le département du Var depuis peu de temps (Launay, 1982 et 1988).
Des éléments osseux se rapportant à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages sub-actuels de la plaine de Tautavel.

C) **Espèce de rochers ou de montagne.**

Cette catégorie exclut certaines espèces qui vivent dans de tels milieux mais dont la signification climatique particulière oblige la définition d'une catégorie spéciale, celle des oiseaux xéromontanes.

*Columba livia.

Le Pigeon biset est sédentaire.
Il est suscepitible d'avoir niché dans la grotte.
On le retrouve localement dans le sud et l'ouest de l'Europe.
Cette espèce a été remplacée par le Pigeon domestique.

D) **Espèces xéromontanes.**

Cette catégorie a été définie par C. Mourer-Chauviré (1975) et regroupe les oiseaux dont la distribution est limitée au Sud de la province paléarctique et qui, tout en étant indifférents à la tempéraure, "indiquent un climat qui peut subir de grands écarts de températures, et qui peut être très froid durant certaines périodes, mais qui doit rester généralement sec et ensoleillé". P. Vilette (1983) souligne qu'ils vivent surtout dans les régions montagneuses.

*Pyrrhocorax pyrrhocorax.

Le Crave à bec rouge est présent dans les P.O. de 100 à 2100 m.
Il est sédentaire et erratique.
Il niche dans tous les biotopes favorables.
Au niveau de la plaine de Tautavel, cette espèce niche encore dans la Caune de l'Arago.

*Gypaëtus barbatus.

Le Gypaète barbu a été réintroduit dans les Pyrénées il y a quelques années.

Au niveau des P.O., on peut noter que les adultes sont cantonnés en haute montagne.
On constate également un erratisme occasionnel des immatures dans les plaines du Roussilon.

*Aegypius monachus.

Le Vautour moine est sédentaire.
Il possède une vaste aire de répartition : Europe du sud, Maghreb, Caucase, Asie Mineure, Asie centrale et Mongolie orientale.
Il habite principalement les montagnes et les plaines désertes, mais on le rencontre également dans les zones rocheuses.
Selon P. Géroudet (1965), des jeunes immatures s'égaraient encore

dans les Pyrénées il y a une trentaine d'années.

*Apus melba.

Le Martinet à ventre blanc est nicheur dans le sud de l'Europe, dans les régions montagneuses ainsi que le long du littoral.

Dans les P.O., cette espèce conserve un site de nidification. Elle se rencontre encore actuellement en phase migratoire dans la plaine de Tautavel.

*Alectoris graeca.

La Perdrix bartavelle est sédentaire.
Elle fréquente les versants rocailleux escarpés au dessus de 1200 mètres d'altitude.
En France, on la rencontre actuellement dans les Alpes.
Elle a été observée une fois dans la plaine de Tautavel en 1975.

*Ptyonoprogne rupestris.

L'Hirondelle des rochers est migratrice.
Elle niche en colonies éparses dans les régions montagneuses ou sur les côtes rocheuses d'Europe méridionale.
Le nid est généralement construit sur une paroi rocheuse.

Elle établit régulièrement ses quartiers d'hiver dans le département des Pyrénées-Orientales.

E) **Espèces des espaces découverts tempérés.**

Cette catégorie regroupe les espèces qui vivent dans tous les types de milieux sans arbres situés dans des régions tempérées (prairies, plaines, landes etc...)

*Athene noctua.

la Chouette chevêche est sédentaire et commune dans le sud et le centre de l'Europe. On la rencontre également au Maghreb.

Elle niche dans tout le département des P.O. où elle est abondante en plaine et sur le littoral, et rare sur les reliefs. Elle est également présente dans la plaine de Tautavel.

*Pica pica.

La Pie bavarde est sédentaire.
Elle niche dans la quasi-totalité de l'Europe.

Dans le département des P.O., elle est présente de 0 à 1500 m.
C'est un nicheur abondant et généralement distribué avec quelques absences en montagne.
Des ossements se rapportant à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

*Corvus corone.

La Corneille noire est sédentaire.
Elle est présente un peu partout en Europe occidentale.

Dans les Pyrénées-Orientales, elle est présente de 0 à 2000 mètres d'altitude et c'est un nicheur commun au dessus de 1000 mètres.
Le nombre de nicheurs décroit avec l'altitude pour devenir nul en plaine.
Au printemps, on peut observer des couples le long du littoral.

*Sturnus vulgaris.

L'Etourneau sansonnet est un migrateur partiel.

Dans les P.O., il est présent de 0 à 1600 mètres d'altitude.
Il niche depuis peu de temps dans le département.
On notera cependant que le nombre d'hivernants est très abondant.

*Falco tinnunculus.

Le Faucon crécerelle est un migrateur partiel.
Son aire de répartition couvre la totalité de l'Eurasie et une grande partie de l'Afrique.

Dans les P.O., c'est un hivernant et un migrateur commmun.
On le rencontre de la bande côtiere à la haute montagne.
Des éléments osseux se rapportant à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages sub-actuels de la plaine de Tautavel.
On notera que P. Géroudet (1965) considère que le Faucon crécerelle est une espèce ubiquiste.

*Aquilla chrysaetos.

L'Aigle royal est présent dans le département des P.O. de 400 à 2250 mètres d'altitude.
Il est nicheur sur tous les massifs montagneux.
On constate un erratisme des jeunes en plaine.

*Perdix palaeoperdix.

Cette forme fossile de Perdrix est connue uniquement à l'état fossile.
Selon Mourer-Chauviré (1975), cette espèce fréquentait les mêmes

milieux que la forme actuelle Perdix perdix, c'est à dire les espaces découverts des régions tempérées.

F) **Espèces des forêts tempérées.**

Cette catégorie regroupent les espèces qui vivent dans les milieux arborés (de la forêt dense aux bois clairs), à l'exception de la forêt tropicale et des milieux arborés de la toundra.

*Columba oenas.

Le Pigeon colombin est un migrateur partiel.

Dans le département des P.O., il est présent dans tous les milieux boisés.
Quelques observations hivernales ont été effectuées en plaine.
D'autre part, il semble qu'il soit sédentaire et hivernant dans le département.

*Asio otus.

Le Hibou moyen-duc est un migrateur partiel largement répandu dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord.

Dans les P.O., il est sédentaire et hivernant.
Son aire de nidification fait l'objet d'une controverse :
Affre (1978) pense qu'il niche uniquement dans les zones montagneuses et boisées du département; alors que Prodon (1984) pense qu'il niche également en plaine jusqu'à la frange littorale.

*Turdus pilaris.

La Grive litorne est un migrateur partiel.
Son aire de répartition est principalement située en Europe du Nord.

Dans les P.O., il s'agit d'un hivernant peu commun dont le nombre d'individus dépend de l'importance des coups de froid.

*Turdus viscivorus.

La Grive draine est un migrateur partiel.

Dans les P.O., on la rencontre de 100 à 1200 mètres d'altitude.
Elle est surtout abondante en montagne, dans les forêts de conifères.
Une partie de la population est sédentaire et on rencontre également de nombreux hivernants en montagne.

*Ficedulla albicollis.

Le Gobe-mouches à collier est un oiseau migrateur.
Son aire de nidification est située en Europe centrale, dans les Alpes, dans les Balkans et dans le sud de l'Italie.
Les P.O. ne constituent pas actuellement une zone de passage de cette espèce.

*Carduelis spinus.

Le Tarin des aulnes est un migrateur partiel.
Son aire de nidification est principalement limitée à l'Europe centrale et aux régions septentrionales de l'Europe.

Dans les P.O., on le rencontre de 1500 à 2000 mètres d'altitude.
Il est nicheur à l'étage alpin.
C'est également un migrateur régulier en petit nombre et un hivernant peu commun et localisé jusqu'aux ripisylves de basse altitude.

*Coccothraustes coccothraustes.

Le Gros-bec casse noyaux est un migrateur partiel dont l'aire de nidification est située en Europe centrale et localement en Scandinavie.

Dans les P.O., il s'agit d'un migrateur régulier en moyenne montagne et d'un hivernant exceptionnel en plaine.

*Garrulus glandarius.

Le Geai des chênes est un migrateur partiel en Europe.

Dans les P.O., où il est sédentaire, on le rencontre de 100 à 1900 mètres d'altitude.
Il s'agit d'un nicheur généralement distribué jusqu'à la forêt subalpine.
Il est par contre peu commun dans la plaine et les basses collines.
Des éléments osseux se rapportant à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

G) **Espèces de bordure d'eau.**

Cette catégorie regroupe les espèces qui fréquentent les surfaces d'eau libre des régions tempérées.

*Gallinago gallinago.

La Bécassine des marais niche dans le nord de l'Europe et en

Europe centrale où elle est commune dans les marais et les landes humides. Il s'agit d'un migrateur partiel qui établit ses quartiers d'hiver notamment dans le sud de l'Europe, au Maghreb et en Asie Mineure.
Dans les P.O., il s'agit d'un migrateur régulier et abondant sur les abords des étangs littoraux. Elle hiverne par contre rarement dans le département.
Des éléments osseux se rapportant à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

*Anas platyrhynchos.

Le Canard colvert est un migrateur partiel.
Il niche actuellement dans la plupart des zones humides du département. A partir du mois de novembre, de nombreux hivernants viennent gonfler les effectifs de Canard colvert.
Des éléments osseux se rapportant à cette espèce ont été recueillis dans les remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

*Mergus merganser.

Le Harle bièvre est un migrateur partiel.
Son aire de nidification est limitée aux régions septentrionales de l'Europe et de la Sibérie.
Ses quartiers d'hiver sont généralement situés au nord des régions méditerranéennes. C'est la raison pour laquelle le Harle bièvre hiverne très rarement sur le littoral des P.O. et exceptionnellement sur les plans d'eau de l'intérieur.

H) **Espèces méditerranéennes.**

*Hieraaetus fasciatus.

L'Aigle de Bonelli est sédentaire et nicheur dans le sud de l'Europe.

Il niche dans la partie est du département de Pyrénées-Orientales avec une présence remarquable en Montagne.
On peut encore l'observer actuellement dans la plaine de Tautavel.

*Alectoris barbara.

La Perdrix gambra est sédentaire.
En Europe, on la rencontre actuellement à Gibraltar et en Sardaigne.
Elle est abondante dans les pays du Maghreb.

I) **Espèces ubiquistes.**

*Corvus antecorax.

Selon Mourer-Chauviré (1975), la forme fossile du grand Corbeau était également une espèce ubiquiste.
On peut noter à titre indicatif que le grand Corbeau actuel est sédentaire et qu'il présente une vaste aire de répartition en Europe (régions méditerranéennes, Europe centrale, Scandinavie, Russie et Sibérie septentrionale).
Dans les P.O., il est présent de 100 à 2000 m d'altitude. Il est généralement distribué dans toutes les parties accidentées. Il est par contre absent des plaines du Roussillon mais il nichait encore le long du littoral il y a quelques années.
Dans le département, il est sédentaire et peu erratique.
Des éléments osseux se rapportant à Corvus corax ont été recueillis dans les remplissages actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel.

*Bubo bubo.

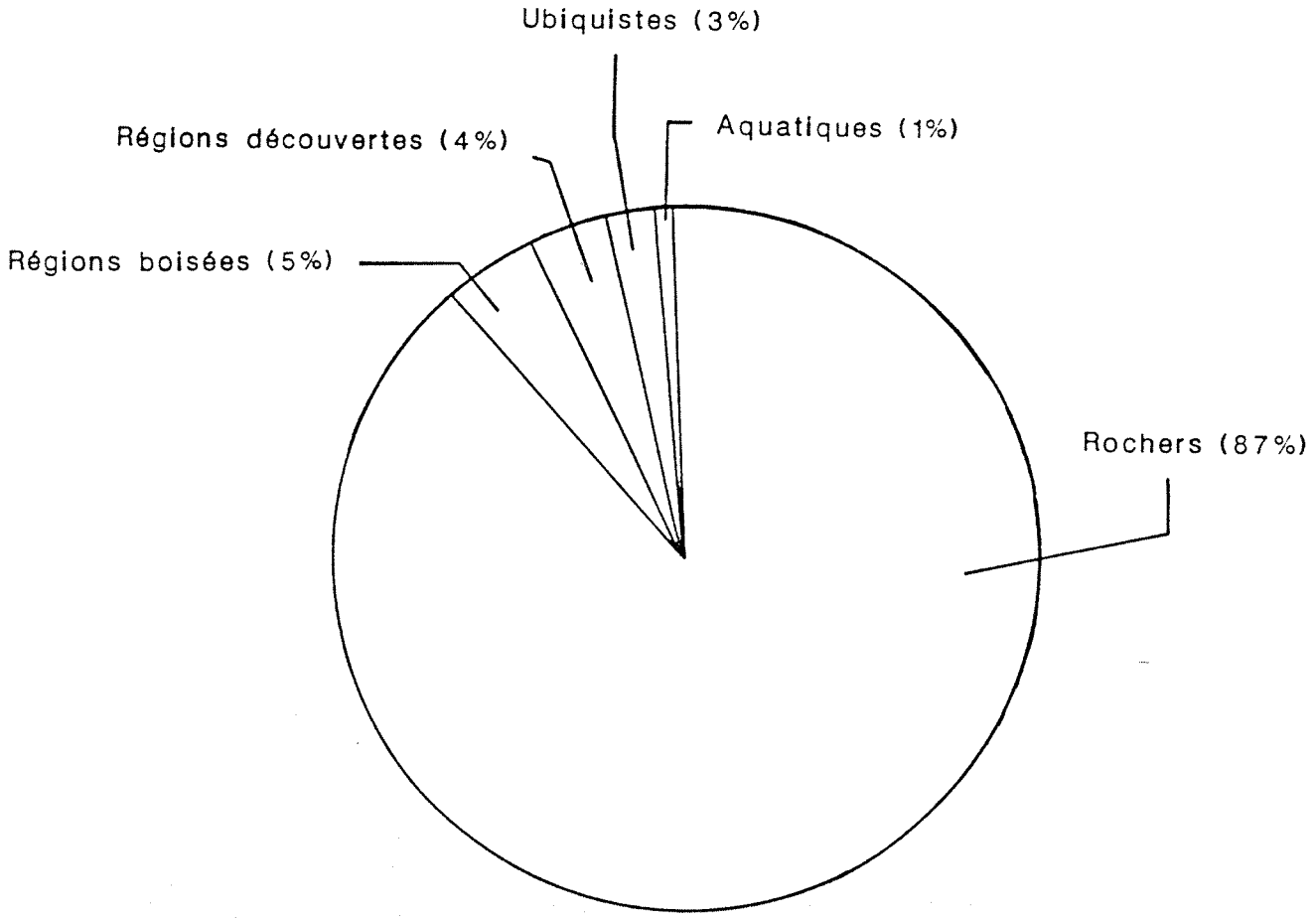
Comme nous l'avons vu précédemment, le Grand duc est susceptible d'être présent dans la plupart des niveaux de la Caune de l'Arago.
Selon P. Géroudet (1965), Bubo bubo a du être répandu un peu partout en Europe étant donné qu'il s'adapte à des climats, à des biotopes et des altitudes très variés (en Norvège, par exemple, on le rencontre jusqu'au 69° de latitude).
Il est également répandu dans toute l'Asie jusqu'à la Chine méridionale et dans le nord de l'Afrique.
Dans les P.O., il est sédentaire et niche régulièrement dans les zones accidentées du relief de 0 à 1500 m d'altitude. Il a parfois été observé en altitude (jusqu'à 1940 m).

J) **Espèce à biologie indéterminée.**

*Corvus pliocaenus.

Cette forme fossile de Corbeau, caractéristique du Pléistocène moyen, a été recueillie en nombre trop réduit dans les différents gisements du Quaternaire pour qu'on ait une idée précise de ses affinités écologiques.

Fig. 47 - Répartition des Oiseaux en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.).



VIII.2. Signification climatique.

Dans le but d'avoir une idée plus précise de la signification climatique des faunes aviennes mises en évidence dans le gisement, nous avons utilisé la méthode du calcul de l'indice thermique mise au point par G. Demarcq et C. Mourer-Chauviré en 1976 :
Dans un premier temps, les oiseaux de la Caune de l'Arago ont été classés en quatre catégories climatiques en fonction des exigences thermiques des formes actuelles. Un "nombre-guide biogéographique" a été attribué à chacune des ces catégories :

*Première catégorie : g=1.

Cette catégorie regroupe les espèces qui nichent actuellement dans la toundra arctique en période estivale et qui peuvent passer au-dessus de l'Europe lors de leurs deux phases migratoires.
A l'Arago, l'Harfang des neiges (Nyctea scandiaca) a été attribué à cette catégorie bien qu'il ne soit pas un migrateur au sens commun du terme (cf. chapitre précédent).

*Deuxième catégorie : g=2.

Cette catégorie comprend les espèces sédentaires et migratrices qui nichent actuellement dans l'Europe du Nord, ainsi que les espèces qui vivent actuellement dans les régions montagneuses. Quatre espèces se rapportant à ce groupe ont été mises en évidence à l'Arago :

-Le Harle bièvre (Mergus merganser).
-Le Tarin des aulnes (Carduelis spinus).
-Le Chocard à bec jaune (Pyrrhocorax graculus).
-La Chouette de Tengmalm (Aegolius funereus).

*Troisième catégorie : g=3.

Il s'agit des sédentaires et des migrateurs partiels nichant et vivant un peu partout en Europe moyenne.
20 espèces se rapportant à cette catégorie ont été rencontrées dans la Caune de l'Arago :

-Le Canard colvert (Anas platyrhynchos).
-L'Aigle royal (Aquila chrysaëtos).
-Le Faucon crécerelle (Falco tinnunculus).
-La Bécassine des marais (Gallinago gallinago).
-Le Pigeon biset (Columba livia).
-Le Pigeon columbin (Columba oenas).
-Le Hibou moyen duc (Asio otus).
-Le Hibou grand duc (Bubo bubo).
-La Chouette chevêche (Athene noctua).
-La Chouette Effraie (Tyto alba).
-La Grive litorne (Turdus pilaris).
-La Grive draine (Turdus viscivorus).

-Le Gros-bec (Coccothraustes coccothraustes).
-L'Etourneau sansonnet (Sturnus vulgaris).
-Le Geai des chênes (Garrulus glandarius).
-La Pie bavarde (Pica pica).
-Le Crave à bec rouge (Pyrrhocorax pyrrhocorax).
-La Corneille noire (Corvus corone).
-Le grand Corbeau "fossile" (Corvus antecorax).
-La Perdrix "fossile" (Perdix paleoperdix).

*** Quatrième catégorie : g=4.**

Cette catégorie regroupe les espèces sédentaires ou migratrices qui nichent actuellement dans la partie méditerranéenne de l'Europe.
6 espèces ont été recueillies à l'Arago :

-Le Gypaète barbu (Gypaëtus barbatus).
-L'Aigle de Bonelli (Hieraaëtus fasciatus).
-La Perdrix gambra (Alectoris barbara).
-Le Martinet à ventre blanc (Apus melba).
-L'Hirondelle des rochers (Ptyonoprogne rupestris).
-Le Gobe-mouche à collier (Ficedula albicollis).

N.B. : Deux espèces n'ont pas été retenues car, selon G. Demarcq et C. Mourer-Chauviré, leur répartition actuelle n'est pas significative : Le Vautour moine (Aegypius monachus) et la Perdrix bartavelle (Alectoris graeca).
Une dernière espèce n'a pas été retenue dans la mesure où on possède peu de données concernant ses affinités écologiques et climatiques : Corvus pliocaenus.
Nous n'avons pas tenu compte du Grand duc et de l'Harfang des neiges lorsque la distinction entre ces deux espèces n'était pas possible (Bubo/Nyctea).

Nous avons ensuite calculé un indice thermique en tenant compte de la fréquence relative de chacune des espèces.
Le mode de calcul de l'indice thermique est le suivant :

$$I = g.f / f$$

avec : **I** : indice thermique.

g : nombre guide biogéographique.

f : fréquence pondérée : **f**=1 si N.M.I.=1

f=2 si 1 < N.M.I. < 5

f=3 si 6 < N.M.I. < 10

f=4 si N.M.I. > 9

Les fréquences réelles sont indiquées dans les tabl. 134 et 134 bis.
L'indice thermique de la Caune de l'Arago (sols K à D) a la valeur suivante : **I** = 2.93

L'indice thermique de la plaine de Tautavel, calculé à partir des éléments osseux actuels et sub-actuels recueillis dans les cavités karstiques, a la valeur suivante : **I** = 3.22

Le nombre important d'espèces thermophiles explique la valeur élevé de l'indice de la plaine de Tautavel.
L'indice obtenu pour la Caune de l'Arago tend à montrer que le climat était beaucoup plus froid qu'actuellement lors du remplissage de la grotte.

D'autre part, on peut constater que l'indice thermique obtenu pour le remplissage de la Caune de l'Arago est comparable à ceux des autres gisements du Pléistocène moyen contemporains d'une période glaciaire :

Indices thermiques de quelques gisements du Pléistocène moyen de France (d'après Demarcq et Mourer-Chauviré, 1976) :

"Mindel" :

-Saint-Estève couches B : **I** = 2.94
CDEF : **I** = 2.92
G,GF : **I** = 3.00
H : **I** = 2.80

"Mindel-Riss" :

-Lunel-Viel : **I** = 3.11
-Orgnac 3 (fouilles J.Combier) : **I** = 3.03
-Orgnac 3 (prélèv. M.Jeannet) : **I** = 3.07

"Riss" :

-Orgnac 3 (prélev. M.Jeannet) : **I** = 2.88
-Orgnac 3 (fouilles J.Combier) : **I** = 2.89
-La Fage niveau 29 : **I** = 3.00
-La Fage niveau 40 : **I** = 2.62
-La Fage (ensemble du gis.) : **I** = 2.77
-Lazaret Loc. VIII Riss I (?) : **I** = 2.83
-Lazaret Loc. VIII Riss II (?) : **I** = 2.93
-Lazaret Loc. VIII Riss III (?) : **I** = 2.91

N.B. : Le nombre d'espèces mises en évidence à l'Arago est assez faible par rapport aux autres gisements du Pléistocène moyen. Nous avons donc pensé que les indices calculés pour chacun des sols n'étaient pas fiables. Nous nous contenterons donc de les rapporter, à titre indicatif, dans les lignes qui suivent :

*Sol E : **I** = 2.87 *Sol H : **I** = 2.79 *Sol K : **I** = 2.82

*Sol F : **I** = 2.92 *Sol I : **I** = 2.75

*Sol G : **I** = 2.67 *Sol J : **I** = 2.75

Tabl. 136 - Répartition des oiseaux dans les niveaux étudiés (le N.M.I.) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
Anas platyrhynchos	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Mergus merganser	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Aegypius monachus	-	-	1	1	1	-	1	-	-
Gypaëtus barbatus	-	-	1	1	-	-	1	-	-
Aquila chrysaëtos	-	-	1	1	1	-	1	-	-
cf. Hieraaëtus fasciatus	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Falco tinnunculus	-	-	1	1	1	-	1	1	-
Alectoris graeca	-	2	3	4	5	1	2	-	1
Alectoris barbara	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Perdix palaeoperdix	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Gallinago gallinago	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Columba oenas	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Columba livia	-	4	3	25	36	8	31	13	21
Asio cf. flammeus	-	-	1	1	-	-	-	-	-
cf. Asio otus	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Aegolius funereus	-	-	-	1	-	-	-	-	-
cf. Athene noctua	-	-	-	1	-	-	-	-	-
cf. Nyctea scandiaca	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bubo/Nyctea	1	-	-	1	1	-	-	-	-

Tabl. 136 bis - Répartition des oiseaux (suite) :

	SOL D	SOL E	SOL F	SOL G	SOL H	SOL I	SOL J	SOL K	Sol ind.
Apus melba	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ptyonoprogne rupestris	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Turdus pilaris	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Turdus viscivorus	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Ficedula albicollis	-	-	-	1	-	-	-	-	-
C. coccothraustes	-	1	-	2	-	1	1	-	-
cf. Sturnus vulgaris	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Garrulus glandarius	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Pica pica	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Pyrrhocorax graculus	1	3	3	14	12	3	8	1	6
P. pyrrhocorax	-	2	1	2	1	1	1	-	2
Corvus corone	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Corvus pliocaenus	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Corvus antecorax	-	-	-	-	1	1	-	1	-

IX. ESSAI DE SYNTHESE PALEOECOLOGIQUE ET PALEOCLIMATIQUE.

IX.1. LA SEQUENCE INFERIEURE DU COMPLEXE MOYEN.

A) L'Ensemble I.

*** Le sol K :**

Le sol K est caractérisé par l'abondance des espèces représentatives d'un climat rigoureux (Dicrostonyx torquatus, Microtus gregalis, Citellus sp., Allocricetus bursae, Microtus malei et Ochotona pusilla) et par la présence d'espèces qui se rencontrent actuellement dans les régions montagneuses (Marmota sp., Lepus timidus et Pyrrhocorax graculus).
Cet aspect particulièrement froid du climat est un peu atténué par la présence d'espèces caractéristiques des régions tempérées telles que Microtus agrestis, Apodemus sylvaticus, Microtus brecciensis, Sturnus vulgaris, Columba livia et Asio otus.

On peut penser que le paysage était très découvert (steppe continentale aride).
Une zone humide a cependant dû persister le long du Verdouble permettant le développement d'Arvicola cantiana, de Microtus malei et de Castor fiber.
Apodemus sylvaticus laisse supposer la présence de quelques bouquets d'arbres.
On notera que la présence de Dicrostonyx torquatus souligne le caractère très rigoureux du climat.
L'AFC effectuée sur les cortèges de rongeurs tend à confirmer le caractère froid du climat.

B) L'Ensemble II.

*** Le sol J :**

Les espèces représentatives d'un climat continental très contrasté plutôt froid sont toujours présentes dans le sol J.(Citellus sp., Marmota sp., Microtus malei-oeconomus, Microtus gregalis, Allocricetus bursae, Ochotona pusilla, Eptesicus nilssonii et Pyrrhocorax graculus).
Les espèces communes dans les régions tempérées d'Europe sont nombreuses et bien représentées.
On assiste également à l'apparition d'espèces plutôt thermophiles ou méditerranéennes (Microtus brecciensis pour les Rongeurs, Ptyonoprogne rupestris et Gypaetus barbatus pour les Oiseaux, cf. Discoglossus et Pelodytes punctatus pour les Amphibiens).

Il semble donc qu'on assiste à un réchauffement du climat au niveau du sol J.

La présence de Rana temporaria qui fuit les régions méridionales ainsi que la persistance des espèces "froides" dont la plupart ont été rencontrées dans le sol K tendent à montrer que

l'amplitude du réchauffement climatique est limitée.

Au niveau du paysage, on assiste à l'apparition d'espèces caractéristiques des régions découvertes peu arides et des espaces humides et forestiers (Microtus agrestis et Microtus arvalis), de la forêt tempérée (Pipistrellus nathusii, Eliomys quercinus, Apodemus sylvaticus et Coccothraustes coccothraustes) et de milieux très humides (Rana temporaria et Pelodytes punctatus).
On notera que les rongeurs des steppes continentales (Pliomys lenki, Citellus sp., Marmota sp., Microtus gregalis et Allocricetus bursae) sont toujours largement majoritaires, ce qui permet de penser que l'amplitude du réchauffement est limitée.
On peut noter que l'AFC (rongeurs) tend à montrer que le climat était plus chaud que précédemment lors du dépôt du sol J.

*** Le sol I :**

Les rongeurs des steppes continentales sont toujours très nombreux.
Les espèces méditerranéennes sont en régression.
Les espèces des zones forestières tempérées sont bien représentées.
On notera que l'absence de Rana temporaria et de Pelodytes punctatus, ainsi que la faible proportion de rongeurs des espaces humides sont peut être représentatives d'une humidité moins importante.

L'AFC (rongeurs) nous indique que le sol I s'est déposé sous un climat tempéré et plutôt aride.
Il convient de préciser que le sol I est mince et qu'un nombre réduit d'éléments osseux a été recueilli. Aussi, nous pensons que les faits développés ci-dessus sont à prendre en considération avec une certaine prudence.

*** Le sol H :**

Les rongeurs et les oiseaux des régions tempérées sont relativement nombreux dans le sol H.

Comparativement aux sols précédents, on observe une inversion des proportions relatives de Microtus gregalis par rapport à Microtus brecciensis, et de Microtus arvalis par rapport à Microtus agrestis.
Il semble donc que le réchauffement mis en évidence au niveau des sols J et I s'intensifie lors du dépôt du sol H.

On notera toutefois que les espèces caractéristiques des climats continentaux très contrastés telles que Marmota sp., Citellus sp., Ochotona pusilla, Allocricetus bursae et enfin Rana temporaria qui fuit les climats chauds, sont toujours bien présentes.

Apodemus sylvaticus et Eliomys quercinus sont toujours présents, ce qui tend à montrer que le milieu forestier reste stable.
Il en est de même pour les espèces des espaces humides et des espaces découverts peu arides.

Les faunes recueillies dans le sol H nous permettent de penser que le climat était de type tempéré et humide.
L'AFC (rongeurs) confirme ces observations.

La végétation devait être essentiellement constituée par des arbres et des prairies dans la plaine de Tautavel et ses environs immédiats.
On peut penser que les biotopes froids étaient localisés non loin de la plaine, vers l'intérieur des terres et les zones montagneuse.

IX.2. LA SEQUENCE SUPERIEURE DU COMPLEXE MOYEN.

A). L'ENSEMBLE III.

*** Le sol G :**

Les espèces caractéristiques des biotopes froids rencontrés dans les autres sols sont toujours présents au niveau du sol G (Citellus sp., Marmota sp., Microtus gregalis, Allocricetus bursae, Pliomys lenki, Ochotona pusilla, Lepus timidus et Pyrrhocorax graculus).
On observe l'apparition d'autres espèces de climats froids tels que Dicrostonyx torquatus (qui avait déjà été rencontré dans les sols J et K), Vipera cf. berus, Mergus merganser, Carduelis spinus et Aegolius funereus.

Les espèces des régions tempérées sont très nombreuses, en particulier chez les oiseaux.

Microtus brecciensis est nettement moins fréquent que dans le sol H (son N.M.I. passe en effet de 71 dans le sol H à 15 dans le sol G).
On note par contre l'apparition d'autres formes méditerranéennes telles que Gypaetus barbatus, cf. Hieraaetus fasciatus, Alectoris barbara et Ficedula albicollis.

Microtus arvalis est à nouveau plus abondant que Microtus agrestis.

Les Soricinae qui sont actuellement limités aux zones montagneuses du département des P.O., ainsi que les Crocidurinae qui cohabitent avec ces derniers en dehors des biotopes méditerranéens sont présents dans ce sol.

La présence de Rana dalmatina, Bufo calamita, Castor fiber et Arvicola cantiana est représentative d'une certaine humidité, tout au moins dans les zones proches du Verdouble.

D'une façon générale, ces observations nous amènent à penser que le climat était de type tempéré lors du dépôt du sol G.
D'autre part, il semble que le climat n'était pas très humide.

Au niveau du paysage, on peut remarquer que les espèces des steppes continentales sont représentées de la même façon que dans le sol H.

Les espèces des forêts tempérées sont plus nombreuses que dans les sols précédents mais présentent pour la plupart des N.M.I peu importants (Eliomys quercinus, Apodemus sylvaticus, Clethrionomys glaerolus, Glis sp., Garrulus glandarius, Coccothraustes coccothraustes, Aegolius funereus, Turdus pilaris, Turdus viscivorus, Ficedula albicollis et Carduelis spinus).

Les espèces des espaces découverts peu arides sont abondantes (Microtus arvalis, Microtus agrestis, Terricola vaufreyi, cf. Athene noctua, Aegypius monachus, Pica pica, Perdix palaeoperdix et Alectoris barbara).

On peut penser que le paysage de la vallée de Tautavel et de ses environs était représenté par des prairies avec une zone forestière dont il paraît difficile d'évaluer l'importance.
La steppe ne devait pas être très éloignée, ce qui explique la présence d'un nombre important d'animaux vivant dans des biotopes découverts de types continentaux.

L'AFC (rongeurs) tend à montrer que le sol G correspond à un climat tempéré dans un contexte plutôt aride.
Il convient de préciser que le caractère aride ou humide du climat est particulièrement délicat à définir.

N.B. : Le sol G mesure près d'un mètre d'épaisseur dans certaines zones du gisement. N'ayant pas en notre possession la totalité des Rongeurs qui sont les espèces les mieux représentées, il n'a pas été possible de voir si on pouvait observer des variations du climat et du paysage dans le niveau lui-même.

*** Le sol F :**

La proportion des rongeurs caractéristiques des steppes continentales augmente considérablement par rapport aux autres espèces.
On assiste parallèlement à une diminution des formes forestières tempérées et des formes des biotopes humides.
On note par contre une persistance des espèces des espaces découverts peu arides.

Il semble donc que nous ayons affaire à l'installation d'un climat plus froid.
La présence de Pelodytes punctatus et Microtus agrestis laisse supposer la persistance d'une certaine humidité.
La végétation devait être essentiellement de type steppique plutôt aride.
L'AFC (rongeurs) ne met pas en évidence d'importantes variations

du climat entre les sols G et F.

***Le sol E :**

Les espèces froides sont toujours bien présentes (Dicrostonyx torquatus, Marmota sp., Citellus sp. et Ochotona pusilla).

On note également la présence d'espèces plus thermophiles telles que Rhinolophus ferrrumequinum, Rhinolophus euryale-mehelyi, Miniopterus schreibersi, Microtus brecciensis, et Alectoris barbara qui sont plus abondantes que dans le sol F.

Les espèces des biotopes humides réapparaissent également (Castor fiber, Arvicola cantiana).

Par contre, les formes forestières sont toujours discrètes.

On peut penser que le climat est légèrement moins froid et plus humide que dans le cas du sol F.
Il semble que nous ayons affaire à une steppe continentale relativement peu aride dans la plaine de Tautavel.

L'AFC (rongeurs) tend à montrer que les climats contemporains du dépôt des sols F et E sont comparables.

***Le sol D :**

Un nombre restreint d'espèces a été mis en évidence dans le sol D.

On peut néanmoins noter la présence d'espèces froides telles que Vipera cf. berus, Nyctea scandiaca, Citellus sp., Allocricetus bursae, Lepus timidus et Ochotona pusilla.

Les espèces thermophiles sont également bien représentées (Rhinolophus, Miniopterus schreibersi et Hystrix cf. cristata).

La présence de deux espèces qui ont des affinités écologiques complètement opposées comme Nyctea scandiaca et Hystrix cristata dans des couches très proches est assez surprenante.
le Porc-épic est également présent dans le sol C (ensemble IV).
On peut penser que sa présence au sommet du sol D préfigure l'installation d'un climat nettement plus chaud.

IX.3. CONCLUSION.

L'étude des petits vertébrés du sol K nous indique que le sommet de l'ensemble I correspond à un climat froid et sec.
Il semble que le paysage devait être constitué par une steppe à bouquets d'arbres.

L'ensemble II est caractérisé par l'installation d'un climat tempéré et plus humide.
Ce réchauffement est sensible à partir du sol J.
Au niveau du paysage, le milieu forestier est mieux représenté que dans l'ensemble I.
Le caractère aride et continental du climat demeure persistant, ce qui tend à montrer que ce réchauffement ne correspond pas à un climat de type interstade glaciaire. On peut par contre penser que nous avons peut-être affaire à un climat de type interstadiaire.

L'ensemble III est caractérisé par la présence d'un grand nombre d'espèces qui proviennent de biotopes très variés.
Le sol G correspond à un climat tempéré qui conserve une certaine aridité.
Le paysage devait surtout être constitué par des prairies.
Le milieu forestier devait également être représenté, mais il paraît difficile d'avoir une idée de son extension.
Les sols F et E corespondent à l'installation d'un climat froid plutôt aride qui s'accompagne vraisemblablement d'un retour de la steppe.
Le climat est peut-être légèrement moins froid lors du dépôt du sol E.
Au sommet de l'ensemble III (D), il semble qu'on assiste à un léger radoucissement du climat qui se traduit par un déséquilibre moins marqué, par rapport au sol précédent, entre les influences froides et les influences tempérées et méditerranéennes.
La présence d'ossements de Porc-épic au sommet du sol D peut préfigurer un réchauffement important du climat.

D'une façon générale, on peut noter que les espèces froides et continentales sont toujours bien représentées.

IX.4. Application de la méthode des cénogrammes à la connaissance des paléoenvironnements de la Caune de l'Arago.

A) Introduction.

La méthode des cénogrammes a été mise au point par J.A. Valverde (1964, 1967). Elle a été légèrement modifiée par S. Legendre (1988).
Nous nous attacherons, dans les lignes qui suivent, à résumer le principe de cette méthode et nous renvoyons le lecteur aux travaux de ces auteurs pour plus de renseignements.

B) Principe de la méthode des cénogrammes.

L'analyse de différentes faunes actuelles a montré que les mammifères présentent des aspects particuliers de la distribution pondérale des espèces qui peuvent être mis en rapport avec certaines caractéristiques des environnements.

Le critère de taille utilisé par J.A. Valverde était la longueur tête-corps.

Les travaux de S. Legendre on permis d'évaluer le poids moyen d'une espèce fossile en utilisant la forte corrélation entre la surface de la première molaire inférieure et le poids corporel qui a été observée chez les mammifères actuels :

La corrélation entre la surface de la M/1 et le poids de l'espèce s'exprime de la façon suivante :

$$\mathbf{Log\ Y = Log\ b + k\ Log\ X}$$

avec : **k** = coefficient d'allométrie

Log b = constante

X = surface de la M/1

Y = poids de l'espèce

Les valeurs de **k** et **Log b** ont été définies pour chaque "groupe" de mammifères.
On notera que cette relation ne s'applique pas aux chiroptères.

Tabl. 137 - Cénogrammes : distribution et poids (Log Y) des espèces.

	E	F	G	H	I	J	K	Log Y
Equus caballus	X	X	X	X	X	X		13.3169
Bison priscus	X	X	X	X	X	X		12.9219
Praeovibos priscus	X	X	X					12.8645
Cervus elaphus	X	X	X	X	X	X	X	12.3171
Dama sp.				X	X	X		11.7622
Rangifer tarandus	X	X	X	X	X	X	X	11.7556
Ovis amon	X	X	X	X	X	X	X	11.6950
Hemitragus bonali	X	X	X	X	X	X	X	11.1227
Castor fiber	X		X	X	X	X	X	9.5104
Lepus timidus	X	X	X	X		X	X	8.1605
Marmota sp.	X	X	X	X	X	X	X	7.5496
O. cuniculus	X	X	X	X	X	X	X	7.4670
Citellus sp.	X	X	X	X	X	X	X	5.6730
Ochotona pusilla	X	X	X	X		X	X	5.1929
Dicrostonyx torquatus	X	X	X				X	5.1437
Arvicola cantiana	X		X	X	X	X	X	5.0784
Pliomys lenki	X	X	X	X	X	X	X	4.3846
Eliomys quercinus	X	X	X	X	X	X		4.2836
Glis sp.			X					4.2560
Microtus brecciensis	X	X	X	X	X	X	X	4.1858
M. agrestis-arvalis	X	X	X	X	X	X	X	3.9745
M. malei-oeconomus						X	X	3.9621
Microtus gregalis	X	X	X	X	X	X	X	3.9122
Terricola vaufreyi	X	X	X	X	X			3.7274
Allocricetus bursae	X	X	X	X	X	X	X	3.6029
Apodemus sylvaticus	X	X	X	X	X	X	X	3.2539
C. glareolus			X					2.9932

	k	Log b
Insectivores	1.8228	1.4461
Rongeurs	1.7548	2.0875
Artiodactyles	1.5416	3.5346
Périssodactyles	1.5594	3.2818

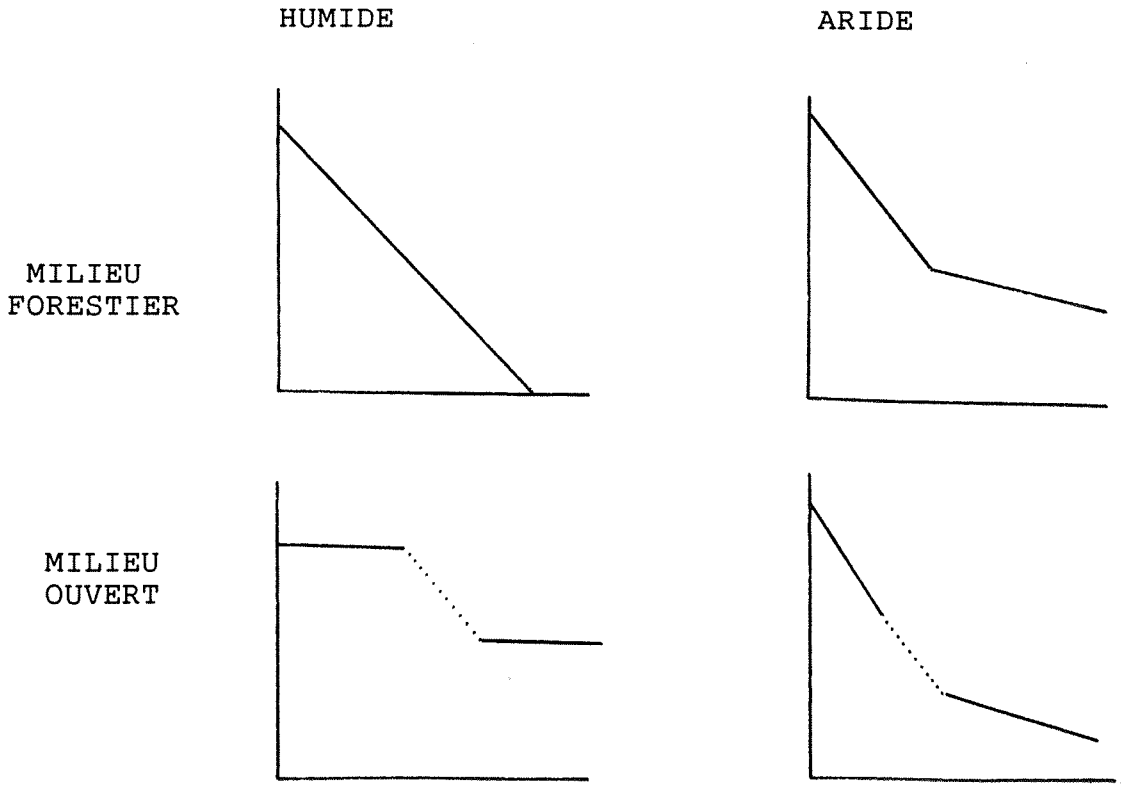
On peut dès lors calculer le poids de chacune des espèces fossiles.
On classe les espèces par ordre décroissant de poids (abscisse) et on peut construire le cénogramme en portant en ordonnées le Log de la taille des espèces.

On calcule ensuite deux droites de régression :

-Une droite pour les individus ayant un poids > 500 g.

-Une droite pour les individus ayant un poids < 500 g.

L'"agencement" des deux droites de régression permet d'avoir une idée du type de milieu dans lequel évoluait la communauté :



C) Résultats.

Nous avons calculé le poids des mammifères et construit les cénogrammes pour chacun des niveaux étudiés.
N.B. : Il convient de préciser que, sur les conseils de S. Montuire, étudiante en Doctorat au Laboratoire de Paléontologie des vertébrés de Montpellier, nous n'avons pas retenu les carnivores dans cette étude.

Les cénogrammes sont homogènes (cf. fig. 48a et 48b).
Ils sont tous représentatifs d'une faune évoluant dans un milieu aride ouvert.

En résumé, on peut dire que l'utilisation de la méthode des cénogrammes pour les niveaux D à K de la Caune de l'Arago, qui présente l'avantage de prendre en compte la majorité des mammifères présents dans le remplissage, tend à montrer qu'il n'y a pas de variations importantes du milieu dans cette partie du remplissage. Il semble que cette faune évoluait dans un milieu aride ouvert.

Droites de régression :

*** Sol E :**

Nt=28 (Nombre total)
Nc=24 (Nombre sur le cénogramme)

Equations :
(>500gr) **Y** = 14.6086 - 0.6986**X** **R** = 0.97
(<500gr) **Y** = 5.6156 - 0.1789**X** **R** = 0.97

*** Sol F :**

Nt=31 Nc=25

(>500gr) **Y** = 15.2320 - 0.6199**X** **R** = 0.97
(<500gr) **Y** = 5.5371 - 0.1898**X** **R** = 0.96

*** Sol G :**

Nt=39 Nc=32

(>500gr) **Y** = 16.2300 - 0.6025**X** **R** = 0.98
(<500gr) **Y** = 5.7875 - 0.2005**X** **R** = 0.95

*** Sol H :**

Nt=32 Nc=27

(>500gr) **Y** = 15.5407 - 0.5995**X** **R** = 0.97
(<500gr) **Y** = 5.4367 - 0.1664**X** **R** = 0.95

*** Sol I :**

Nt=Nc=23

(>500gr) **Y** = 15.6876 - 0.6340**X** **R** = 0.96
(<500gr) **Y** = 5.3655 - 0.1915**X** **R** = 0.94

*** Sol J :**

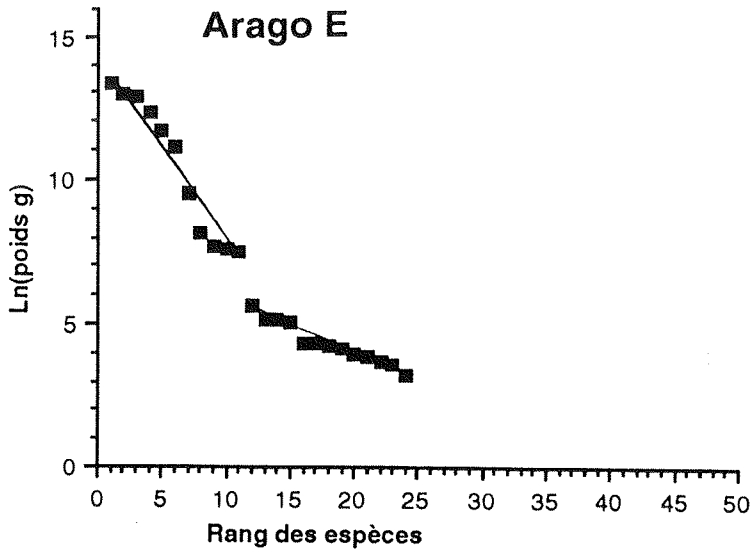
Nt=30 Nc=26

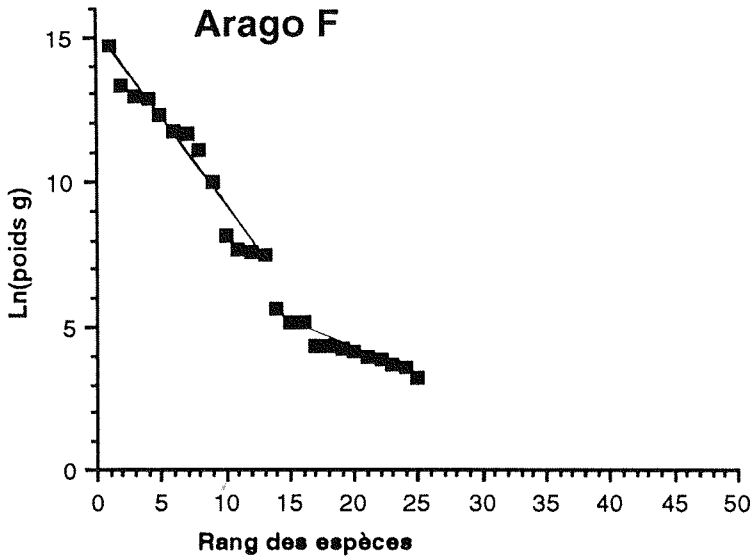
(>500gr) **Y** = 15.5407 - 0.5995**X** **R** = 0.98
(<500gr) **Y** = 5.5058 - 0.1828**X** **R** = 0.95

*** Sol K :**

Nt=22 Nc=21

(>500gr) **Y** = 14.8573 - 0.8778**X** **R** = 0.97
(<500gr) **Y** = 5.6726 - 0.1975**X** **R** = 0.97





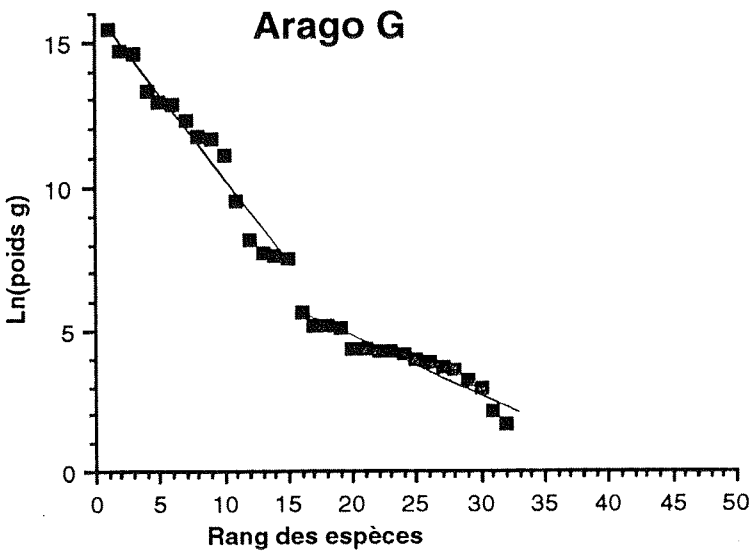


Fig. 48a - Cénogrammes : sols E, F et G.

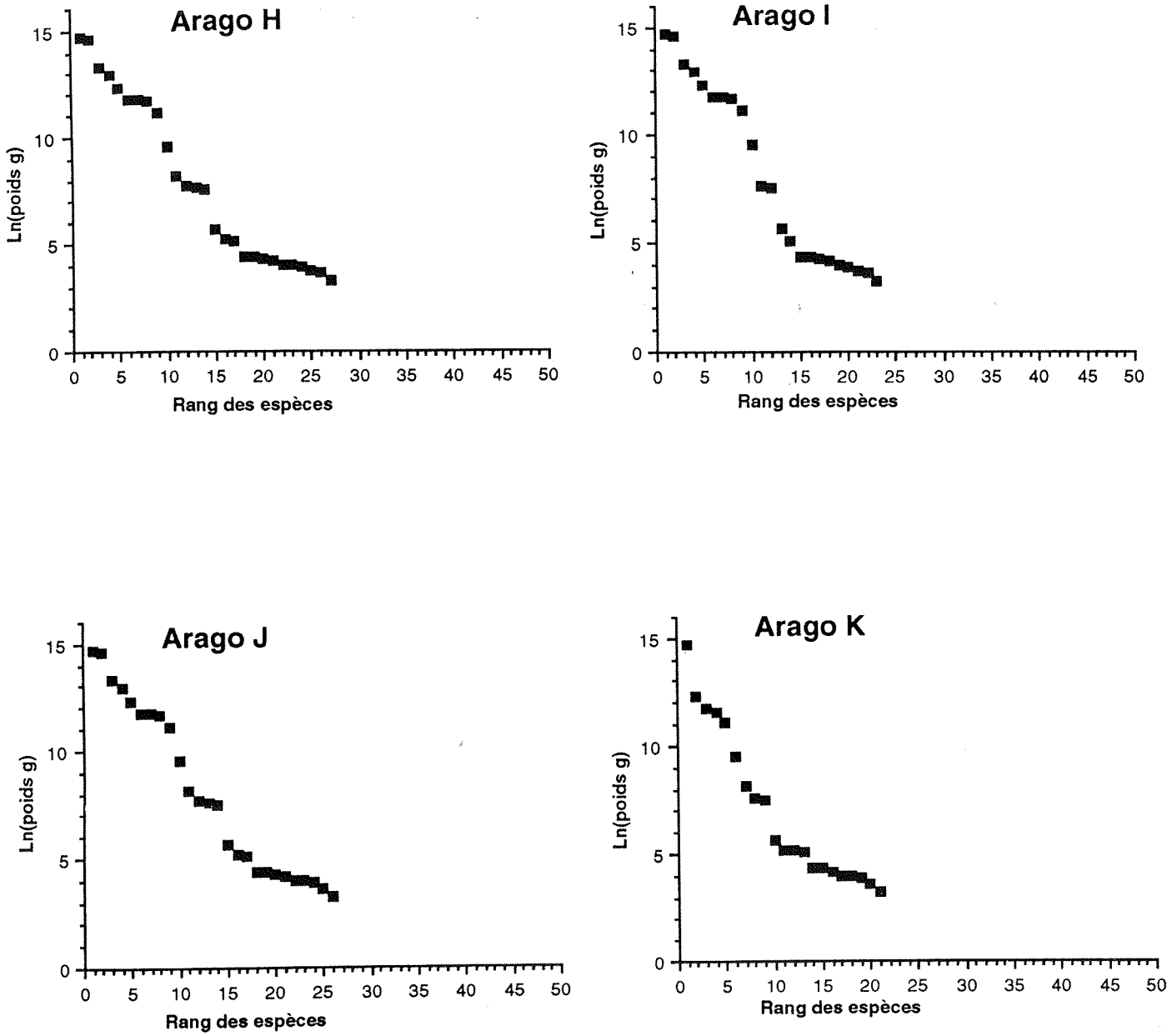


Fig. 48b - Cénogrammes : sols H, I, J et K.

IX.5. CORRELATION AVEC LES RESULTATS DES AUTRES DISCIPLINES.

***Sédimentologie** (d'après Lumley H de et al., 1981) :

Ensemble I : climat froid et sec.

Ensemble II : climat tempéré et très humide.

Ensemble III : climat froid et sec.

***Palynologie** d'après J. Renault-Miskovski, 1976 et 1981) :

Ensemble I : climat froid et sec.
paysage de steppe à graminées, quelques arbres.

Ensemble II : climat tempéré et très humide
arbres abondants
taxons thermophiles et tempérés

Ensemble III : fluctuations climatiques
taxons froids, frais et humides
taxons thermophiles

D'une façon générale, les taxons méditerranéens sont toujours représentés.

***Grandes faunes** d'après Cregut (1979), Jourdan et Moigne (1981)

Ensemble I : climat froid et sec
paysage découvert
renne, mouflon et thar présents

Ensemble II : climat tempéré et très humide
daim et cerf dominants

Ensemble III : grande faune très variée
sol G : Cheval, Bison, Rhinocéros de prairie et Cerf dominants (prairie)
sol F : Mouflon dominant (espace découvert froid)

D'une façon générale, les résultats obtenus à partir de l'étude des petits vertébrés ne sont pas en désaccord avec ceux des autres disciplines.
On notera cependant que les petits vertébrés n'indiquent pas un climat très humide au niveau de l'ensemble II.
D'autre part, les pollens thermophiles sont souvent majoritaires par rapport aux taxons froids; alors que les microvertébrés tendent à montrer que l'influence continentale est plus importante que l'influence méditerranéenne. On peut noter que J. Chaline (1979) avait observé un phénomène identique dans le site de l'Abri Fritsch aux Roches de Pouligny-Saint-Pierre (Indre).
Les associations de petits vertébrés et de grands vertébrés peuvent conduire à la même interprétation climatique.
Enfin, on peut noter que la méthode des cénogrammes tend à montrer que nous avons affaire, pour chacun des niveaux étudiés, à des milieux arides ouverts.

TROISIEME PARTIE
TAPHONOMIE

I. INTRODUCTION.

L'approche taphonomique des petits vertébrés de la Caune de l'Arago a été réalisée dans une triple perspective :

-Contribuer à la connaissance des mécanismes de concentration des petits vertébrés dans les gisements en grotte du Pléistocène moyen.

-Essayer de voir si les modifications climatiques mises en évidence dans le remplissage, et notamment au niveau du sol H, à partir des affinités écologiques des rongeurs et de leurs proportions relatives, ne résultent pas en fait d'un biais de prédation.

-Essayer de voir si la diversité des microvertébrés est le reflet de la diversité d'un milieu de vie, ou le résultat de la superposition de plusieurs accumulations.

I.1 Généralités sur les principaux facteurs intervenant dans la concentration et la modification des ossements des microvertébrés dans les gisements fossilifères.

Depuis une quinzaine d'années, différents auteurs se sont intéressés à la taphonomie des microvertébrés (cf. biblio.).
Ces études ont permis de mieux comprendre les mécanismes de concentration et de modification des ossements des petits vertébrés dans les gisements fossilifères.
Nous renvoyons le lecteur aux travaux de C. Denys et P. Andrews pour plus de détails concernant les différentes méthodes utilisées dans l'approche taphonomique des assemblages de petits vertébrés.

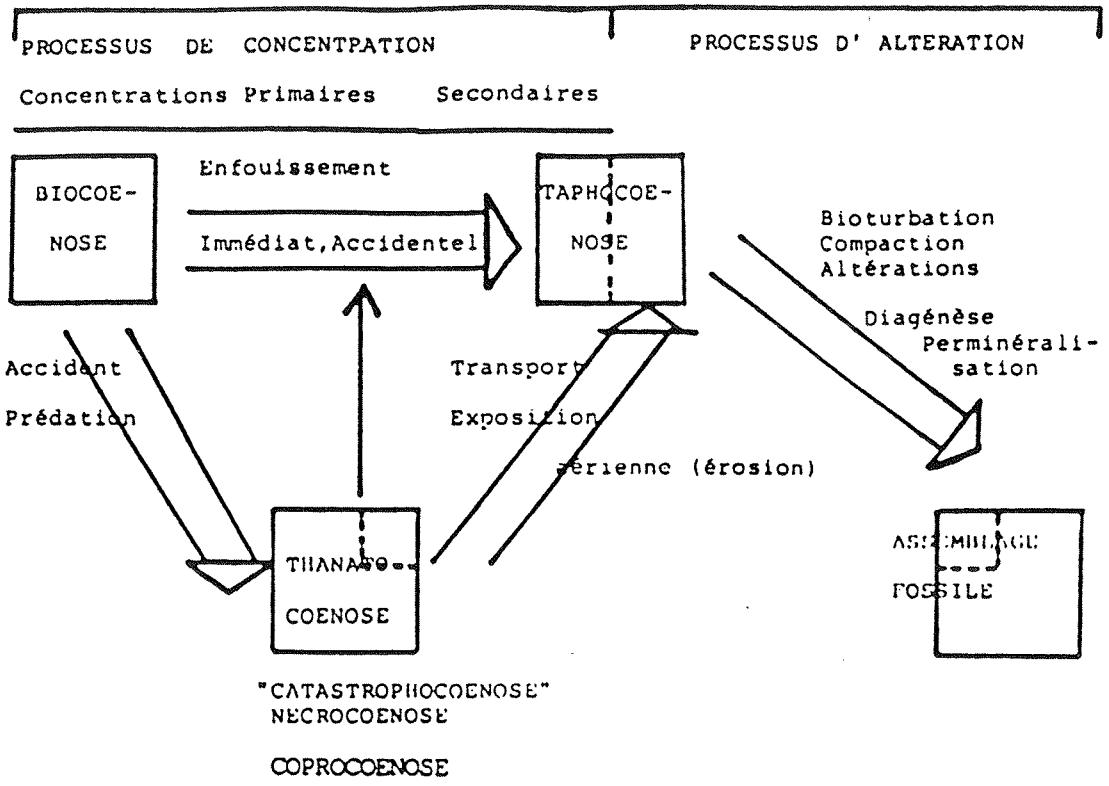
a) Les différents mécanismes de concentration des ossements.

Les différents mécanismes de concentration et d'altération des ossements de petits vertébrés sont résumés dans les tableaux 138a et 138b.

N.B. : Ces processus peuvent intervenir plusieurs fois au cours du temps et de nombreuses combinaisons sont possibles dans un même site.

b) Les différents mécanismes de modification des ossements.

Les approches taphonomiques des ossements de petits vertébrés actuels et fossiles ont permis de mettre en évidence différents facteurs de modification des ossements.
Ces facteurs peuvent être liés à la mort de l'animal,à la prédation (rapaces et carnivores principalement), aux conditions climatiques contemporaines du dépôt, au piétinement, à différents mécanismes intervenant pendant et après l'enfouissement et à la méthode de collecte (tamisage notamment).



Tabl. 138a - Résumé des différentes étapes d'altération et de concentration conduisant à la formation de gisements fossilifères et montrant les différentes possibilités de réduction de l'assemblage initial. D'après Behrensmeyer (1975), adapté de Clark et al. (1967).

COPROCŒNOSE		SÉDIMENTOCŒNOSE
— Tous les os ou presque tous les os d'un squelette ont une fréquence de représentation élevée, plus particulièrement les os longs des membres et les mandibules.		— Certains os sont absents et d'autres sont sur-représentés ; chaque type d'assemblage entrant dans l'une des catégories de VOORHIES.
— Taille limitée des proies en fonction du prédateur.		— Taille limitée des éléments squelettiques en fonction de la vitesse du courant.
— Animaux nocturnes majoritaires.		— Équivalent quartz du sédiment correspondant à la taille des os recueillis.
Pelotes de rapaces nocturnes	**Déjections de carnivores**	— Taux d'usure variable, amincissement des os, polissage des surfaces, os compact lisse, os spongieux pas toujours dégagé sur les épiphyses, impression de faible relief.
— Forte proportion de crânes ou les os sont assemblés, certains sont pratiquement complets (ne manquent que le nasal ou les arcades zygomatiques).	— Absence d'éléments crâniens assemblés (que des os isolés à bords anguleux).	
— Prédominance de fragments antérieurs de crânes cassés au niveau de la suture fronto-pariétale (C1).		
— Pourcentage de représentation moyen de 74,8 (57,3-85,2 %).	— Pourcentage de représentation moyen de 42,4 (28-68,4 %).	
— Pourcentage moyen des os retrouvés intacts de 47,8 (19,7-72 %).	— Pourcentage moyen des os retrouvés intacts 17,7 (0-42,8).	
— Fréquences de représentation des mandibules, os longs, crânes, supérieures à 60 %.	— Fréquences supérieures à 16 % mais pouvant atteindre des taux supérieurs à 60 %.	
— Émail des dents lisse et brillant.		
— Usure profonde, os spongieux dégagé même sur les diaphyses, taille faible des aréoles. Stries fines.	— Usure variable pour un même os, une extrémité intacte l'autre laisse entrevoir l'os spongieux.	

Tabl. 138b - Résumé des principaux critères d'aide à la détermination taphonomique de l'origine d'un assemblage de microvertébrés. D'après Denys (1985).

I.2 Méthodologie.

Durant de nombreuses années, l'étude des petits vertébrés s'est limitée à une étude de la localisation des ossements et de la composition taxonomique des niveaux.

Dans le but de voir si un prédateur est à l'origine du dépôt des ossements dans le remplissage, nous nous sommes attachés à appliquer d'autres méthodes qui ont déjà été utilisées sur les assemblages actuels provenant de pelotes de régurgitation de rapaces et de fèces de carnivores :

-La variété des espèces présentes et identifiées.

-La représentation des éléments anatomiques.

-La fragmentation des dents et des ossements.

-L'abrasion des dents et des ossements (traces de digestion).

La plupart de ces méthodes ont déjà été appliquées sur différents gisements fossiles, notamment par C. Denys (1985, 1987) et P. Andrews (1990), où elles ont donné des résultats particulièrement intéressants.

On peut également noter qu'en 1979, en se basant principalement sur les listes fauniques de différents gisements, J. Chaline et P. Mein avaient émis l'hypothèse que les accumulations de petits vertébrés, trouvées dans la plupart des gisements quaternaires d'Europe en grottes, provenaient de coprocoenoses de rapaces nocturnes.

D'autre part, nous avons réalisé une étude de la structure des dents et des ossements, dans le but de voir si des mécanismes autres que la digestion ont provoqué des modifications des ossements.

Le tamisage (mailles de 1.2 et 0.6 mm) et le tri systématique des sédiments de la Caune de l'Arago a permis de récolter plus de 100 000 restes osseux de petits vertébrés (squelette céphalique et post-céphalique).
Il n'a pas été possible, faute de temps, de nous livrer à une approche taphonomique basée sur la totalité de ces ossements.
Nous nous sommes donc limités à l'étude d'un échantillon provenant des sols G et H de la bande 16.
Le choix de cet échantillon a été dicté par le fait que ces deux sols sont particulèrement riches en restes osseux de petits vertébrés.

Les études précédentes concernent uniquement les éléments osseux de petits mammifères.
Les lagomorphes ont fait l'objet d'une attention particulière dans le but de voir si ils étaient intrusifs, liés à une activité anthropique, chassés par un prédateur spécialisé ou par le même prédateur que les autres petits mammifères.
Les ossements d'oiseaux sont également nombreux à l'Arago; aussi avons-nous jugé intéressant de les inclure dans la présente étude.

II. Localisation des ossements.

Nous avons comparé la répartition verticale des ossements d'oiseaux, de lagomorphes et des autres petits vertébrés (Nombre d'éléments osseux) avec celle de l'industrie (toutes formes d'outils taillés), de la macrofaune (esquilles, os déterminables et dents) et des pierres au niveau du sol G, dans les zones I16 et H17 où ces éléments sont particulièrement abondants (cf. fig. 49).

II.1. Zone I16.

Les pierres, l'industrie et les éléments de la macrofaune suivent des courbes d'abondance à peu près similaires, hormis à la base du sol (couche IPY4) où le nombre d'outils augmente, à l'inverse du nombre de pierres et de grands ossements.

Le nombre de restes osseux de lagomorphes a tendance à augmenter dès lors que les éléments de la grande faune, les outils et les pierres deviennent moins abondants (couches IPY3 et IPY4).

Les oiseaux sont moins représentés que les autres éléments, on peut néanmoins noter les ossements sont plus nombreux à la base du sol.

Les autres petits vertébrés suivent des courbes comparables à celle des lagomorphes.

II.2. Zone H17.

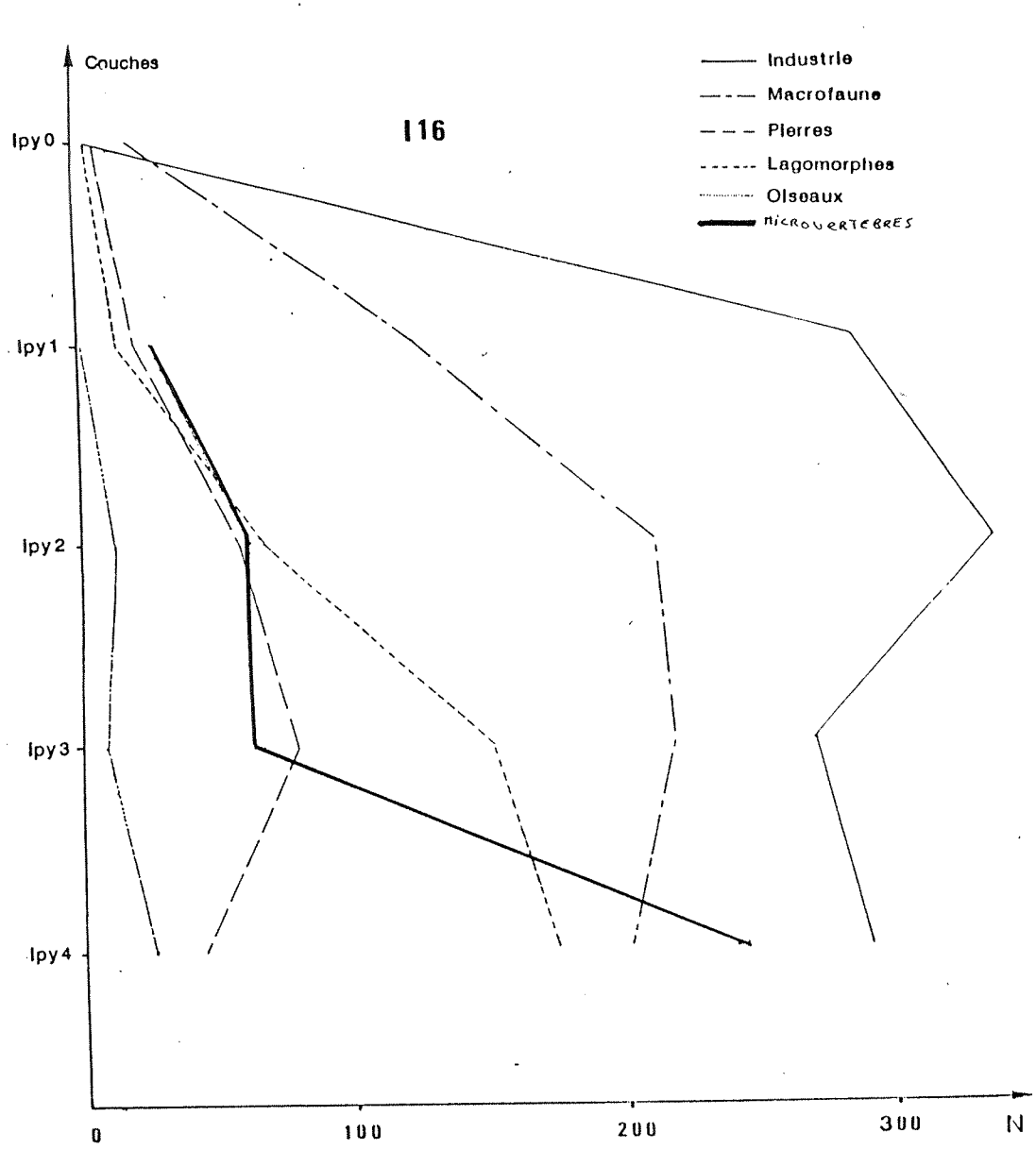
Le nombre de pierres, d'outils et d'éléments de grands vertébrés suivent des évolutions similaires.
On peut noter que ces éléments sont particulièrement abondants au niveau des couches HQY3 et HQY8. D'autre part, on observe une baisse significative du nombre de chacun de ces trois éléments à la base du sol (couche HQY9).

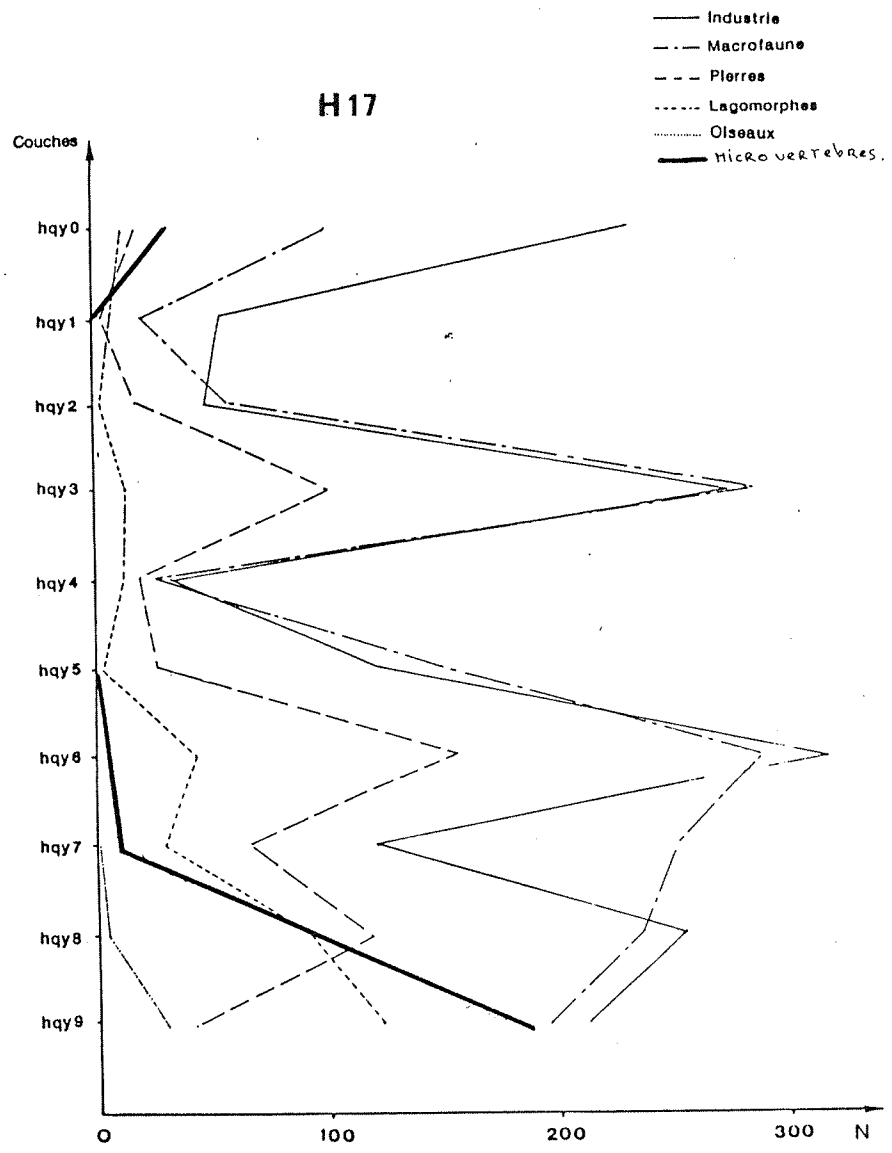
Les lagomorphes suivent une évolution comparable à celle des pierres, des outils et des éléments de grands vertébrés dans les deux-tiers supérieurs du sol.
Par contre, à la base du sol (couche HQY9), le nombre d'ossements de lagomorphes devient particulièrement important, alors que les éléments cités ci-dessus sont nettement moins nombreux.

Les oiseaux sont absents des deux-tiers supérieurs du sol.
Ils présentent une évolution comparable à celle des lagomorphes à la base du sol.

Les autres petits vertébrés présentent une évolution comparable à celle des lagomorphes et des oiseaux à la base du sol d'habitat.

Fig. 49 - Carrés I16 et H17 : diagrammes de répartition des objets dans les couches du sol G.





II.3. Discussion.

Le cas de figure observé ci-dessus se répète dans la majeure partie du remplissage qui a été fouillé :
Les ossements de petits vertébrés (micromammifères, lagomorphes et oiseaux) sont donc principalement localisés à la base et au sommet de la plupart des sols d'habitats; c'est-à-dire dans des zones dites "stériles" caractérisées par l'absence (ou la rareté) des éléments anthropiques (outils, pierres exogènes et ossements de grande faune).

On notera cependant qu'un certain nombre d'ossements de lagomorphes ont été recueillis dans des couches correspondant vraisemblablement à une occupation humaine.
Malgré l'absence de stries de découpes sûres, on ne peut pas écarter l'hypothèse selon laquelle ces ossements sont le résultat d'une activité de prédation des hommes fossiles.
D'autre part, deux pattes postérieures incomplètes de lagomorphes (Lepus timidus et Oryctolagus cuniculus) dont les éléments osseux étaient en connexion anatomique, ont été recueillies.
Ce nombre très réduit de connexions anatomiques, ainsi que les empierrements importants des sols d'habitats qui rendent difficile la construction de terriers nous amènent à rejeter l'hypothèse d'éventuels lagomorphes intrusifs dans le gisement.

Les oiseaux sont essentiellement localisés au niveau des zones stériles; ils ne sont donc apparemment pas liés à une activité anthropique.
Par contre, ils ont pu être déposés dans la grotte par d'autres prédateurs (rapaces ou carnivores).
Les espèces les plus abondantes (Columba livia et Pyrrhocorax graculus) sont des animaux rupestres.
On notera cependant que l'absence d'ossements de jeunes oiseaux tend à montrer qu'il n'y avait pas de colonie de reproduction dans le gisement; ce qui tend à exclure l'hypothèse d'un nombre important d'oiseaux morts sur place.
On peut par contre penser que que des colonies de chocards et de pigeons étaient situées non loin de la Caune de l'Arago.
Un prédateur spécialisé (Aigle de Bonelli par exemple) peut alors être responsable de l'accumulation des ossements de ces deux espèces dans le gisement, ce qui expliquerait également le fait que les autres espèces sont sous-représentées.

La localisation des lagomorphes, des oiseaux et des autres petits vertébrés permet de penser qu'ils ont été déposés dans le gisement en dehors de toute activité anthropique (hormis pour quelques ossements de lagomorphes).

Ce type d'analyse s'avère néanmoins très limité, c'est la raison pour laquelle il est difficile de voir si nous avons affaire à des animaux intrusifs ou bien à des animaux qui ont été chassés par des prédateurs (rapaces et/ou carnivores).

III. Composition taxonomique des assemblages.

On peut essayer de comparer qualitativement et quantitativement la composition taxonomique des assemblages de petits vertébrés provenant des niveaux étudiés avec le contenu des pelotes de régurgitation de différents rapaces et celui des fèces de différents carnivores.
Le lecteur trouvera un inventaire détaillé de la répartition des petits vertébrés dans la partie concernant la paléoécologie du gisement.
Le détail de la composition taxonomique des sols G et H est indiqué dans la figure 50.
De très nombreux auteurs se sont intéressés à la composition des pelotes en Europe; les inventaires quantitatifs les plus complets ayant été fournis par O. Uttendoerfer (1939 et 1952) et H. Mikkola (1983).
Les études concernant la composition des fèces des carnivores européens sont plus rares. Pour ces derniers, on retiendra principalement les travaux de M.C. Saint-Girons (1973), M. Delibes (1978), P. Reynolds (1979), J.M. Cugnasse et C. Riols (1979, 1982 et 1984), P. Andrews et Nesbit-Evans (1983), G. Cheylan et P. Bayle (1988) et P. Andrews (1990).

Ces études ont montré que les listes fauniques dressées à partir des pelotes de rapaces et des fèces de carnivores reflètent surtout un type d'habitat particulier et ne constituent pas vraiment un inventaire exhaustif de la faune d'une région.

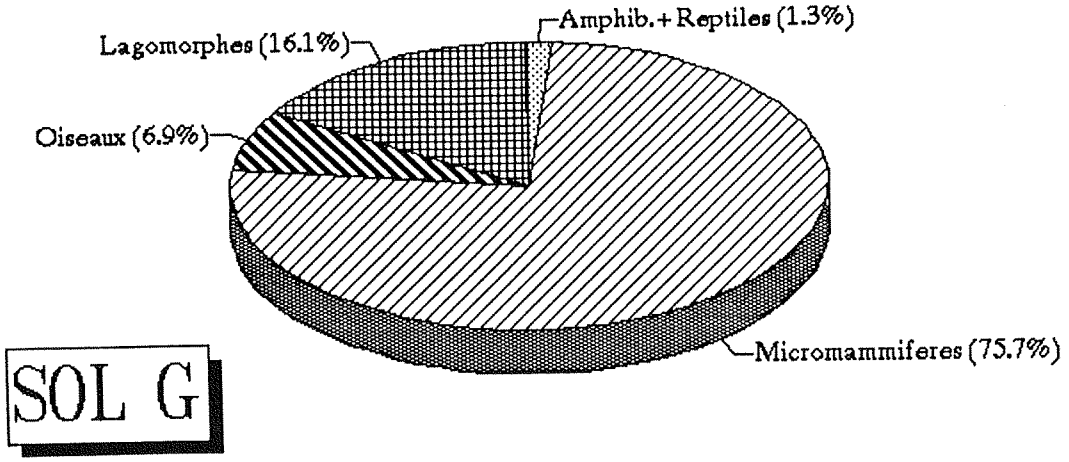
On notera néanmoins que la comparaison de la composition taxonomique des sols G et H présente des affinités évidentes avec le contenu des pelotes des rapaces nocturnes de grande taille (Strigidae) et celui des fèces de carnivores tels que le Renard et le Blaireau (cf. fig. 51a à 51e).

IV. Représentation des éléments osseux.

D'une façon générale, on peut dire que, quel que soit le prédateur, il y a une perte de matériel osseux durant la digestion.
On notera, à titre indicatif, que les travaux de Raczynski et Ruprecht (1974) ont montré que 45.9% des individus avalés par Bubo bubo ne sont pas retrouvés dans les pelotes. Cette perte est de 8% pour Tyto alba et de 34.5% pour les autres rapaces nocturnes.

Dodson & Wexlar (1979) ont établi un pourcentage de représentation (PR) qui permet de quantifier la conservation des différents éléments osseux pour chacun des prédateurs étudiés (rapaces diurnes, rapaces nocturnes et carnivores).

C. Denys (1983, 1985, 1987) a appliqué cette méthode à différents assemblages fossiles et actuels d'Afrique.
P. Andrews (1983, 1990) a élargi le champs des prédateurs et appliqué cette méthode à différents gisements quaternaires anglais.



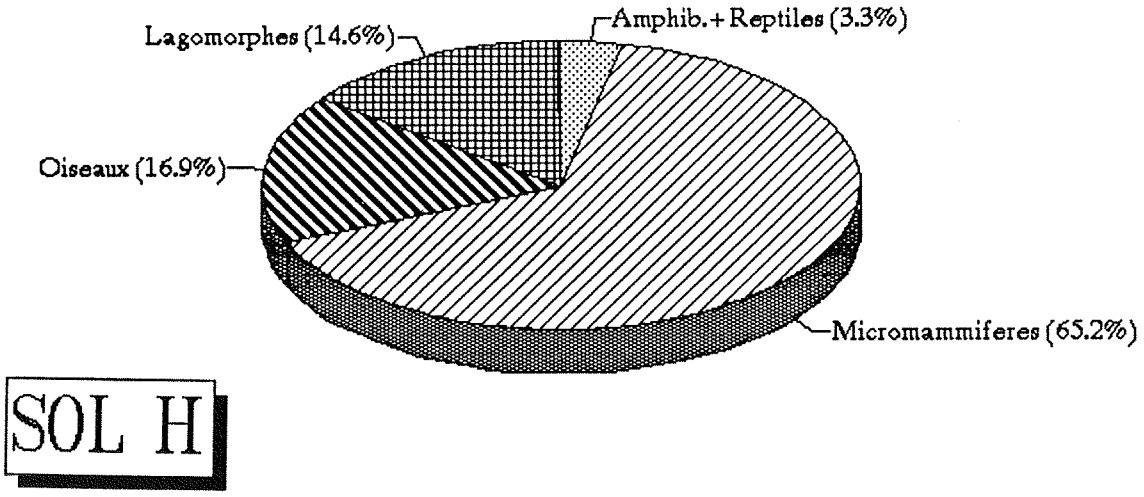
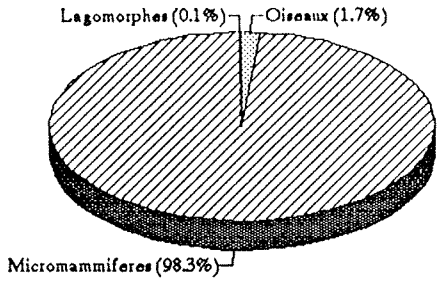


Fig. 50 - Distribution des petits vertébrés dans les sols G et H.

Harfang des neiges (Nyctea scandiaca)
Régime alimentaire

Norvège 1 452 proies
D'après Hagen (1952)



Hibou des marais (Asio flammeus)
Régime alimentaire

Allemagne 2 269 proies
D'après Uttendoerfer (1952)

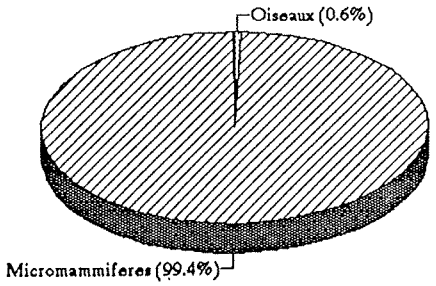
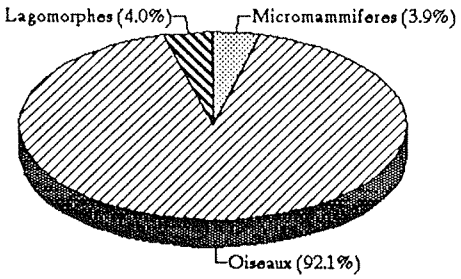


Fig. 51a - Régime alimentaire de Nyctea scandiaca et d'Asio flammeus.

Autour des Palombes (A. gentilis)
Régime alimentaire

Allemagne 9 022 proies
D'après Uttendoerfer (1952)



Epervier d'Europe (Accipiter nisus)
Régime alimentaire

Allemagne 59 463 proies
D'après Uttendoerfer (1952)

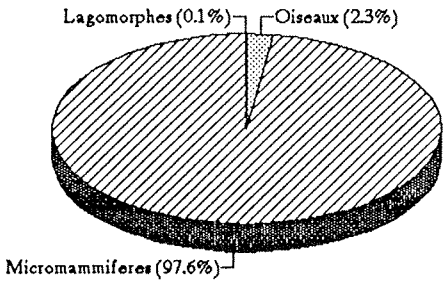
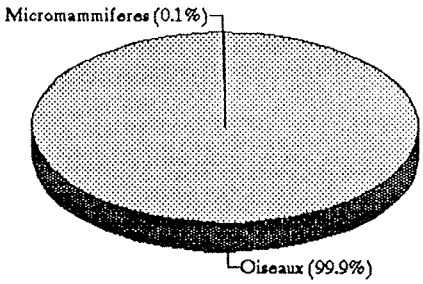


Fig. 51b - Régime alimentaire d'Accipiter gentilis et d'Accipiter nisus.

Faucon pélerin (Falco peregrinus)
Régime alimentaire

Europe centrale 6 418 proies
D'après Uttendoerfer (1952)



Régime alimentaire du Renard
en Camargue (D'apres Reynolds, 1979).

(d'après le nombre de proies)

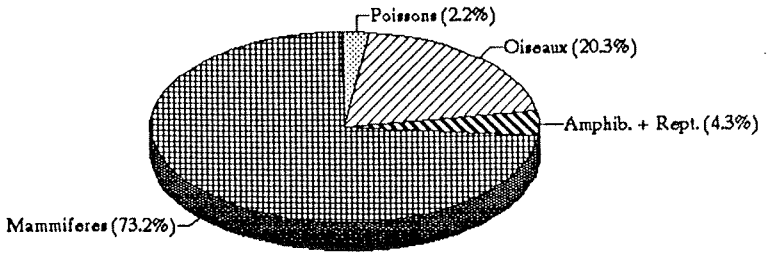
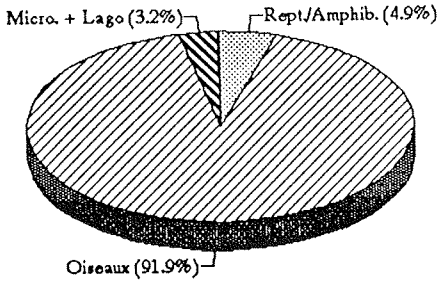


Fig. 51c - Régime alimentaire de Falco peregrinus et de Vulpes vulpes.

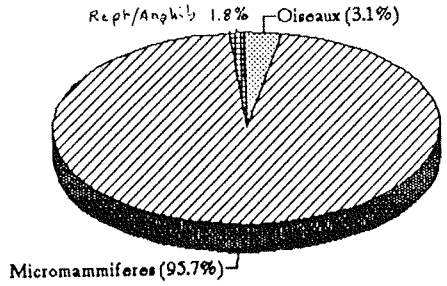
Chouette chevêche (Athene noctua)
Régime alimentaire

Europe centrale 301 proies
D'après Uttendoerfer (1952)



Chouette effraie (Tyto alba)
Régime alimentaire

Europe centrale 77 602 proies
D'après Uttendoerfer (1952)



Chouette hulotte (Strix aluco)
Régime alimentaire

Europe centrale 58 500 proies
D'après Uttendoerfer (1952)

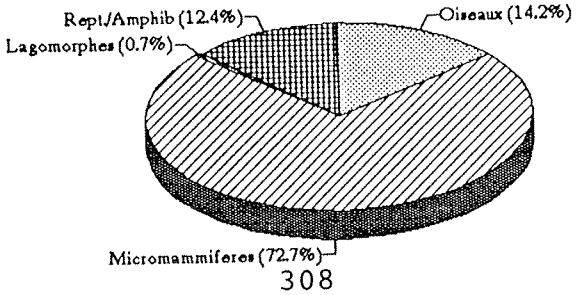
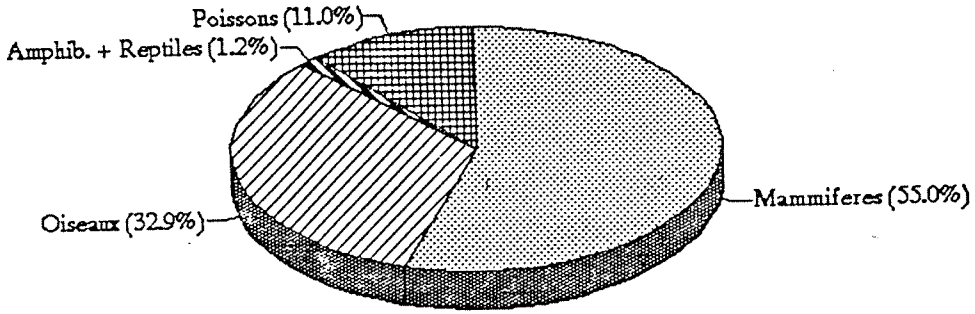


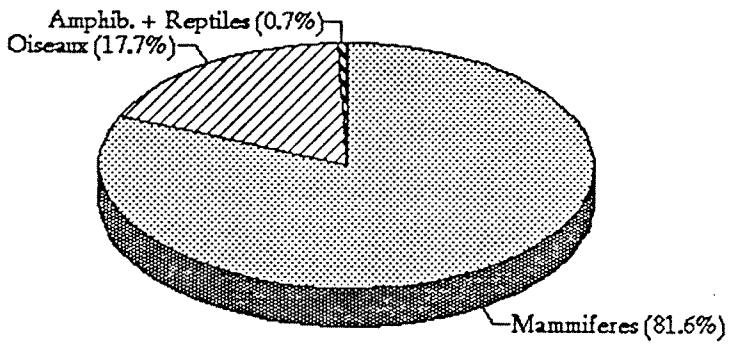
Fig. 51d - Régime alimentaire d'Athene noctua, de Tyto alba et de Strix aluco.

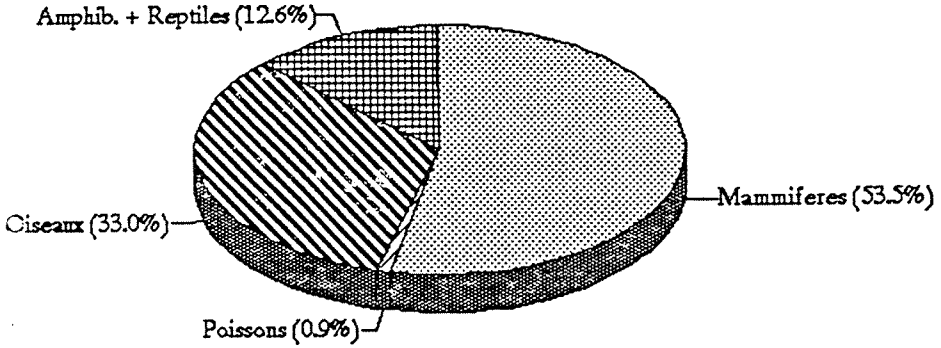
Fig. 51e - Régime alimentaire de Bubo bubo dans différentes régions d'Europe.

Suède 484 proies
D'après Curry-Lindahl (1959)

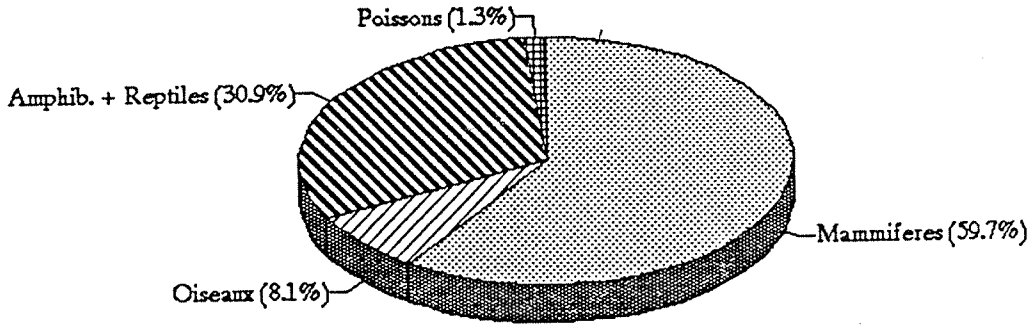


Saxe 2 590 proies
D'après März





Valais 233 proies
D'après Burnier et Hainard



Carpathes 596 proies
D'après Uttendoerfer (1952)

Le PR se calcule de la façon suivante :

$$PR = \frac{FO}{FT \times NMI} \times 100$$

avec :

PR = pourcentage de représentation.

NMI= nombre minimal d'individus calculé à partir de l'os le plus fréquemment rencontré.

FT = fréquence théorique de représentation de chaque élément squelettique estimé pour un individu.

Pour les micromammifères, on estime FT à partir du nombre de chaque élément squelettique rencontré chez un individu souris. Il comprend alors : 1 crâne + 12 molaires + 4 incisives + 2 mandibules; 2 fémurs, humérus, radius, ulna, tibias, fibulas, pelvis, talus, calcaneum et scapula; 1 sacrum, 20 métatarsiens et métacarpiens, 24 côtes, 56 phalanges et 54 vertèbres.

Pour les lagomorphes, nous avons estimé FT à partir du nombre de chaque élément squelettique rencontré chez un individu lapin. Il comprend : 1 crâne + 2 mandibules + 4 incisives supérieures + 2 incisives inférieures + 12 dents jugales supérieures + 10 dents jugales inférieures; 2 fémurs, humérus, radius, ulna, scapula, pelvis, clavicules, talus, calcaneum et scapula; 1 sacrum, 18 métapodes (métatarsiens + métacarpiens), 24 côtes, 54 phalanges et 46 vertèbres.
Le choix d'une fréquence théorique propre aux lagomorphes n'était pas obligatoire. Cependant, en raison de l'abondance des éléments osseux dans le gisement et de la différence de taille des lapins par rapport aux micromammifères, il nous a semblé opportun de calculer les pourcentages de représentation de façon précise.

Enfin, pour les oiseaux, nous avons estimé FT à partir du nombre de chaque élément squeletique rencontré chez un individu canard. Il comprend : 1 crâne + 1 mandibule; 2 coracoïdes, scapula, clavicules, humérus, radius, ulna, carpométacarpiens, pelvis, fémurs, tibiotarses, fibula, tarsométatarsiens; 1 sacrum, 28 vertèbres, 1 sternum, 8 phalanges antérieures et 28 phalanges postérieures.

Nous avons calculé les pourcentages de représentation des ossements de petits vertébrés (micromammifères, lagomorphes et oiseaux) des sols G et H, au niveau de la bande 16.
Les résultats sont résumés dans les tableaux 139, 140 et 141.

Tabl. 139 - Pourcentages de représentation des ossements de petits mammifères de la Caune de l'Arago dans les sols G et H.

	Lago G	Lago H	Lag GH	Micr G	Micr H	Mic GH	Tot G	Tot H	Tot GH
Md	16	4	20	12	0	12	28	4	32
Mx	8	6	14	3	0	3	11	6	17
Inc	121	47	168	80	459	539	201	506	707
Mol	413	132	545						
Fe	26	13	39	143	137	280	169	150	319
Tif	23	7	30	170	139	309	193	146	339
Pel	20	5	25	41	45	86	61	50	111
Calc	20	4	24	34	41	75	54	45	99
Tal	23	7	30	10	5	15	33	12	45
Hum	29	9	38	218	146	364	247	155	402
Ra	16	5	21	74	43	117	90	48	138
Ul	15	7	22	68	50	118	83	57	140
Sc	22	3	25	14	16	30	36	19	51
C+S	18	6	24	7	3	10	25	9	34
Vert	31	15	46	238	225	463	269	240	509
P+M	605	284	889	842	390	1232	1447	674	2121
Dents	534	179	713	80	459	539	614	638	1252
Os	900	385	1285	1879	1240	3119	2779	1625	4404
N.R.tot	1434	564	1998	1959	1699	3658	3393	2263	5656
NMI Inc	31	13	44	22	119	141	53	132	185
NMI Hu	15	7	22	88	43	131	103	50	153

Tabl. 140 - Pourcentages de représentation des ossements de petits mammifères dans les assemblages actuels de différents prédateurs. D'après Andrews (1990).

	B. bubo (1)	B. bubo (1)	B. bubo (1)	B. bubo (2)	B. bubo (3)	N. scand. (1)	A. otus (1)	A. flamme (1)	A. flamme (2)
Md	80.5	98.1	92.2	86.7	98.7	71.4	96.0	93.6	66.7
Mx	63.8	24.1	40.0	90.0	-	47.1	84.8	52.5	-
Inc	26.4	74.1	55.0	86.7	-	14.3	7.6	27.7	-
Fe	97.2	57.4	73.3	93.3	98.7	89.3	95.4	73.1	100.0
Tif	63.8	66.1	62.2	90.0	105.4	99.4	94.0	71.8	79.2
Pel	50.0	33.3	40.0	90.0	81.0	92.9	87.6	51.2	79.2
Calc	8.3	33.3	23.3	31.7	85.1	60.7	19.0	24.3	79.2
Tal	5.5	38.8	25.5	-	81.1	46.4	7.9	24.3	66.7
Hum	55.5	81.5	71.1	93.3	82.4	82.1	86.3	89.7	66.7
Ra	41.6	27.7	33.3	76.7	68.9	71.4	69.3	61.5	75.0
Ul	75.0	59.3	65.5	76.7	79.7	64.3	76.3	54.1	83.3
Sc	22.2	31.5	27.8	63.3	60.8	67.9	51.0	26.9	33.3
C+S	4.6	6.9	6.6	-	-	89.3	35.1	17.4	-
Vert	17.4	29.4	24.6	-	52.5	41.5	27.6	20.8	43.7
P+M	4.7	17.8	12.6	-	(9.6)	61.0	15.0	17.1	(28.2)

	T. alba (1)	S. aluco (1)	A. noctua (1)	F. tinnunc (1)	V. vulpes (1)	G. genetta (1)	A. lagopus (1)	M. martes (1)
Md	84.1	95.4	68.7	96.7	50.0	99.4	100.0	66.7
Mx	71.3	74.2	18.7	66.2	25.0	45.9	83.3	50.0
Inc	4.7	34.1	50.0	60.3	68.8	55.9	0.0	75.0
Fe	69.1	81.1	75.0	61.2	100.0	59.7	16.6	33.3
Tif	73.0	79.5	87.5	53.2	62.5	36.7	33.3	16.6
Pel	67.0	52.3	18.7	33.1	25.0	22.4	0.0	16.6
Calc	34.4	8.3	18.7	14.5	25.0	8.0	0.0	0.0
Tal	34.7	0.8	6.2	19.5	12.5	4.0	33.3	0.0
Hum	70.1	58.3	68.7	70.3	75.0	48.2	50.0	100.0
Ra	66.6	49.2	12.5	41.4	25.0	12.0	16.6	16.6
Ul	70.0	52.3	43.7	52.3	37.5	16.0	16.6	66.7
Sc	59.5	18.9	25.0	28.8	12.5	3.4	0.0	33.3
C+S	45.7	7.8	7.2	6.9	8.3	0.4	7.5	7.5
Vert	42.6	5.0	8.9	12.3	23.4	11.2	27.1	23.9
P+M	22.3	3.6	12.3	13.1	24.4	1.4	29.7	20.0

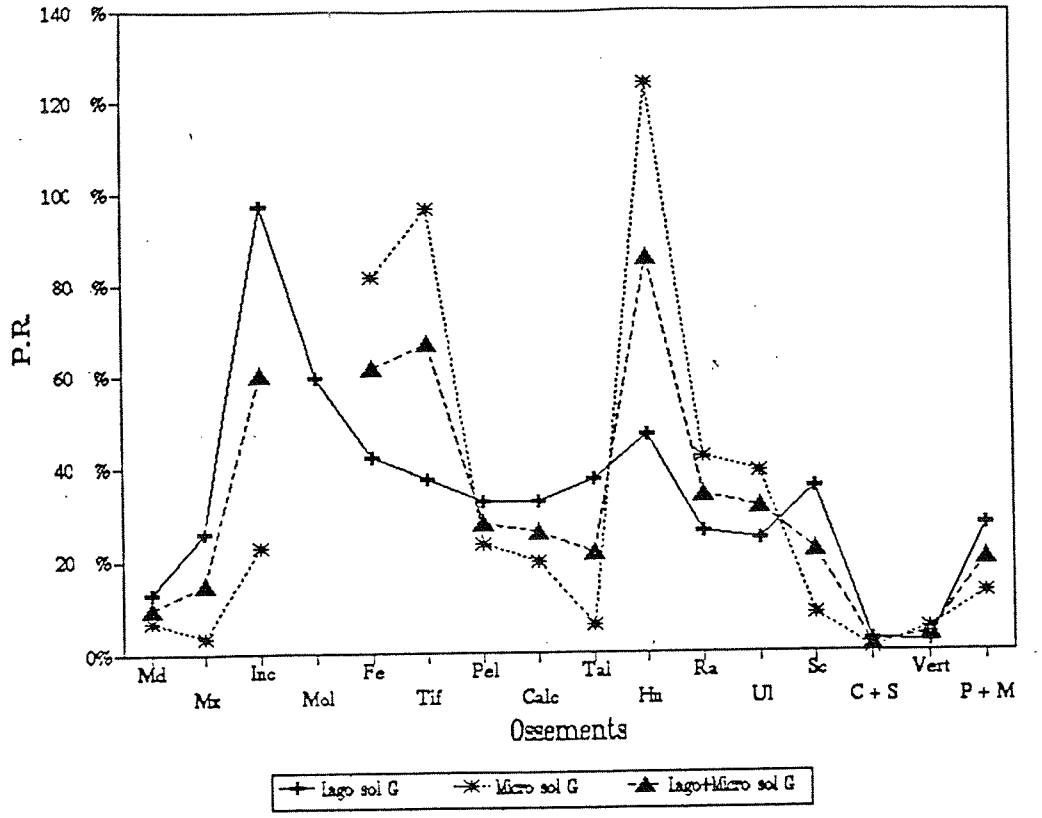
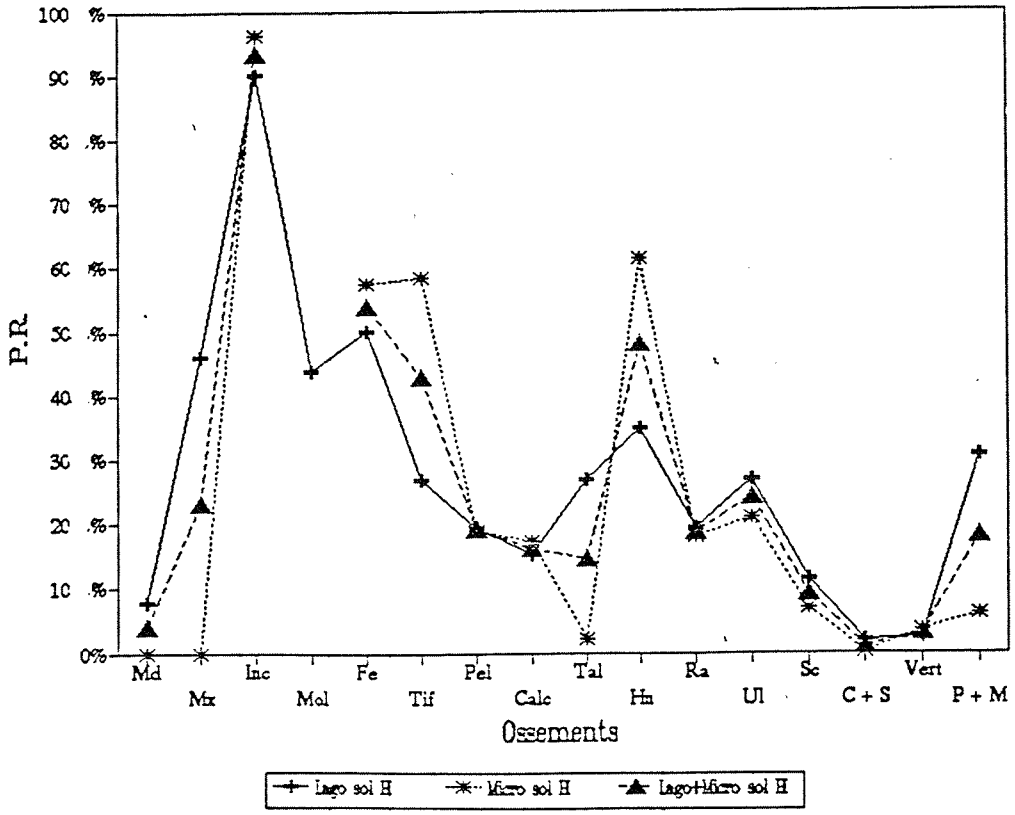
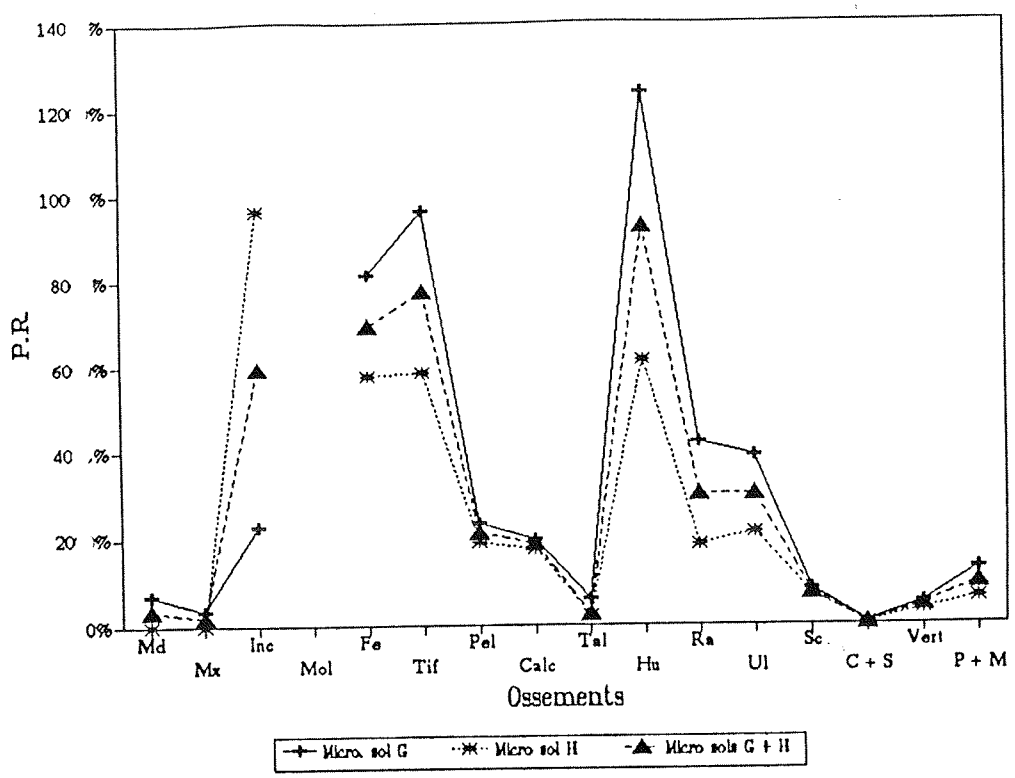


Fig. 52 - Profils de représentation des ossements des micromammifères et des lagomorphes dans les sols G et H.



Md : mandibules, Mx : maxillaires, Inc : incisives,
Mol : molaires, Fe : fémurs, Tif : tibio-fibula, Pel : pelvis,
Calc : calcaneum, Tal : talus, Hum : humérus, Ra : radius,
Ul : ulna, Sc : scapula, C+S : côtes + sacrum, Vert : vertèbres,
P+M : phalanges + métapodes



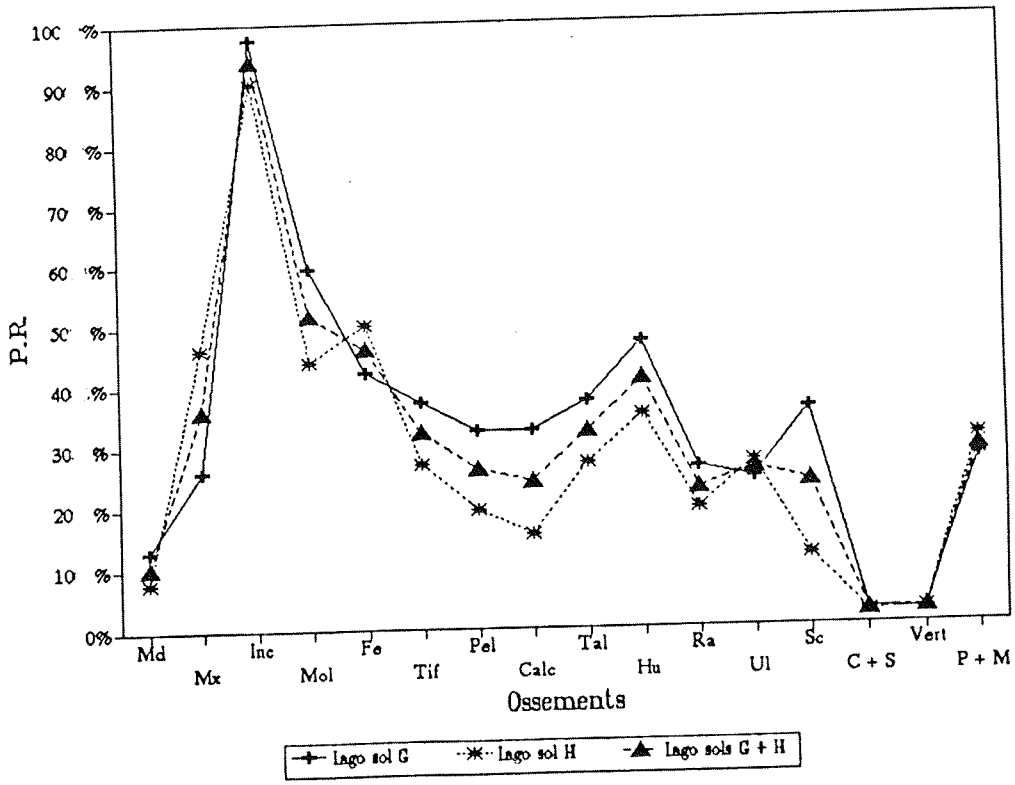


Fig. 53 - Profils de représentation des ossements des petits vertébrés dans les sols G et H.

IV.1. Les micromammifères (fig. 54a et 54b).

Les profils de représentation obtenus pour les sols G, H et l'ensemble G+H à partir des ossements de micromammifères présentent une allure remarquablement homogène.
Les différences de valeur du PR observées entre les sols G et H s'expliquent peut-être par le fait que le NMI a été calculé à partir des incisives pour le sol G et à partir des humérus pour le sol H.
Il convient de préciser que les PR n'ont pas été calculés pour les molaires dans la mesure où nous n'avions pas la totalité de ces éléments en notre possession.

La comparaison des profils obtenus dans les niveaux de la Caune de l'Arago avec ceux des assemblages actuels de différents prédateurs a permis de mettre en évidence les caractères suivants:

-Les crânes et les mandibules présentent des PR particulièrement faibles comparativement aux PR obtenus dans les assemblages actuels de la plupart des prédateurs nocturnes.
Une configuration similaire a été également observé à Tighenif (Denys et al., 1987), où elle avait été interprétée comme étant le résultat d'un biais de tamisage.
Il y a tout lieu de penser que nous avons affaire à un phénomène identique dans le cas de la Caune de l'Arago.

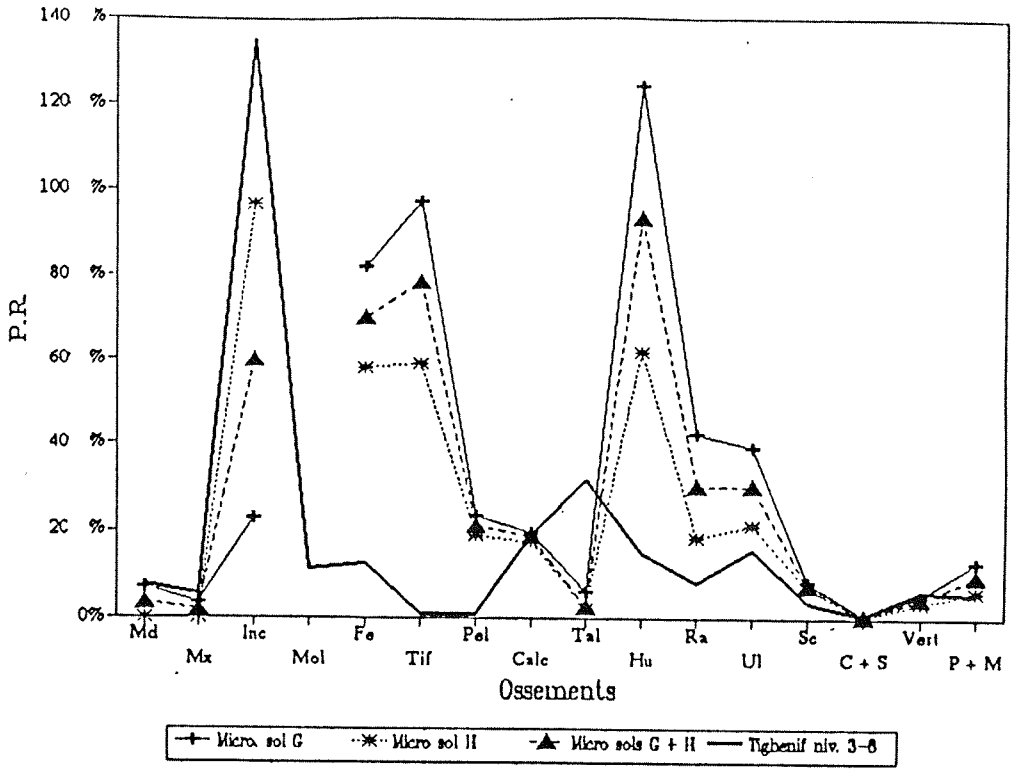
-Les profils obtenus à partir d'un NMI basé sur les incisives (sol G) ou sur les humérus (sol H) sont comparables.
On notera également que les PR du sol H sont toujours légèrement inférieurs à ceux du sol G.

-Les courbes présentent des aspects et des pics proches de ceux qu'on obtient dans les assemblages actuels de Grand-duc, de Chouette chevêche et de Renard roux; surtout pour les micromammifères du sol H (NMI basé sur les humérus).

-Les PR obtenus à l'Arago sont par contre différents de ceux qu'on obtient dans les assemblages actuels des rapaces diurnes et de la plupart des carnivores.

-Les PR des os longs de l'Arago sont globalement plus élevés que ceux du site de Tighenif.
Ce phénomène est peut-être dû au fait que Tighenif est un site de plein air où les conditions de dépôt et de fossilisation n'étaient pas les mêmes qu'à l'Arago.

En résumé, on peut dire que l'étude de la représentation des ossements de micromammifères dans les sols G et H, tend à montrer que des prédateurs sont susceptibles d'être à l'origine de l'accumulation des ossements dans ces niveaux.
Il paraît difficile de voir, en se basant sur ces seuls critères, à quel prédateur nous avons affaire.
L'étude de la fragmentation et de la digestion des éléments anatomiques des micromammifères permettra peut-être de préciser ces résultats.



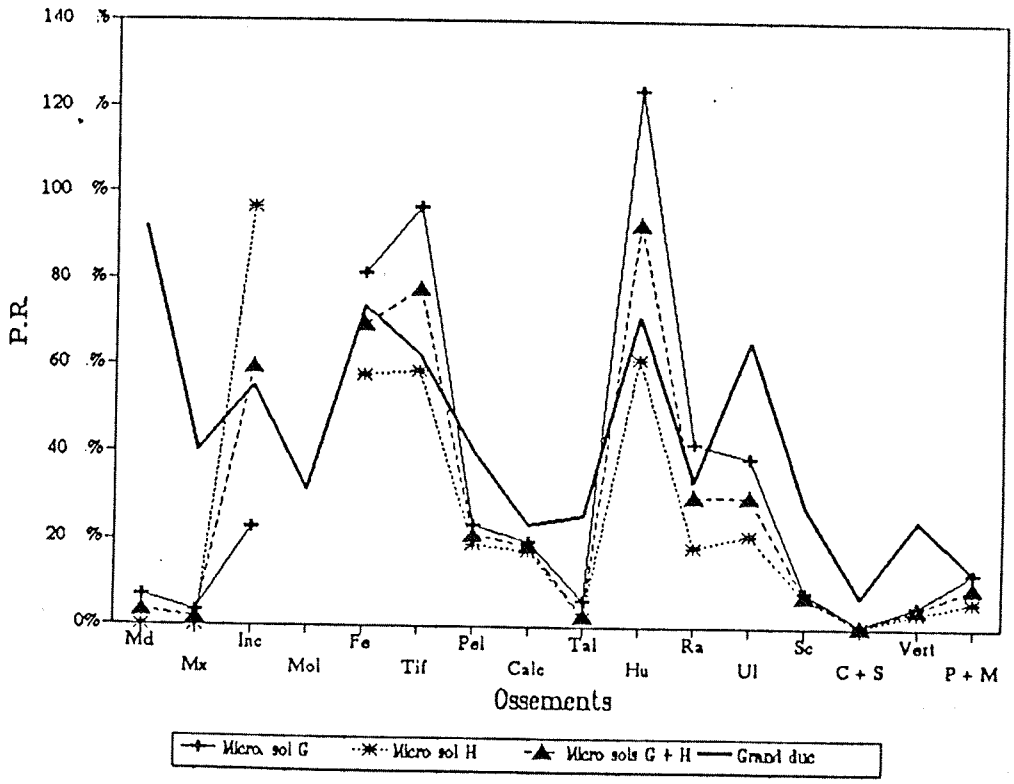


Fig. 54b - Comparaison des profils de représentation des ossements de micromammifères de l'Arago avec les profils obtenus à Tighenif et dans les assemblages actuels de Bubo bubo (Grand-duc).

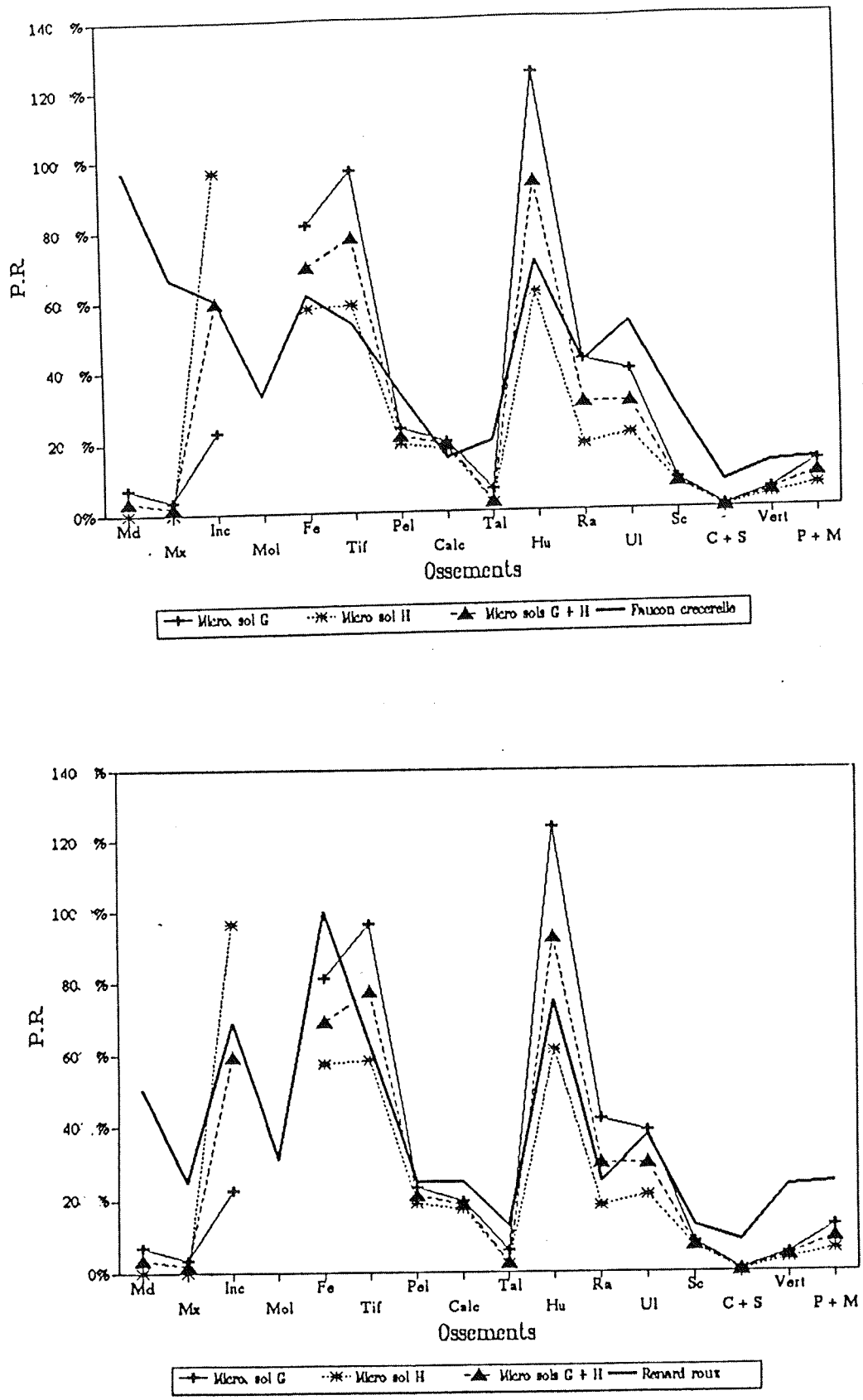


Fig. 54a - Comparaison des profils de représentation des ossements de micromammifères de l'Arago avec les profils obtenus pour les assemblages actuels de F. tinnunculus (Faucon crécerelle) et Vulpes vulpes (Renard).

IV.2. Les lagomorphes (fig. 55a et 55b).

Les PR des lagomorphes (sols G, H et GH) ont été calculés à partir de NMI basés sur les incisives.
Comme pour les micromammifères, on peut remarquer que les profils de représentation sont comparables dans les deux niveaux étudiés.
D'autre part, les PR du sol H sont également légèrement plus faibles que ceux du sol G.
On peut donc penser que les valeurs plus faibles des PR observées dans le sol H ne sont pas liées au mode de calcul du NMI.
A ce stade de l'étude, il paraît difficile de voir si ces différences sont induites par un biais de conservation, de tamisage ou de prédation.

La comparaison des profils de représentation des ossements de lagomorphes de la Caune de l'Arago avec les profils des ossements de micromammifères des assemblages actuels de différents prédateurs a permis de mettre en évidence les caractères suivants :

-Comme dans le cas des micromammifères, les crânes et les mandibules présentent des PR particulièrement bas.
On peut donc penser que ces valeurs des PR sont également induites par un biais de tamisage ou de conservation.

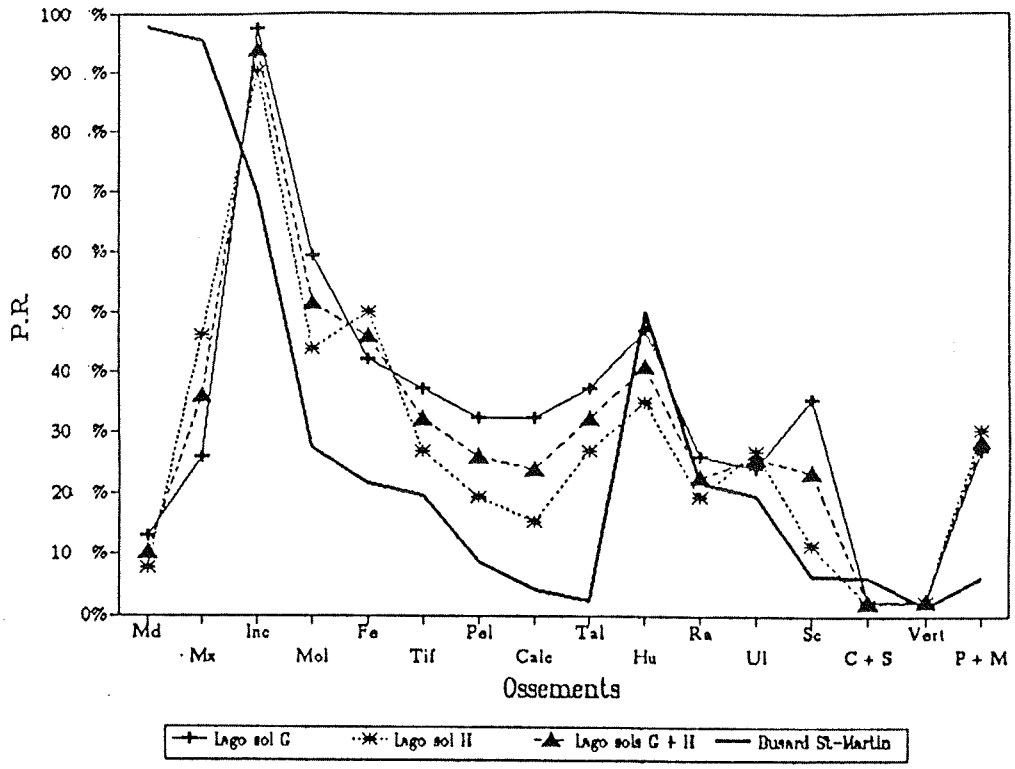
-Les PR des lagomorphes de l'Arago sont généralement plus élevés que ceux des micromammifères de Tighenif.

-Si on compare les profils de représentation des ossements de lagomorphes de l'Arago avec ceux d'une aire actuelle de Grand-duc provenant des Bouches-du-Rhône (Allauch), on s'aperçoit que les pics des contenus actuels sont plus élevés que ceux de l'Arago.
Par contre, on peut constater que les courbes présentent des "allures" comparables.

-Les profils de représentation des ossements des lagomorphes de la Caune de l'Arago présentent des allures proches de ceux des micromammifères des assemblages actuels de la plupart des carnivores et des rapaces diurnes.

-Les PR des os longs de l'Arago sont moins élevés que ceux des assemblages actuels des rapaces nocturnes pour les os longs.
Les PR des dents de l'Arago sont par contre plus élevés.

La comparaison des profils des ossements de lagomorphes de la Caune de l'Arago avec ceux de l'ensemble des petits mammifères des assemblages actuels de différents prédateurs est délicate à interpréter.
C'est la raison pour laquelle nous avons jugé préférable de comparer également les PR des petits mammifères de l'Arago (micromammifères et lagomorphes) avec ceux des assemblages actuels de différents prédateurs.



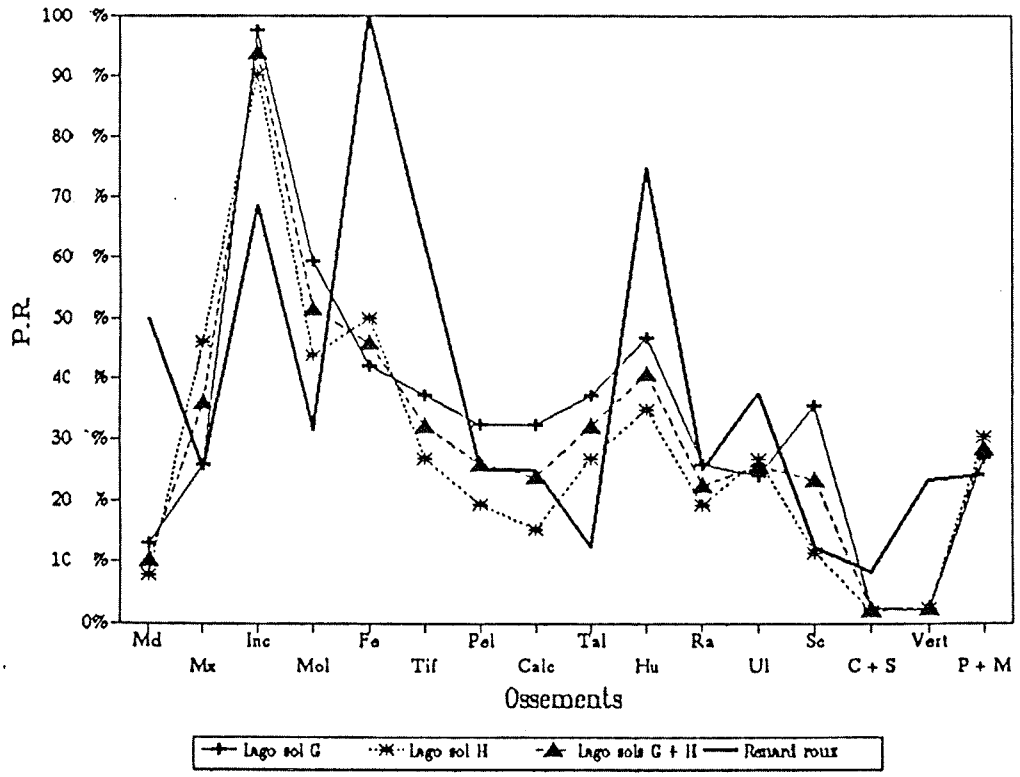
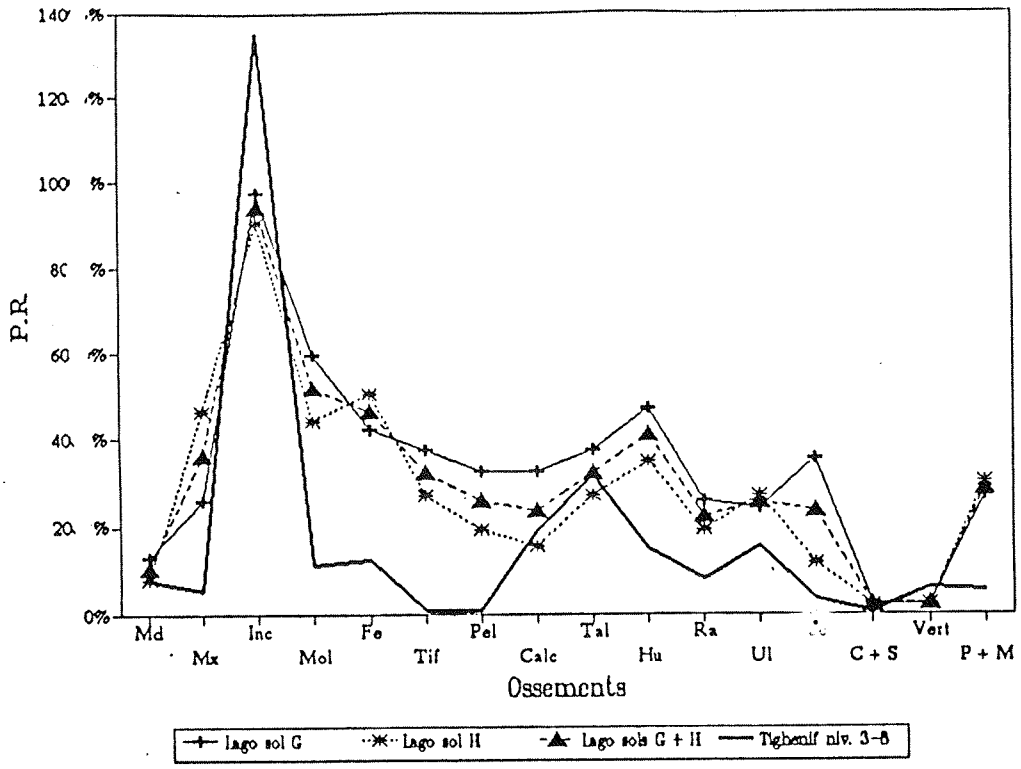


Fig. 55a - Comparaison des profils de représentation des ossements de lagomorphes de l'Arago avec les profils obtenus pour les assemblages actuels de Busard Saint-Martin (Circus cyaneus) et de Renard (Vulpes vulpes).



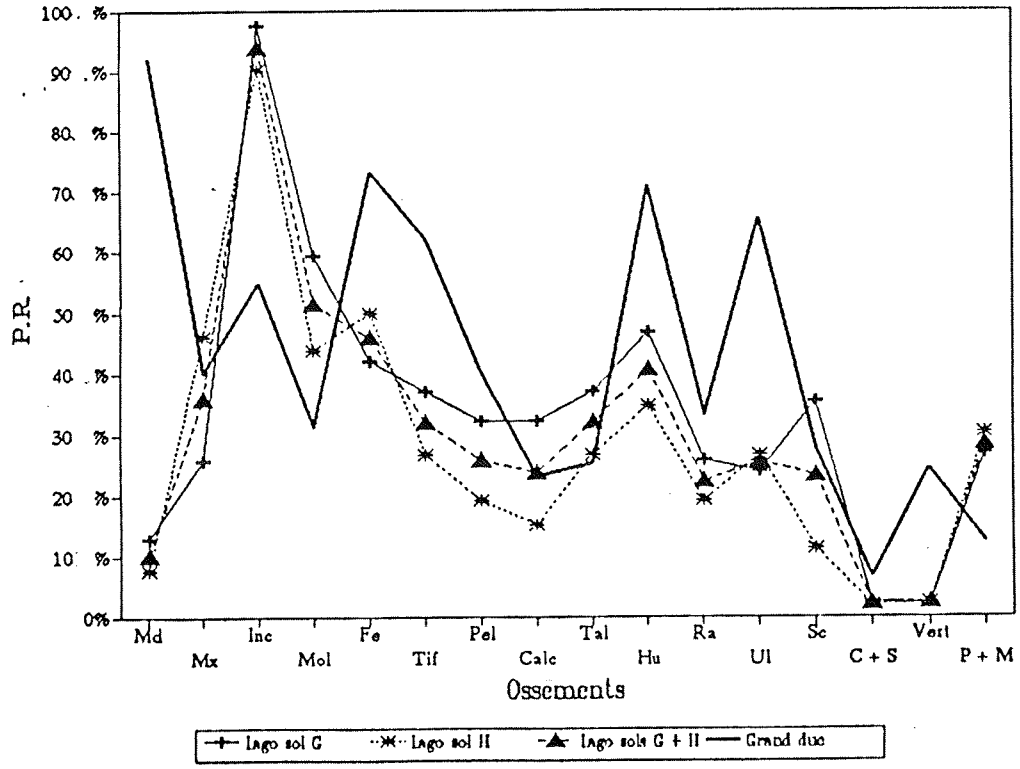
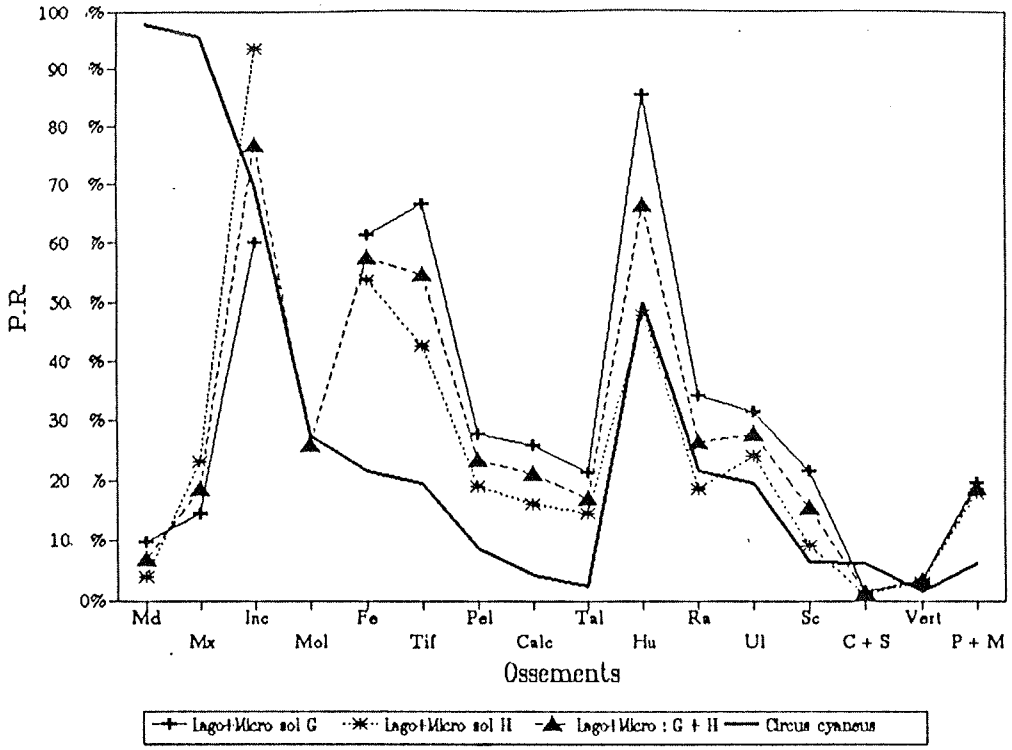


Fig. 55b - Comparaison des profils de représentation des ossements de lagomorphes de l'Arago avec les profils obtenus à Tighenif et dans les assemblages actuels de Grand-duc (Bubo bubo).



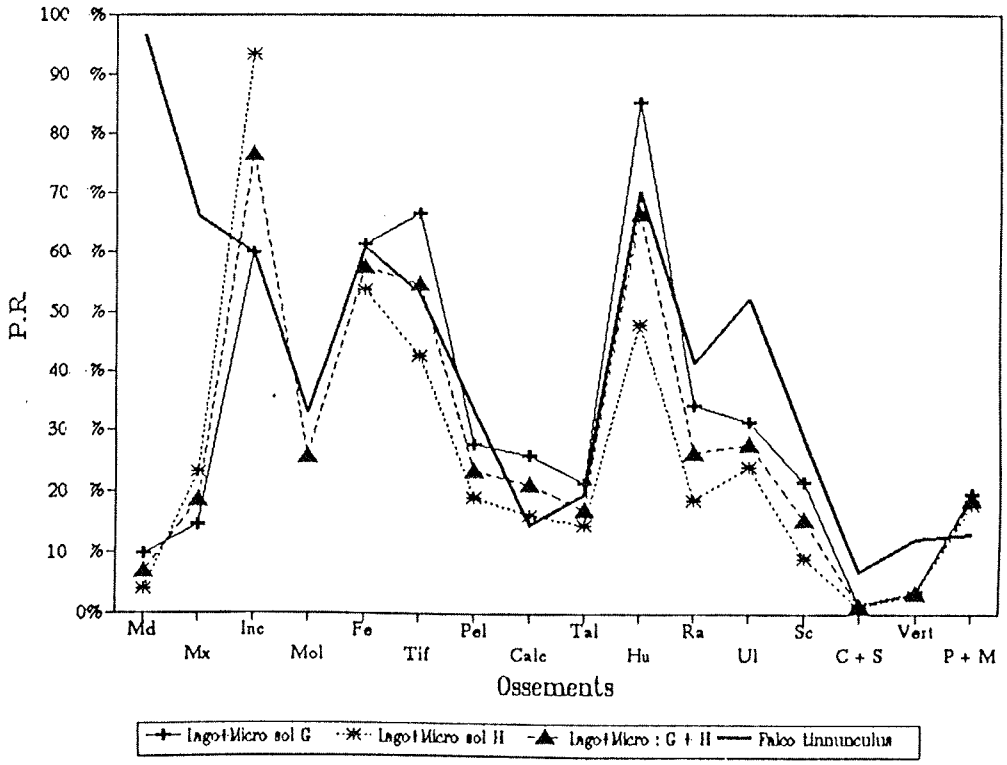
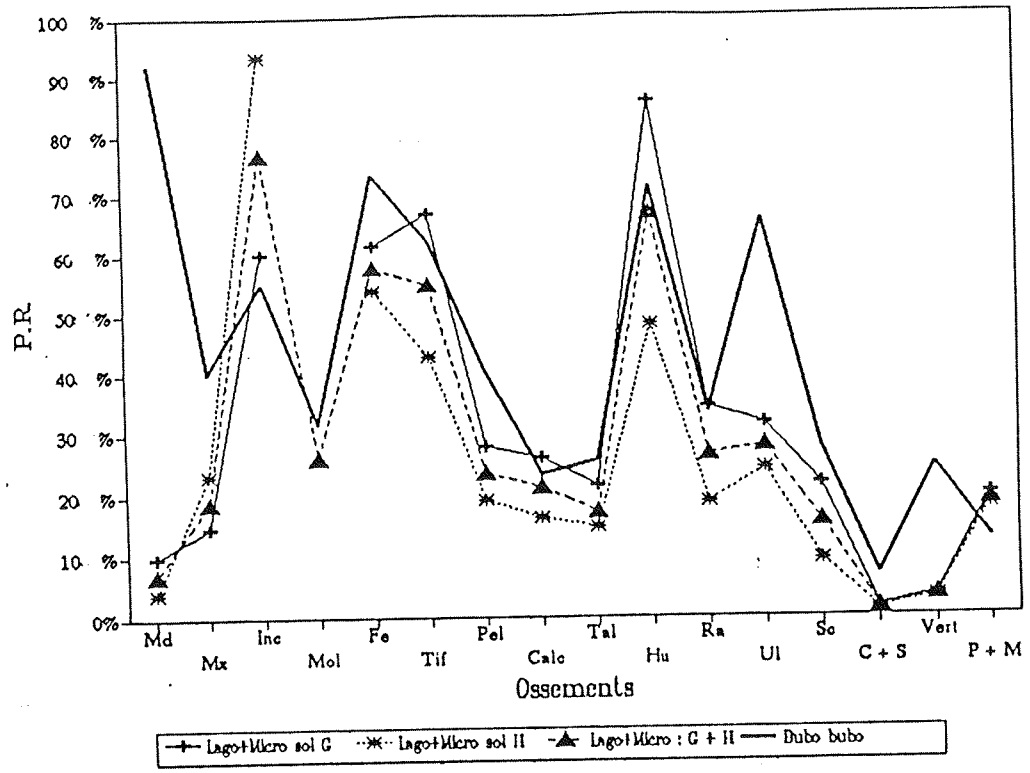


Fig. 56a - Comparaison des profils de représentation des ossements des petits mammifères (micros + lagos) de l'Arago avec les profils obtenus pour les assemblages actuels de Circus cyaneus (Busard Saint-Martin) et de F. tinnunuculus (Faucon crécerelle).



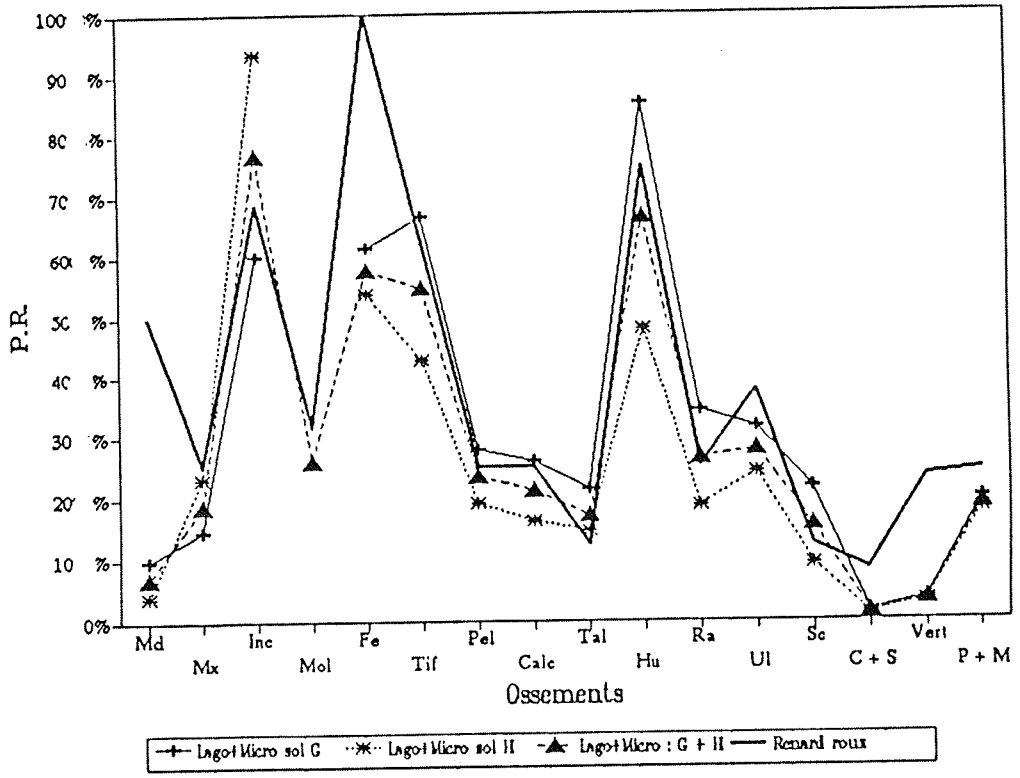


Fig. 56b - Comparaison des profils de représentation des ossements des petits mammifères (micros + lagos) de l'Arago avec les profils obtenus pour des assemblages actuels de Grand-duc (Bubo bubo) et de Renard (Vulpes vulpes).

IV.3. Petits mammifères (micromammifères + lagomorphes). (cf. fig. 56a et 56b).

Les restes osseux de lagomorphes et de micromammifères sont associés dans les assemblages de certains prédateurs. C'est la raison pour laquelle nous avons jugé intéressant de comparer les profils de représentation de l'ensemble des petits mammifères de la Caune de l'Arago avec ceux des assemblages de différents prédateurs actuels.

Les profils de représentation des petits mammifères (micromammifères + lagomorphes), obtenus dans les sols G et H, présentent les caractères suivants :

-Les profils des sols G, H et de l'ensemble G+H sont comparables.

-Hormis pour les mandibules qui sont peu nombreuses, les profils présentent des pics et des valeurs proches de ceux des assemblages actuels du Grand-duc, du Renard, de la Genette, du Faucon crecerelle et de la Chouette chevêche.
Ils sont par contre différents de ceux des assemblages actuels des Chouettes (Effraie et Hulotte), du Busard Saint-Martin et du Renard polaire.

Compte tenu du nombre important de lagomorphes, il convient d'éliminer le Faucon crecerelle et la Chouette chevêche qui se nourrissent de proies plus petites.
La représentation des ossements des petits mammifères tend donc à montrer qu'un Grand-duc ou un Renard est susceptible d'être à l'origine de l'accumulation des ossements de petits mammifères dans les sols G et H.

IV.4. Les oiseaux (fig. 57 et 58).

Une approche taphonomique des oiseaux dans les gisements préhistoriques, basée sur la répartition des ossements et le pourcentages des différents éléments du squelette, a été tentée par C. Mourer-Chauviré (1983).
Cette étude a permis de mettre en évidence des différences de conservation des ossements entre les gisements naturels et les habitats préhistoriques où les oiseaux avaient été chassés par l'Homme.

Il n'y pas eu, à notre connaissance, d'études portant sur la représentation des ossements dans les pelotes de réjection de rapaces et les fèces de carnivores.
Les profils de représentation des ossements d'oiseaux des sols G et H sont homogènes. On peut donc penser que les mécanismes de dépôt sont identiques pour les deux sols.

Pour les raisons invoquées précédemment, il n'est pas possible d'affirmer qu'un prédateur est à l'origine du dépôt des oiseaux dans le gisement.

Tabl. 141 - Pourcentages de représentation des ossements des oiseaux de la Caune de l'Arago dans les sols G et H et dans une aire actuelle de grand duc située dans les Bouches-du-Rhône.

	Sol G		Sol H		Sols GH		Aire de Grand duc	
	N.R.	P.R.	N.R.	P.R.	N.R.	P.R.	N.R.	P.R.
Cr	0	0	0	0	0	0	1	7.1
Md	0	0	3	7.1	3	3.6	0	0
Sc	6	18.7	24	57.1	30	37.9	17	60.7
Cor	23	71.9	45	107.1	68	89.5	18	64.3
Clav	0	0	2	4.6	2	2.4	1	7.1
St	5	31.2	9	42.9	14	37.0	12	85.7
Hu	20	62.5	29	69.0	49	65.8	23	82.1
Ra	26	82.2	41	97.6	67	89.4	17	60.7
Ul	24	75.0	26	61.9	50	68.4	24	85.7
Carp	10	15.6	8	9.6	18	12.6	18	32.1
Cmc	37	115.6	38	90.5	75	103.0	14	50.0
Ph.ant	11	9.4	34	20.2	45	14.8	15	13.4
Vert	14	3.1	51	8.7	65	5.9	50	12.7
Sacr	1	6.2	4	19.0	5	12.6	11	78.6
Pelv	0	0	1	2.4	1	1.2	14	50.0
Fe	5	15.6	12	28.6	17	22.1	15	53.6
Tts	10	31.2	23	54.8	33	43.0	22	78.6
Fib	0	0	1	2.4	1	1.2	10	35.7
Tmt	14	43.7	28	66.7	42	55.2	26	92.9
Ph.post	166	37.0	214	36.4	380	36.7	251	64.0

Cr = crânes
Md = mandibules
Sc = scapula
Cor = coracoïdes
Clav = clavicules
St = sternum
Hu = humerus
Ra = radius
Ul = ulna
Carp = carpiens
Cmc = carpométacarpiens
Ph. ant = phalanges antérieures

Vert = vertèbres
Sacr = sacrum
Pelv = pelvis
Fe = fémurs
Tts = tibiotarses
Fib = fibula
Tmt = tarsométatarsiens
Ph. post = phalanges postérieures

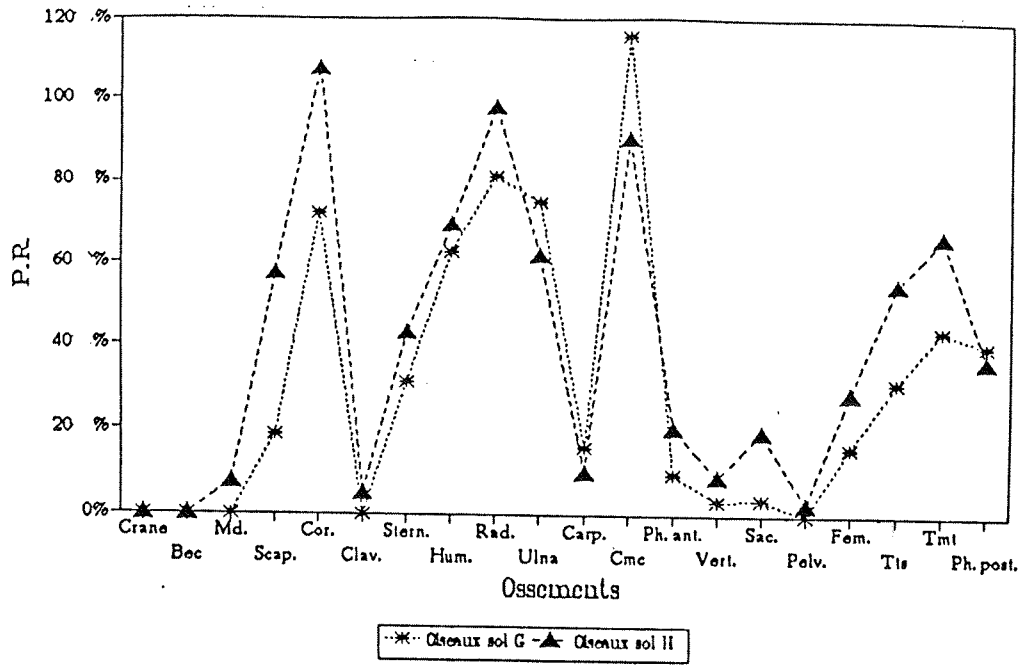


Fig. 57 - Profils de représentation des ossements d'oiseaux dans les sols G et H de la Caune de l'Arago..

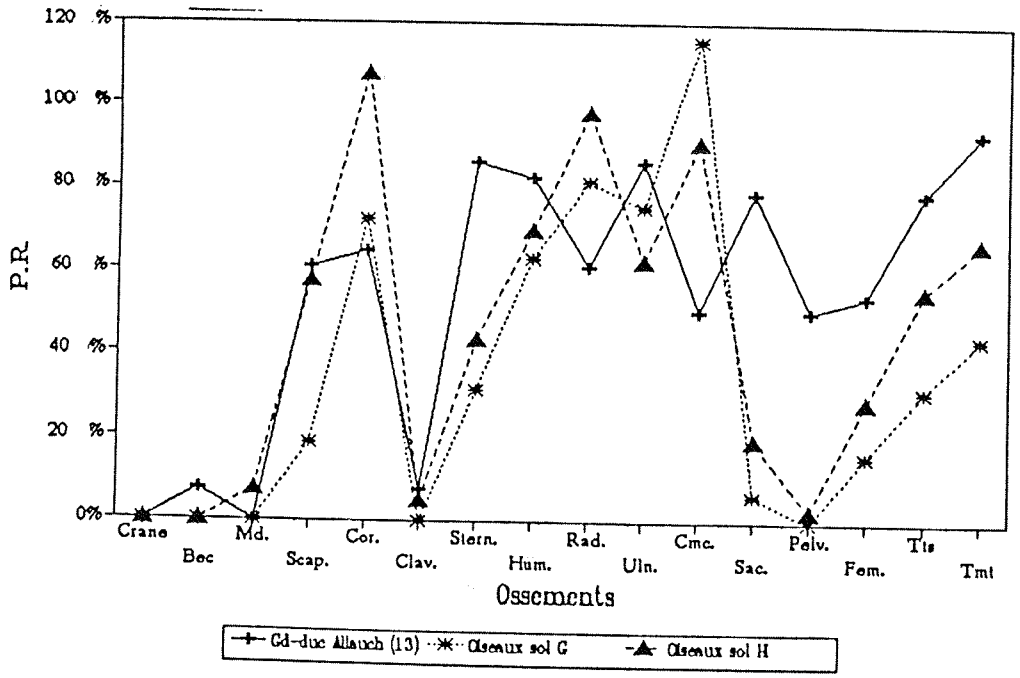


Fig. 58 - Comparaison des profils de représentation des ossements des oiseaux de l'Arago avec le profil obtenu dans un assemblage actuel de Bubo bubo (Grand-duc) dans les Bouches-du-Rhône.

Le lecteur trouvera, à titre indicatif, les profils de représentation des ossements d'oiseaux provenant d'une aire actuelle de grand duc, située dans les Bouches-du-Rhône.

IV.5. Discussion.

En l'absence d'études approfondies sur la représentation des ossements d'oiseaux dans les pelotes de rapaces, il paraît difficile de voir, au vu du seul critère de représentation, si les ossements proviennent d'oiseaux qui ont niché dans la grotte et qui sont morts sur place ou si ils ont été déposés dans le gisement par des prédateurs.

Les profils de représentation des ossements obtenus dans les différents niveaux (G, H et ensemble G+H) pour chacun des autres groupes (micromammifères, lagomorphes et ensemble micromammifères + lagomorphes) sont particulièrement homogènes, ce qui semble indiquer qu'un seul type de prédateur peut être à l'origine de l'accumulation des ossements dans le gisement.
N.B. : Il convient de préciser que ce phénomène est peut-être dû à la conservation différentielle des ossements.

La comparaison des profils de représentation des ossements de petits mammifères de la Caune de l'Arago avec ceux des assemblages actuels de différents prédateurs tend à montrer qu'un grand duc ou un renard est susceptible d'être à l'origine de cette accumulation.

L'étude de la fragmentation et de l'abrasion des éléments squelettiques permettra peut-être d'affiner les résultats et de mieux cerner le ou les prédateurs.

V. Proportions en éléments distaux et proximaux des membres. (cf. fig. 59).

Les travaux de P. Andrews (1990) ont montré que, selon le type de prédateur (voire même le prédateur), les petits mammifères récoltés dans les pelotes et les fèces présentent des variations dans les proportions d'éléments distaux des membres (radius, ulna, tibia et fibula) et les éléments proximaux des membres (humérus et fémurs) :
D'une façon générale, on peut constater que les petits mammifères provenant des fèces de carnivores présentent une perte en éléments distaux beaucoup plus importante que celle des petits mammifères qui proviennent de pelotes de rapaces.
Si on observe de façon plus précise les assemblages de chacun des rapaces, on constate que chez les rapaces nocturnes tels que Tyto alba, Strix aluco, Bubo nyctea et Asio otus, la perte en éléments distaux est très faible.
La perte est plus importante dans les pelotes d'Asio flammeus, Bubo bubo, Strix nebulosa, Athene noctua, de Falco tinnunculus et de Circus cyaneus.
Enfin, la perte est encore plus importante dans les assemblages de Bubo africanus où elle est même comparable à celle de

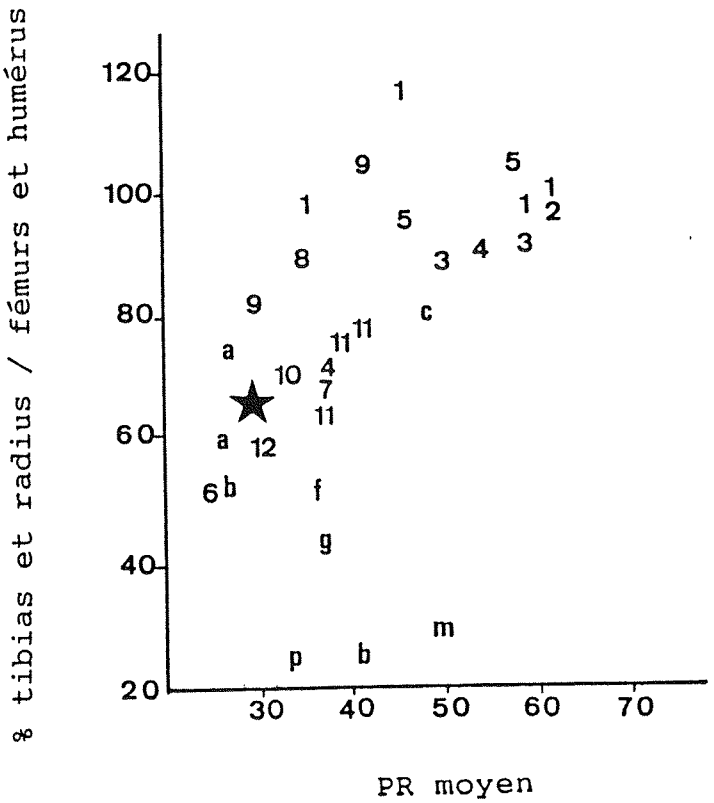
carnivores tels que Genetta genetta, Vulpes vulpes et Alopex lagopus
Dans les assemblages de carnivores, on remarque que la perte en éléments distaux est particulièrement importante pour Martes martes, Ichmeumia albicauda et Otocyon megalotis.

Les pourcentages de perte en éléments distaux par rapport à l'abondance relative moyenne pour les petits vertébrés de l'Arago sont très homogènes.
Il sont proches des valeurs observées dans les assemblages de rapaces tels que Athene noctua, Circus cyaneus, voire même Falco tinnunculus, Strix nebulosa, Bubo bubo et Asio flammeus.
Ils sont également proches des valeurs observées dans les fèces de carnivores tels que Alopex lagopus, Genetta genetta et Vulpes vulpes.

Tab. 142 - Comparaison entre les proportions des parties distales et proximales des membres par rapport à la moyenne des abondances relatives :

	% él.dist	**PR moyen**
Micro sol G	67.6	30.9
Micro sol H	64.3	22.9
Micro sols G+H	66.1	26.9
Lago sol G	70.9	34.1
Lago sol H	52.4	29.0
Lago sols G+H	65.8	31.6
Micro + Lago (sol G)	68.0	32.5
Micro + Lago (sol H)	63.6	26.0
Micro + Lago (G+H)	66.2	29.3

Fig. 59 - Comparaison entre les proportions des parties distales et proximales des membres par rapport à la moyenne des abondances relatives.



★ : Microvertébrés Caune de l'Arago (micromammifères, lagomorphes, micros + lagos)

1 : Tyto alba (Chouette effraie)
2 : Nyctea scandiaca (Harfang des neiges)
3 : Asio otus (Hibou moyen-duc)
4 : Asio flammeus (Hibou des marais)
5 : Bubo lacteus
6 : Bubo africanus
7 : Bubo bubo (Hibou grand-duc)
8 : Strix nebulosa (Chouette lapone)
9 : Strix aluco (Chouette hulotte)
10 : Athene noctua (Chouette chevêche)
11 : Falco tinnunuculus (Faucon crecerelle)
12 : Circus cyaneus (Busard Saint-Martin)

a : Alopex lagopus (Renard polaire)
b : Otocyon megalotis
c : Canis latrans (Coyote)
f : Vulpes vulpes (Renard roux)
g : Genetta genetta (Genette)
p : Martes martes (Martre)
m : Ichmeumia albicauda (Mangouste)

VI. Fragmentation des dents et des ossements.

L'étude de pelotes actuelles, avait permis à Dodson et Wexlar (1979) d'émettre l'hypothèse que chaque espèce de prédateur pouvait être caractérisée par des pourcentages et des types de fragmentation particuliers, ceci en fonction du mode d'ingestion de la proie.
Les travaux de Korth (1979) et Andrews-Nesbit-Evans (1983) ont montré que le taux de fragmentation des ossements de micromammifères dans les fèces de carnivores était nettement supérieur à celui qui a pu être observé dans les pelotes de rapaces nocturnes.
P. Andrews (1990) a étudié de façon très détaillée la fragmentation des différents éléments anatomiques induite par différents prédateurs.

Nous n'avons pas recueilli d'ossements complets de microvertébrés dans la Caune de l'Arago.
D'autre part, les dents isolées sont extrêmement nombreuses par rapport aux séries dentaire complètes (mandibules et maxillaires).
On peut penser que l'important taux de fragmentation des ossements résulte de l'action conjuguée d'un ou de plusieurs prédateurs, d'un biais de conservation et d'un biais de tamisage.

Selon P. Andrews (1990), la fragmentation des dents et des ossements dans les gisements préhistoriques est généralement induite par les prédateurs et différents agents naturels lors de la fossilisation. Cet auteur souligne qu'il est souvent difficile de distinguer ces deux modes de fragmentation.

On notera, à titre indicatif, que les extrémités distales et proximales des ossements, c'est à dire les parties les plus robustes, sont bien conservées à l'Arago; contrairement aux diaphyses et aux éléments du squelette céphalique qui sont plutôt fragiles.

Les travaux de P. Andrews (1990) ont montré que dans les pelotes et les fèces de la plupart des prédateurs, les dents des petits mammifères sont peu ou pas fragmentées :
Sur les molaires, la fragmentation se limite essentiellement à des cassures au niveau des angles des bords sailliants.
Les incisives présentent le plus souvent des cassures au niveau des extrémités.
Selon cet auteur, la fragmentation des dents est étroitement liée à la digestion. La fragmentation aurait lieu juste après l'ingestion de la proie, au moment où les dents sont dénudées et exposées à l'action des fluides digestifs.
Il apparaît que les dents digérées par la plupart des rapaces nocturnes sont très peu fragmentées.
D'autre part, 7 à 11% des dents digérées par les rapaces diurnes et certains rapaces nocturnes (Athene noctua, Bubo bubo et Strix aluco) sont fragmentées.
Enfin, 65% des molaires et 88% des incisives trouvées dans les fèces des carnivores sont fragmentées.

A l'Arago, les dents fragmentées représentent environ 10% de l'ensemble des dents récoltées, ce qui tend à montrer qu'un

rapace diurne, ou un des trois rapaces nocturnes cité précédemment, peut être à l'origine du dépôt des petits vertébrés dans le gisement.

Il n'y a pas eu, à notre connaissance, d'études approfondies concernant la fragmentation des ossements d'oiseaux dans les pelotes de réjection de rapaces et les fèces de carnivores.
On peut cependant noter que les ossements d'oiseaux en notre possession provenant d'aires actuelles de Grand-duc situées dans les Bouches-du-Rhône et en Lozère sont peu ou pas fragmentées.
D'autre part, selon P. Bayle (comm. pers.), les ossements d'oiseaux sont généralement reduits à l'état de petites esquilles indéterminables dans les fèces des carnivores.

N.B. : la Fouine fait exception à cette règle. En effet, il n'est pas rare de trouver des ossements intacts dans les fèces de ce carnivore. On notera cependant qu'elle se nourrit de proies de taille nettement inférieure à celle du Pigeon biset et du Chocard à bec jaune qui représentent plus de 90% des individus présents dans le gisement.

Il apparaît donc qu'un carnivore n'est pas responsable de la fragmentation des ossements d'oiseaux de la Caune de l'Arago.
Un rapace est par contre susceptible d'être à l'origine de l'accumulation des oiseaux dans le gisement. Pour les raisons invoquées précédemment, il paraît difficile d'être plus précis.

VII. Abrasion des dents et des ossements.

Les études de C. Denys (1985, 1987) et P. Andrews (1990) ont permis de mettre en évidence le fait que les effets corrosifs de la digestion (attaque par les sucs gastriques) sur les dents et les ossements dans les estomacs des prédateurs laissent des traces particulières qui ne peuvent pas être confondues avec les autres types d'altération.
P. Andrews (1990) a examiné les traces laissées par les sucs gastriques de nombreux rapaces et carnivores actuels sur des éléments anatomiques de petits mammifères. Il ressort de cette étude qu'il est parfois possible de déterminer de façon précise le prédateur en fonction du degré de digestion et de la proportion de dents (molaires et incisives) et d'ossements affectés par la digestion.

Pour les gisements préhistoriques, on notera que les altérations postérieures au dépôt tendent à augmenter le nombre de dents isolées, donc de dents isolées digérées par rapport au nombre de dents "in situ" digérées.

VII.1. Digestion des molaires.

A) **Digestion des molaires par les rapaces :**

L'étude de la digestion et de la fréquence des molaires affectées par la digestion dans différentes pelotes actuelles, a permis à P. Andrews de classer les rapaces en 5 catégories :

N.B. : Nous nous limiterons, dans les lignes qui suivent, à donner un bref aperçu de la digestion des molaires dans les pelotes actuelles et nous renvoyons le lecteur au travaux de P. Andrews pour plus de renseignements concernant ce sujet.

Catégorie 1 : Tyto alba, Asio flammeus, Asio otus et Bubo lacteus

Les molaires des rongeurs digérées par ces prédateurs présentent de légères altérations de l'émail.
Les molaires des insectivores ne sont pas altérées.
Le % de molaires isolées qui sont digérées varie entre 0.6% (Tyto alba) et 4.1% (Bubo lacteus).

Catégorie 2 : Strix nebulosa, Nyctea scandiaca et Bubo africanus

Les molaires présentent des altérations identiques à celles de la première catégorie.
Le pourcentage de molaires isolées affectées par la digestion est par contre légèrement plus important. Il varie de 4.2% (Nyctea scandiaca) à 5.1% (Bubo africanus).

Catégorie 3 :Bubo bubo et Strix aluco

Les altérations des molaires causées par la digestion sont plus importantes et plus fréquentes :
Les Arvicolidae et les Muridae présentent des traces de digestion plus importantes que dans les deux cas précédents. Les molaires des insectivores sont également affectées par la digestion.
Pour les Arvicolidae, on notera que les angles sont fortement arrondis, l'émail est digéré, la dentine est souvent apparente et présente elle-même des altérations dues à la digestion.
Les dents isolées sont plus digérées que les molaires "in situ", autant en intensité qu'en fréquence.
Le % de molaires isolées digérées varie entre 8.3% (Bubo bubo) et 51.1% (Strix aluco).

Catégorie 4 : Athene noctua, F. tinnunuculus et F. peregrinus

Les effets de la digestion sont comparables à ceux de la catégorie précédente.
Par contre, on notera que plus de 50% des molaires sont affectées par la digestion. (56% pour Athene noctua et 65.8% pour Falco tinnunuculus).

Catégorie 5 : Circus cyaneus, Milvus milvus et Buteo buteo.

L'émail est très affecté par la digestion. Le dentine subit également des dégats considérables.
Les molaires des rongeurs et des insectivores présentent des traces d'attaques par les fluides digestifs.
Les dents sont tellement affectées par la digestion qu'il est parfois très difficile de déterminer les éléments anatomiques.
La quasi-totalité des dents sont affectées par la digestion.

B) **Digestion des molaires par les carnivores :**

P. Andrews a également étudié les effets des fluides digestifs sur les molaires des petits mammifères retrouvés dans les fèces des carnivores.

Les effets de la digestion sont très variables.
Sur les molaires non fragmentées des Arvicolidae, la digestion induite par les carnivores est comparable à celle des rapaces des catégories 3, 4 et 5.
Il semble que la digestion provoque des déformations importantes sur les dents qui ont été fragmentées lors de l'ingestion.

On peut caractériser chaque famille de carnivores par le degré de digestion et la proportion de molaires digérées :

Chez les **Mustelidae**, les effets de la digestion sont comparables à ceux des rapaces de la catégorie 5 au niveau des effets de la digestion; et à ceux des catégories 3 et 4 au niveau du pourcentage de molaires affectées par la digestion (29% pour l'ensemble des Mustelidae).

Chez les **Canidae**, les effets de la digestion et le pourcentage de molaires affectées sont comparables à ceux des rapaces de la catégorie 5, hormis pour l'Otocyon qui présente un mode de digestion comparable à celui des rapaces de la catégorie 3.

Chez les **Viverridae**, les effets de la digestion et le pourcentage de molaires digérées sont comparables à ceux des rapaces de la catégorie 3.

Chez les **Felidae**, les effets de la digestion sont extrêmes.
On peut les comparer à ceux de la catégorie 5, voire même créer une sixième catégorie.

C) **Digestion des molaires des petits mammifères dans le gisement.**

*Micromammifères (cf. Planches 3 et 4) :

9% des molaires des micromammifères des sol G et H ont été affectées par les fluides digestifs des prédateurs.
La plupart des dents altérés se rattachent à la famille des Arvicolidae.
Quelques molaires de Muridae, de Cricetidae et de Sciuridae ont été affectées par la digestion.
On notera également que des molaires d'insectivores (de Hérisson en l'occurence) présentent des altérations qui peuvent être dûes à l'action des fluides digestifs.

Le degré de digestion est variable :

-Sur la plupart des dents, l'émail des bords saillants est altéré, mais la dentine est peu ou pas attaquée.

-Sur un nombre restreint de molaires, une surface importante d'émail a disparu et la dentine elle-même est altérée.

En raison du faible nombre de mandibules et de maxillaires recueillis dans le gisement, il paraît difficile d'établir un pourcentage représentatif du nombre de dents isolées et de dents "in situ" qui ont été digérées.

*Lagomorphes (cf. planche 2) :

11% des molaires des lagomorphes des sols G et H ont été affectées par les fluides digestifs.
Comme dans le cas précédent, le degré de digestion est variable.
On notera également que les proportions de molaires peu altérées et de molaires intensemment digérées sont identiques pour les micromammifères et les lagomorphes.

D) **Discussion :**

Les effets de la digestion sur les molaires sont comparables, qualitativement et quantitativement, dans les deux niveaux (sols G et H) et pour chacun des groupes étudiés :

-Le pourcentage de molaires digérées est relativement faible.

-L'intensité de la digestion est variable, mais la dentine est parfois affectée par les fluides digestifs.

L'étude de la digestion des molaires nous permet de penser que les lagomorphes et les micromammifères ont été chassés par le même type de prédateur.

On retrouve ce type d'altération dans les assemblages actuels des prédateurs de la catégorie 3 de P. Andrews (cf. ci dessus).

Compte tenu du nombre considérable d'ossements de lagomorphes présents dans les niveaux étudiés, on peut penser qu'un Grand-duc est responsable du dépôt de ces ossements dans le gisement.

N.B. : chez les Viverridae, les effets de la digestion sur les molaires sont identiques à ceux du Grand-duc, mais ces prédateurs n'étaient pas présents en Europe durant le Pléistocène moyen.

VII.2. Digestion des incisives.

Les observations des effets de la digestion sur les incisives sont complémentaires de celles qui ont été effectuées sur les molaires.
On notera que, dans les assemblages actuels (pelotes et feces), elles ont été limitées aux incisives des rongeurs.

Selon P. Andrews (1990), la proportion de dents "in situ" affectées par la digestion est plus importante que celle des dents isolées.
Par contre, les effets de la digestion sont plus importants pour les dents isolées car celles-ci sont plus exposées aux attaques des fluides digestifs.

A) **Digestion des incisives par les rapaces :**

L'étude des effets de la la digestion et de la proportion d'incisives affectées par la digestion dans différentes pelotes actuelles a permis à P. Andrews de distinguer 5 catégories de rapaces :

Catégorie 1 : Tyto alba, Nyctea scandiaca et Asio flammeus

Les incisives ne portent pas souvent de traces de digestion.
On peut néanmoins observer, sur certaines incisives, des petites modifications qui se limitent à un léger creusement de l'émail.
Ces traces peuvent occuper une surface variable.
Parfois, l'extrémité antérieure de l'incisive est plus affectée que le reste de la dent; l'émail est alors décapé et la dentine est également attaquée par les fluides digestifs.
5 à 13% des incisives ingérées sont affectés par la digestion.

Catégorie 2 : Asio otus, Bubo lacteus et Strix nebulosa

Les incisives "in situ" présentent beaucoup plus de traces de digestion que les incisives isolées.
Les altérations sont donc principalement visibles sur les extrémités des incisives, c'est à dire sur les zones exposées aux fluides gastriques.
20 à 30% des incisives ingérées sont affectées par la digestion.

Catégorie 3 : Bubo bubo, Athene noctua et Strix aluco

Les fluides digestifs affectent l'émail et la dentine :
L'émail est généralement limité à des îlots disséminés le long de la surface de dentine.
Parfois l'émail a complètement disparu et la dentine elle-même est altérée.
Les proportions de dents "in situ" et de dents isolées affectées par la digestion sont sensiblement égales.
50 à 70% du total des incisives ingérées sont affectées par la digestion.

Catégorie 4 : Falco tinnunculus et Falco peregrinus

Comme dans le cas précédent, les fluides digestifs affectent l'émail et la dentine.
Sur la plupart des incisives digérées par ces deux prédateurs, l'émail a complètement disparu, ou se limite à des îlots séparés par de la dentine.
La dentine est également attaquée par les sucs gastriques.
60 à 70% des incisives ingérées sont affectées par la digestion.

Catégorie 5 : Circus cyaneus et Buteo buteo

Les effets de la digestion sont identiques à ceux des espèces de la catégorie 4, mais la totalité des incisives sont affectées par la digestion.

B) **Digestion des incisives par les carnivores :**

P. Andrews a étudié les effets de la digestion sur les incisives des rongeurs provenant de fèces actuelles de carnivores.

Chez les **Mustelidae**, le degré de digestion est plus important que chez les rapaces des catégories 2 et 3.
24% des incisives ingérées sont affectées par la digestion.

Chez les **Canidae**, la digestion est plus intense et la proportion d'incisives affectées par la digestion est plus importante (70 à 100%).
Une espèce fait exception à cette règle : l'Otocyon (19% des incisives digérées par ce Canidae présentent des traces de digestion).

Chez les **Viverridae**, les effets de la digestion sur les incisives sont comparables à ceux des rapaces des catégories 2 et 3.
35 à 40% des incisives ingérées présentent des traces de digestion.

C) **Digestion des incisives des petits mammifères dans le gisement** (cf. planches 1 et 2)

16% des incisives de micromammifères des sols G et H présentent des traces de digestion.

28% des incisives de lagomorphes présentent des altérations dûes aux fluides digestifs dans ces mêmes niveaux.

Pour les deux groupes, ces pourcentages sont très proches dans les deux niveaux étudiés.

Qualitativement, les altérations des incisives des micromammifères et des lagomorphes sont similaires :

-les fluides digestifs affectent généralement la dentine de l'extrémité des incisives.

-Le reste de la surface de la dent est très rarement affecté. Dans ce cas, l'émail a disparu et la dentine est fortement altérée.

Ceci tend à montrer que les incisives ont été altérées de préférence "in situ", et que des mécanismes plus tardifs (piétinement, dissolution, tamisage etc...) ont isolés les dents des mandibules ou des maxillaires.

D) **Discussion :**

D'un point de vue quantitatif et qualitatif, les traces de digestion des incisives des micromammifères et des lagomorphes, sont comparables.
Le pourcentage d'incisives altérées par les fluides digestifs est relativement faible et la pointe des incisives est préférentiellement affectée.
Ceci tend à montrer qu'un prédateur de la catégorie 1 ou 2 est responsable de l'accumulation des ossements des petits mammifères dans le gisement.
On notera cependant que les incisives provenant de pelotes actuelles de Bubo bubo (Bouches-du-Rhône et Normandie) en notre possession présentent des altérations comparables à celles des incisives du gisement.

VII.3. Digestion des éléments du squelette post-céphalique.

Selon P. Andrews, les effets de la digestion sur les éléments du squelette post-céphalique sont difficiles à distinguer des effets causés par les autres agents susceptibles de modifier les ossements.
Cet auteur s'est intéressé aux os longs et tout particulièrement aux humérus et aux fémurs qui présentent des traces de digestion dans les pelotes de rapaces et les fèces de carnivores.

Deux types de digestion qui se traduisent de la façon suivante ont été mis en évidence :

-Une altération des surfaces articulaires ou des extrémités des os des jeunes.

-Une altération de la surface de l'os qui provoque des craquelures, qui arrondit les bords et les crêtes ou au contraire les aiguise.

A) **Données actuelles** :

P. Andrews a regroupé les prédateurs (rapaces et carnivores) en 5 catégories, en fonction des altérations des extrémités des os longs provoquées par les fluides digestifs :

Catégorie 1 : Tyto alba, Nyctea scandiaca, Asio otus Asio flammeus, Bubo lacteus et Strix nebulosa

Les ossements digérés par ces prédateurs sont souvent cassés et les fluides digestifs affectent uniquement les épiphyses.
6 à 20% des ossements ingérés sont affectés par la digestion.

Catégorie 2 : Bubo bubo, Bubo africanus et Strix aluco

Les surfaces des os digérés présentent des fissures.
L'altération des extrémités est plus importante que dans le cas précédent.
25 à 50% des ossements ingérés sont affectés par la digestion.

Catégorie 3 : Athene noctua, F. tinnunculus, F. peregrinus Buteo buteo, Circus cyaneus et Milvus milvus

En fait, la totalité des rapaces diurnes peut être rattachée à cette catégorie.
Le degré de digestion des extrémités des os longs est comparable à celui des ossements digérés par les prédateurs de la catégorie précédente.
60 à 100% des ossements ingérés sont affectés par la digestion.

Catégorie 4 : carnivores

La plupart des ossements sont cassés.
Les traces de digestion sont très importantes.
Dans certains cas, la surface de l'os présente des altérations comparables à celles d'un os qui serait resté longtemps à l'air libre (craquelures, fractures en echelles etc...)

B) **Digestion des femurs dans le gisement.** (cf. planches 5 et 6).

Nous avons principalement étudié les traces de digestion visibles sur les têtes articulaires des fémurs des micromammifères.

35% des fémurs des micromammifères du sol G et 42% de ceux du sol H présentent des traces d'attaques par les fluides digestifs des prédateurs.
Plus de la moitié de ces ossements présentent des altérations importantes.

D'une façon générale, on peut penser que ces altérations sont, quantitativement et qualitativement, comparables à celles des prédateurs de la catégorie 2 de P. Andrews (cf. ci-dessus).

Nous n'avons pas mis en évidence de traces de digestion intenses sur les ossements de lagomorphes. Il semble donc que les carnivores et les rapaces diurnes n'ont pas dû jouer un rôle majeur dans l'apport des éléments osseux, ce qui confirme les observations effectuées sur les molaires et les incisives.

Les ossements des assemblages actuels de Bubo bubo en notre possession ne présentent pas de traces de digestion comparables à celles des assemblages de rapaces diurnes et de carnivores décrites par P. Andrews.

N.B. : Il convient de préciser que ces contenus d'aires sont restés longtemps à l'air libre et qu'il ne nous a donc pas été possible de différencier avec certitude les altérations provoquées par d'éventuels fluides digestifs des altérations causées par les différents agents climatiques.

On peut donc penser qu'un prédateur nocturne de grande taille (Hibou au sens large) est susceptible d'être à l'origine de l'accumulation des ossements de lagomorphes dans le gisement.

VII.4. Dicussion.

L'étude détaillée de la structure des dents et des ossements a permis de mettre en évidence la présence de traces d'attaque par les fluides digestifs de prédateurs.
Les effet de la digestion sur les différents éléments anatomiques sont à peu près identiques pour les sols G et H.
Le degré de digestion et la proportion d'éléments digérés (pour les molaires et les os longs) tendent à montrer que Bubo bubo ou Strix aluco sont responsables de l'accumulation des restes de petits mammifères.
Les lagomorphes sont nombreux et présentent des traces de digestion comparables, en intensité et en proportion, à celles des micromammifères.
Comme nous l'avons vu précédemment, Strix aluco ne se nourrit pas de lagomorphes, ces derniers étant de taille trop importante.
On peut donc penser que Bubo bubo est à l'origine de l'accumulation des ossements de petits mammifères dans les deux

niveaux étudiés. Il semble donc que les différences onservées dans les proportions des espèces de rongeurs dans les ensembles II (sol H) et III (sol G) ne résultent pas d'un biais de prédation. On peut donc penser que ces différences sont bien induites par des variations du climat.

On notera également que le pourcentage d'incisives présentant des traces de digestion est inférieur à celui des assemblages actuels de Bubo bubo et Strix aluco étudiés par P. Andrews.

N.B. : L'étude de la structure des ossements d'oiseaux n'a par contre pas permis de mettre en évidence la présence de traces sûres d'attaque par les fluides digestifs de prédateurs.

Tableau récapitulatif :

	Pourcentage de molaires digérées	Pourcentage d'incisives digérées	Pourcentage de fémurs digérés
Tyto alba	1	5	11
Nyctea scandiaca	5	8	12
Asio otus	1	27	14
Asio flammeus	2	13	11
Bubo lacteus	0	23	6
Bubo africanus	4	57	25
Bubo bubo	11	48	34
Strix nebulosa	4	30	18
Strix aluco	22	66	26
Athene noctua	51	73	66
Falco tinnunculus	53	60	82
Circus cyaneus	46	100	66
Ichmeumia albicauda	10	40	75
Genetta genetta	15	35	58
Otocyon megalotis	10	20	71
Canis latrans	26	70	67
Vulpes vulpes	70	90	50
Alopex lagopus	48	100	--
Martes martes	24	28	50
Micros sol G	10	16	35
Micros sol H	8		42
Lagos sol G	11	28	--
Lagos sol H	11		--

D'après Andrews (1990) modifié.

VIII. Les autres facteurs de modification des ossements.

Les études précédentes concernant la taphonomie des petits vertébrés dans les gisements en grotte ont montré que les ossements subissent généralement des modifications secondaires qui peuvent être contemporaines et postérieures à l'enfouissement.
Parmi celles-ci, on notera principalement le "trampling", l'exposition à l'air libre, le transport, ainsi qu'une fragmentation secondaire et différents agents corrosifs physico-chimiques liés à la fossilisation.

Il n'a pas été possible, faute de temps, de nous livrer à une étude détaillée des modifications secondaires.
Nous nous contenterons donc, dans les lignes qui suivent, de donner un bref inventaire des structures occasionnées par les différents facteurs de modification secondaire.

1) Le "trampling".

Le "trampling" correspond en fait aux effets des frottements induits par les mouvements du sédiment dans lequel sont situés les ossements.
Une diaphyse de fémur de Castor présente des fines stries qui ont pu être causées par du "trampling".

2) La fragmentation secondaire.

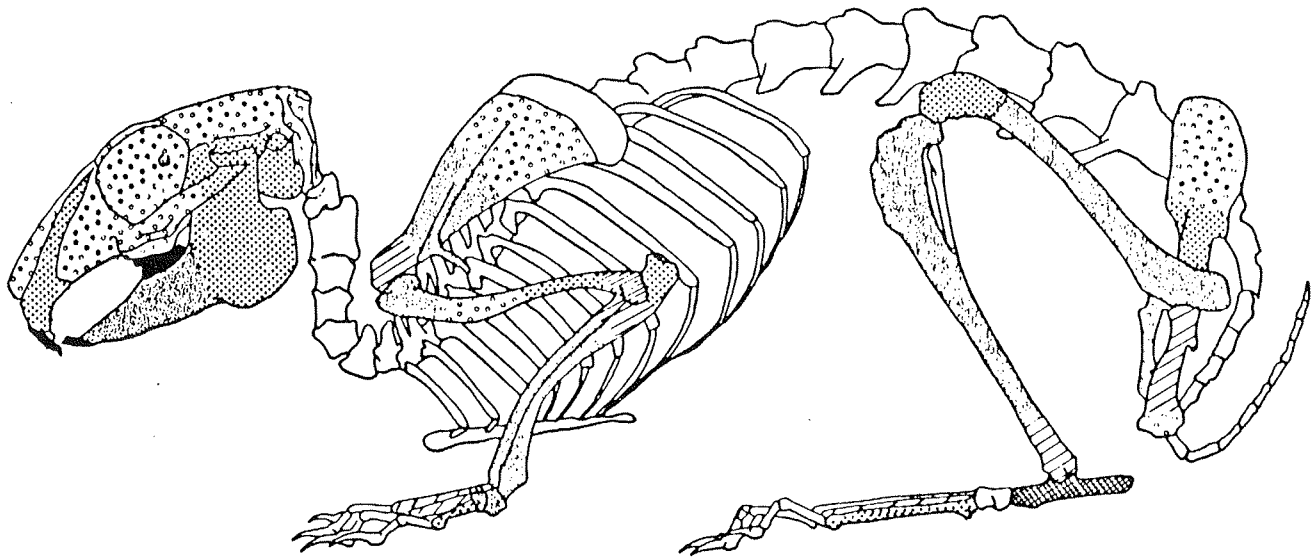
Un rapace nocturne ne peut pas être à l'origine de l'extrême état de fragmentation des ossements de petits vertébrés dans le gisement.
Le calcul des indices de conservation (cf. pages suivantes) tend à montrer que nous avons affaire à une conservation différentielle.
On peut donc penser que cette fragmentation est d'un type secondaire, sans qu'on puisse voir si elle est essentiellement syn-sédimentaire ou post-sédimentaire.
On notera également que le tamisage des sédiment (tamisage direct dans la rivière) est également responsable d'un certain nombre de fractures.

3) L'exposition à l'air libre.

Quelques ossements présentent des surfaces extrêmement craquelées. Ce type de structure s'observe généralement sur les os qui sont restés longtemps à l'air libre.

4) Altérations d'origine physico-chimiques.

Une première phalange postérieure de lapin présente une altération particulière de la surface de l'os (cf. planche 6) : la surface est localement altérée et laisse apparaître une structure fibreuse.
Un cas de figure identique a été décrit par P. Andrews (1990),



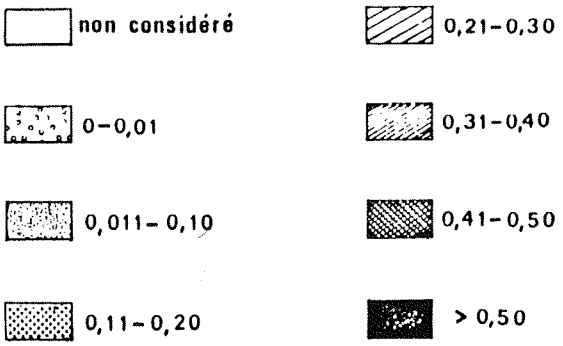
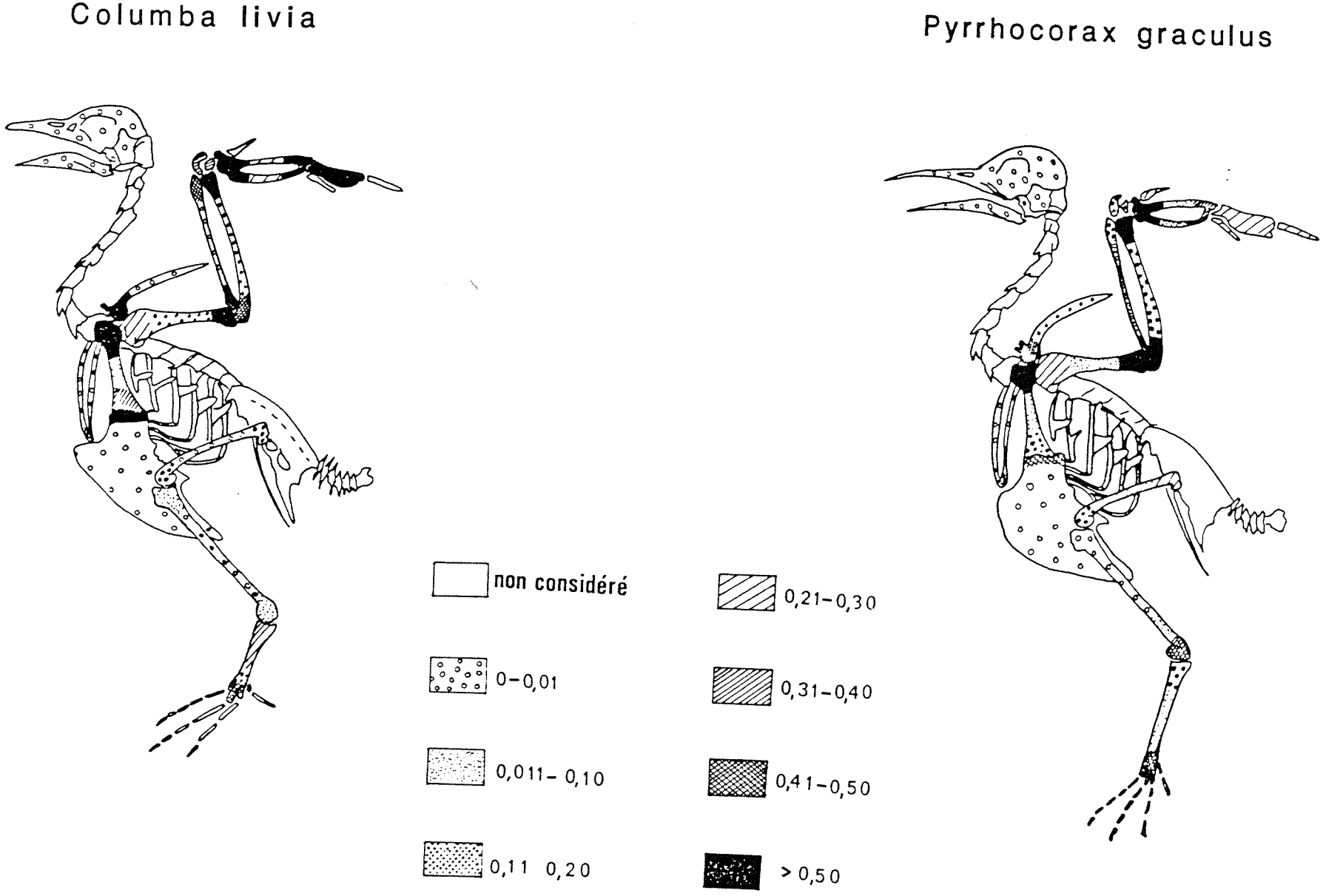


Fig. 60 - Schématisation de la conservation des ossements d'Oryctolagus cuniculus.
D'après Faro (1979), modifié.

Calcul de l'indice de conservation :

$$Ic = \frac{\text{N.M.I. partie concernée}}{\text{N.M.I. global}}$$

Fig. 61 - Schématisation de la conservation des ossements de Columba livia et Pyrrhocorax graculus.



sur un radius de chiroptère, comme étant le résultat d'une altération secondaire d'origine physico-chimique.

5) Gnawing.

Le "gnawing" est un terme anglais intraduisible qui désigne les différentes traces laissées par des dents sur les ossements.
Une extrémité proximale d'ulna de lagomorphe présente des traces de dents de rongeurs.
De par les dimensions de ces traces, il semble que nous ayons affaire à un animal de la taille d'un Souslik (genre Citellus) sans qu'il soit possible de l'affirmer.
D'autres ossements présentent des traces de dents de rongeurs, mais il convient de préciser que ces dernières sont nettement moins nettes.
On notera également la présence d'un ossement de Bouquetin présentant des traces de dents de Porc-épic (dans le sol C) et l'absence de traces de dents de carnivores.

6) Altération d'origine inconnue.

Certaines dents et ossements de lagomorphes présentent des cupules (environ 1% du total des éléments anatomiques).
Ces cupules (ou "pits") sont généralement localisées sur une seule face des os et des dents.
Selon C.Denys (comm. pers.), ces structures sont fréquentes dans les gisements en grottes et leur origine demeure inconnue.

IX. Conclusions concernant la taphonomie des petits vertébrés de la Caune de l'Arago.

La méthodologie utilisée pour l'étude taphonomique des petits mammifères des sols G et H de la Caune de l'Arago à permis de mettre en évidence les caractères suivants :

-La localisation des ossements dans le gisement tend à montrer que la grande majorité des éléments squeletiques sont situés au niveau des zones "stériles"; ils ne sont donc vraisemblablement pas liés à une activité anthropique.
On notera cependant que quelques ossements de Lapins ont été recueillis dans des couches correspondants à un niveau d'occupation humaine. Ces derniers peuvent avoir été chassés par les hommes fossiles. On a tout lieu de penser que nous avons affaire à une chasse occasionnelle.

-La composition taxonomique des sols G et H présente des affinités évidentes avec le contenu actuel des fèces de carnivores tels que le Renard roux et le Blaireau, et le contenu actuel des pelotes des rapaces nocturnes de grande taille (Hiboux).
On notera également que la plupart des petits vertébrés recueillis dans ces niveaux sont nocturnes et crépusculaires, ce qui est caractéristique des coprocoenoses actuelles.

-Les profils de représentation sont homogènes dans les sols G et H, on peut donc penser que les mécanismes d'accumulation sont identiques dans ces deux niveaux.
L'étude de la représentation des ossements tend à montrer qu'un rapace nocturne de grande taille (Grand-duc) ou qu'un carnivore (Renard) est susceptible d'être à l'origine de l'accumulation des ossements des petits mammifères (lagomorphes inclus).
On notera également que ces profils sont particulièrement homogènes; ce qui pourrait être dû à un phénomène de conservation différentielle.

-Les proportions des parties proximales et distales des membres confirment les observations précédentes.

-L'étude de l'abrasion des dents et des ossements (fémurs) a permis de mettre en évidence la présence de traces d'attaques par les fluides digestifs de prédateurs.
L'intensité de la digestion, ainsi que la proportion d'éléments digérés tendent à montrer que Bubo bubo est probablement à l'origine de l'accumulation des ossements de petits mammifères dans les niveaux étudiés.

Concernant la taphonomie des oiseaux, les acquis peuvent se résumer de la façon suivante :

-La localisation des ossements au niveaux des zones "stériles" tend à montrer que les oiseaux ne sont pas liés à une activité anthropique.

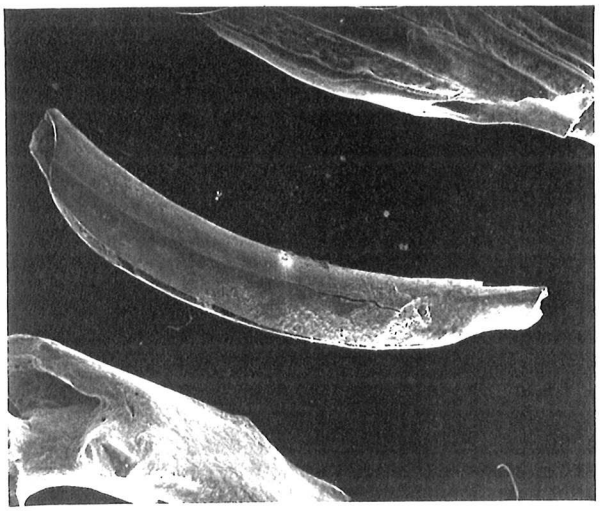
-L'absence de jeunes oiseaux laisse supposer qu'il n'y avait pas de colonie de reproduction dans la Caune de l'Arago lors du dépôt des sédiments.

-Les profils de représentation obtenus dans les sols G et H sont homogènes. On peut donc penser que les mécanismes d'accumulation sont identiques dans ces deux niveaux.
L'absence de travaux concernant la représentation des ossements d'oiseaux dans les asssemblages actuels des rapaces et des carnivores ne permet pas d'affirmer qu'un prédateur est à l'origine du dépôt des oiseaux dans le gisement.

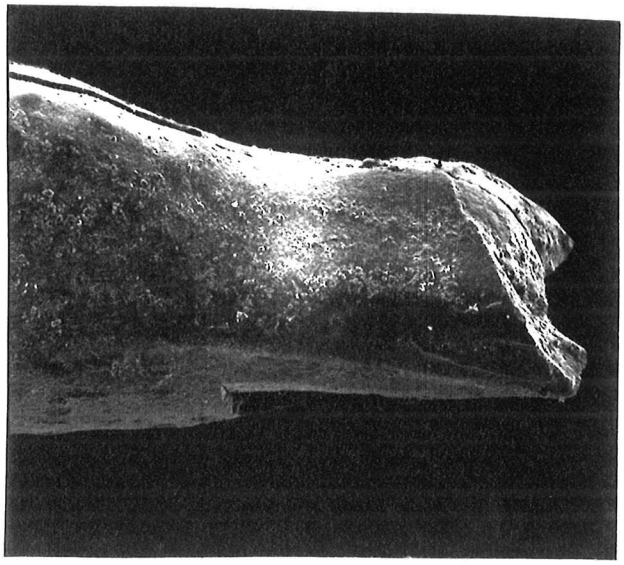
-La fragmentation des ossements tend à montrer que les oiseaux n'ont pas été chassés par des carnivores.

Un rapace est susceptible d'être à l'origine de l'accumulation des oiseaux dans le gisement.
Le pigeon et le crave représentent plus de 90% des ossements recueillis, ce qui tend à montrer que nous avons affaire à un rapace spécialisé.
Le Grand-duc est un prédateur très ecclectique; on peut donc supposer qu'second rapace est responsable du dépôt des oiseaux dans la Caune de l'Arago.
Une étude détaillée de la représentation, de la fragmentation et des traces de digestions des ossements d'oiseaux dans les assemblages actuels des rapaces et des carnivores permettra peut-être de confirmer cette hypothèse et de mieux cerner ce prédateur.

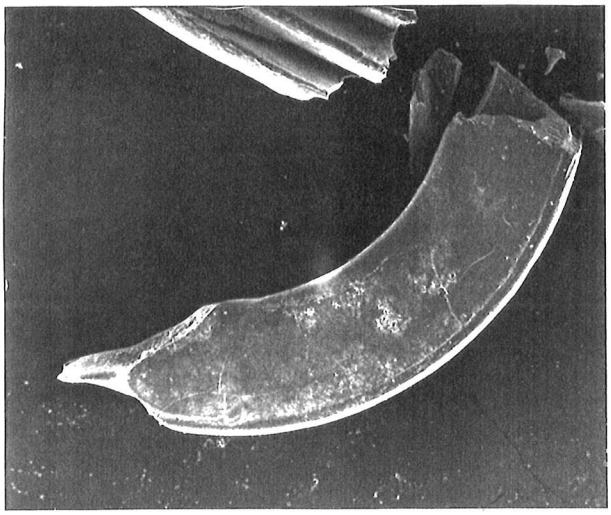
En résumé, l'étude taphonomique des petits mammifères des niveaux G et H de la Caune de l'Arago permet donc de penser que nous avons principalement affaire à une accumulation de pelotes de réjection de Bubo bubo (Grand-duc).
Ceci tend à montrer que les différences observées dans les proportions des espèces de rongeurs dans les ensembles II et III ne résultent pas d'un biais de prédation.
Un second rapace, plus spécialisé est susceptible d'être responsable de la concentration d'ossements d'oiseaux.
On notera également que ce type de concentration de petits vertébrés est très courant et généralement décrit sous le nom de coprocoenose.



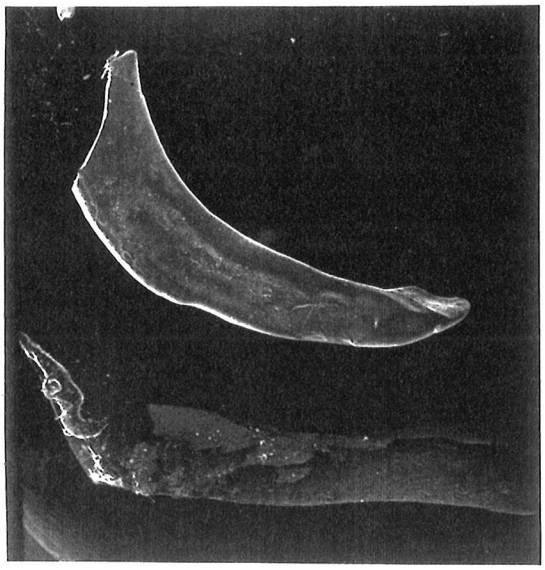
1



2



3



4

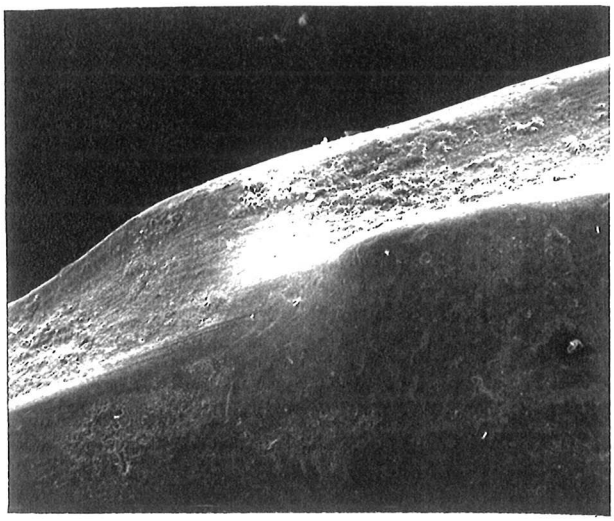
PLANCHE 1

Ph. 1 : Incisive inférieure de rongeur digérée "in situ". La partie antérieure de la dent présente une légère altération de la dentine. F16 FHH1 (x 10).

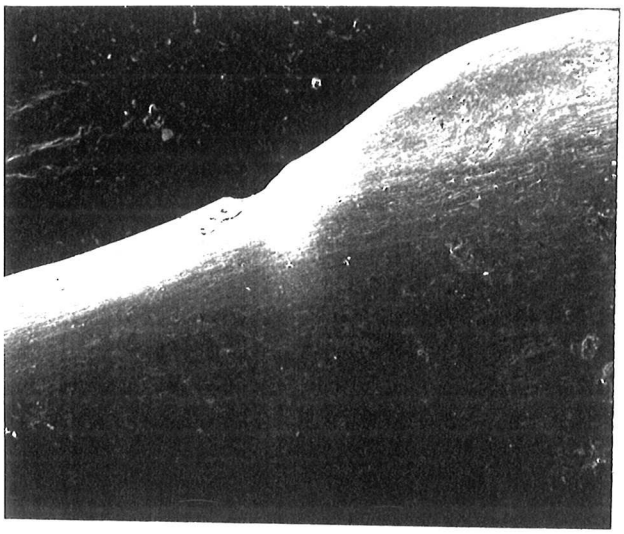
Ph. 2 : Idem. Détail de la partie antérieure (x 60).

Ph. 3 : Incisive sup. G de rongeur digérée "in situ". La partie antérieure de la dent présente une altération importante de la dentine. J16 JHHP1 (x 13)

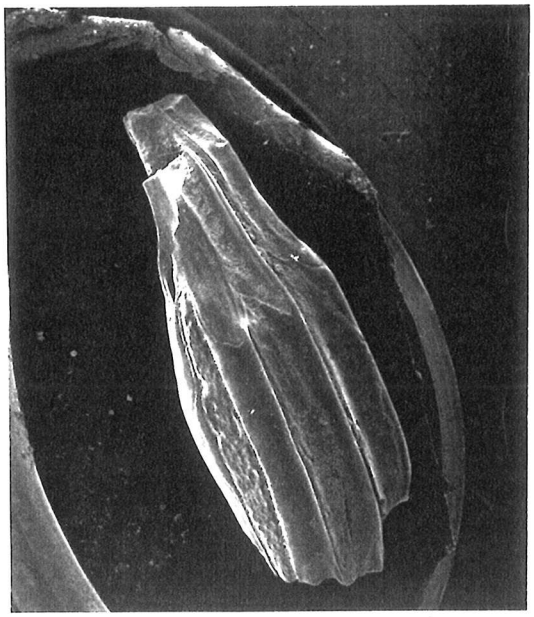
Ph. 4 : Incisive sup. D de rongeur présentant des altérations de l'émail et de la dentine sur l'ensemble de la surface de la dent. J16 JHHP1 (x 18).



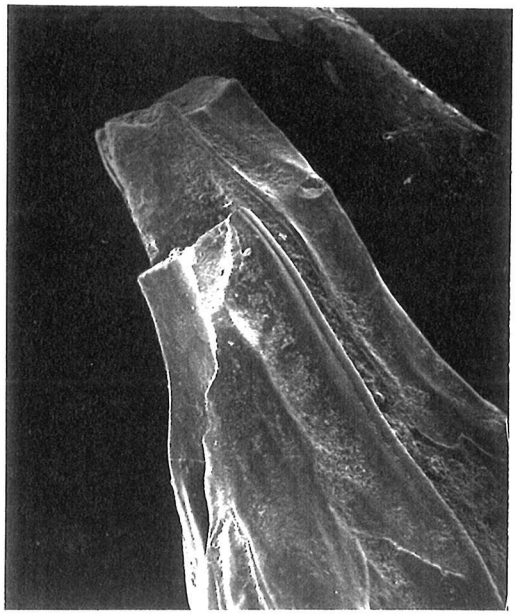
1



2



3



4

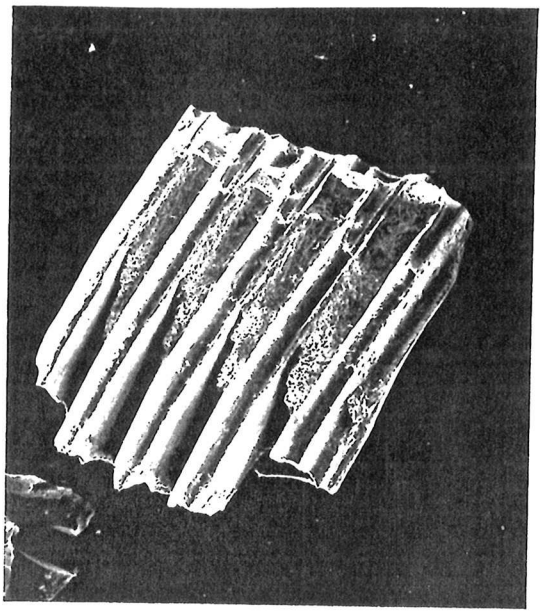
PLANCHE 2

Ph. 1 : Détail d'une incisive sup. D d'Oryctolagus cuniculus dont la dentine a été fortement altérée par les fluides digestifs d'un prédateur. I13 ID9 (x 55).

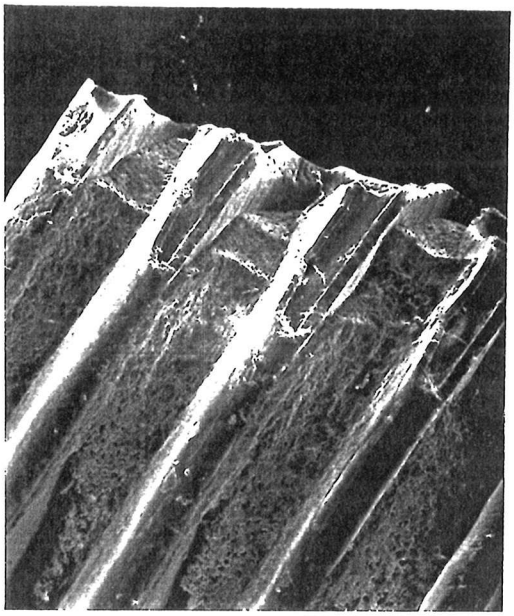
Ph. 2 : Détail d'une incisive inf. G d'Oryctolagus cuniculus dont la dentine a été fortement altérée par les fluides digestifs d'un prédateur. I16 IPZ7 (x 55).

Ph. 3 : Molaire inf. d'Oryctolagus cuniculus digérée "in situ". On notera que la dentine a été affectée par les fluides digestifs. I16 IPZ7 (x 12).

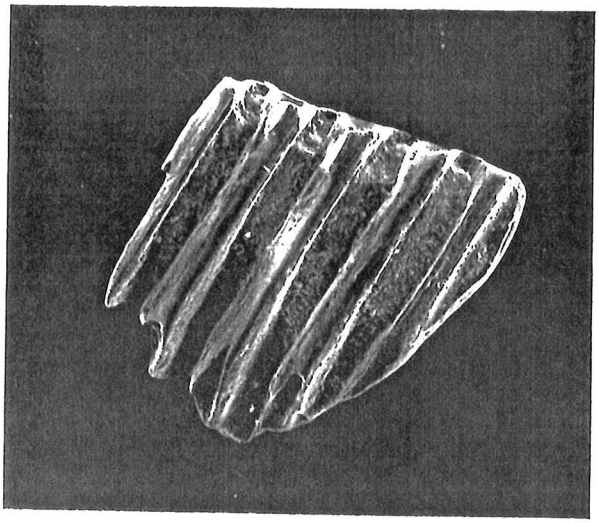
Ph. 4 : Idem. Détail de la partie affectée par les fluides digestifs (x 24).



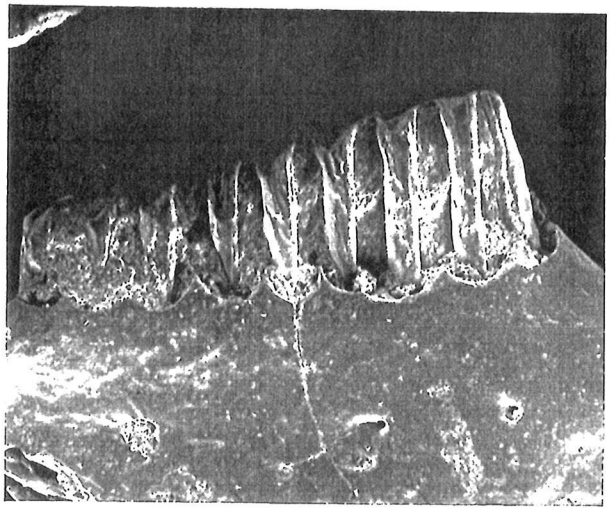
1



2



3



4

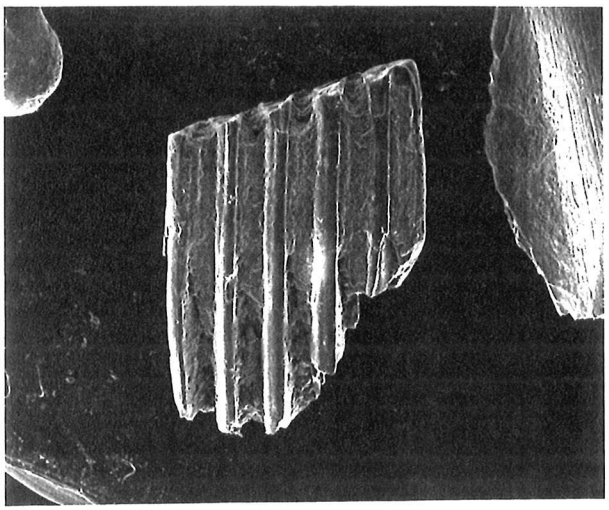
PLANCHE 3

Ph. 1 : M/1 G de Microtus brecciensis digérée "in situ". Localement, les angles saillants présentent une importante altération de l'émail. La dentine est légèrement affectée. I16 IHH2 (x 20).

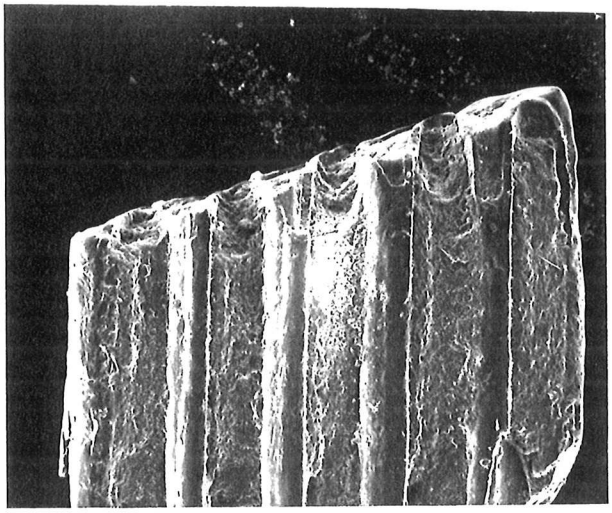
Ph. 2 : Idem. détail de la partie affectée par les fluides digestifs (x 60).

Ph. 3 : M/1 G d'Arvicolidae indet. digérée "in situ". L'émail et le cément ont été légèrement altérés par les fluides digestifs (x 27).

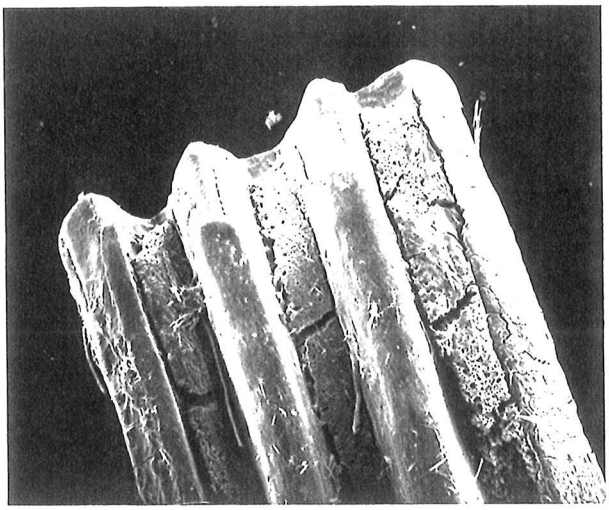
Ph. 4 : M/1-2 G de Microtus gregalis digérée "in situ". Les bords saillants sont arrondis et l'émail est plus ou moins fortement altéré. C16 CHH2 (x 20).



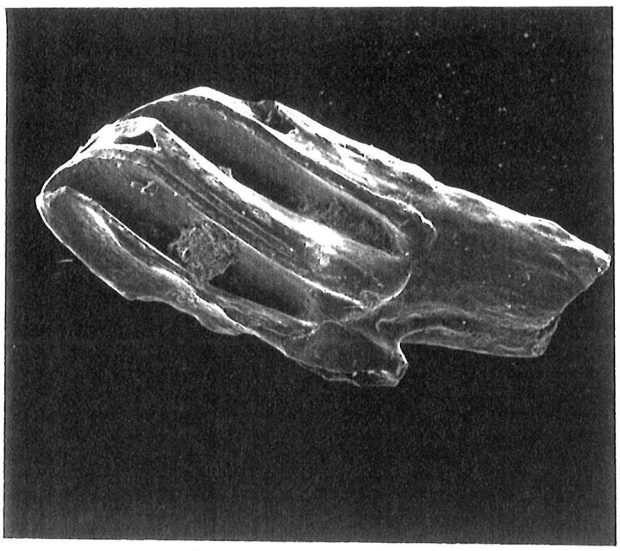
1



2



3



4

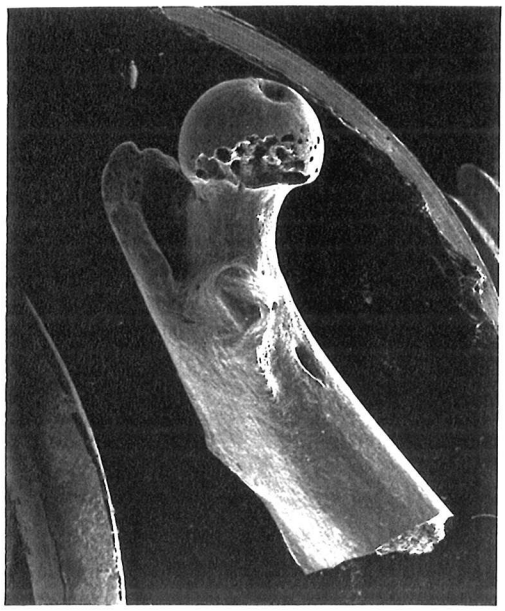
PLANCHE 4

Ph. 1 : M/1 G de Microtus gregalis. digérée "in situ". La dentine a été affectée dans la partie antérieure de la dent. D14 DFJ15 (x 20).

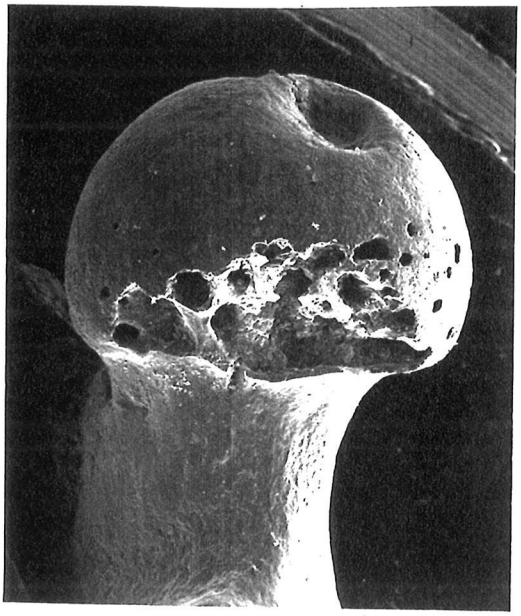
Ph. 2 : Idem. Détail de la partie affectée par les fluides digestifs (x 39).

Ph. 3 : M/2 D d'Arvicolidae indet. actuel provenant d'une pelote de Bubo bubo. Cette dent a été digérée "in situ" et présente localement une importante altération de l'émail. La dentine est peu ou pas altérée (x 22).

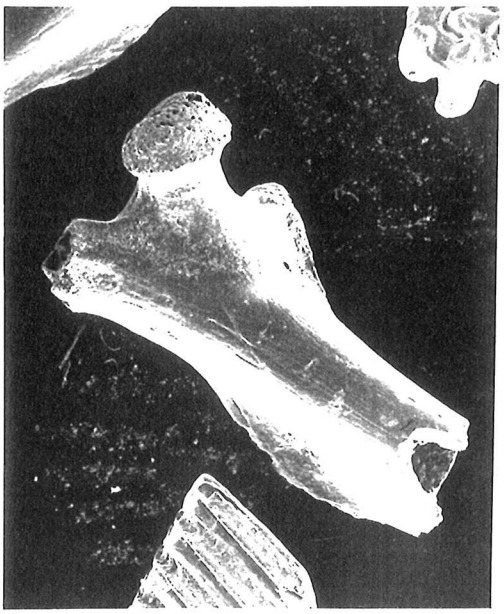
Ph. 4 : Mol. inf. de Pliomys lenki présentant une importante altération de l'émail et de la dentine sur l'ensemble de la surface de la dent. I16 IHH3 (x 24).



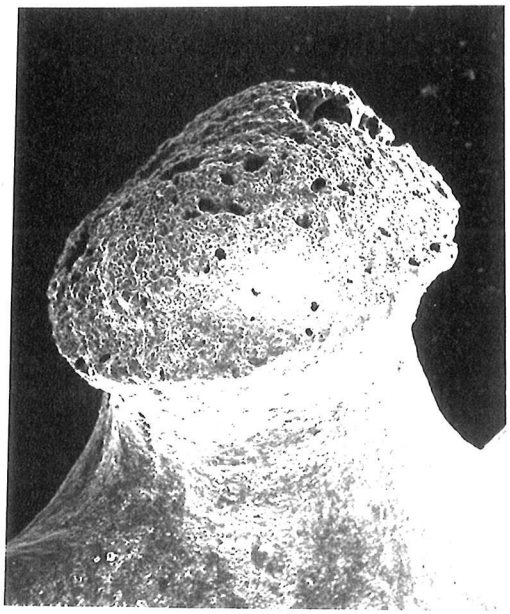
1



2



3



4

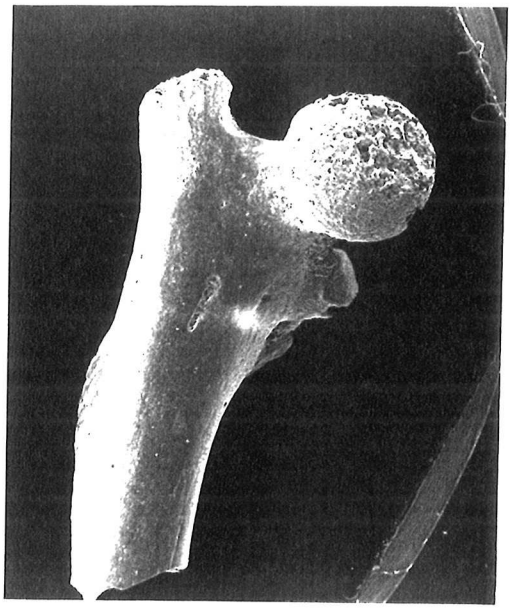
PLANCHE 5

Ph. 1 : Extrémité proximale de fémur de rongeur indéterminé dont la tête articulaire a été altérée par les fluides digestifs d'un prédateur. C16 CHH3 (x 15).

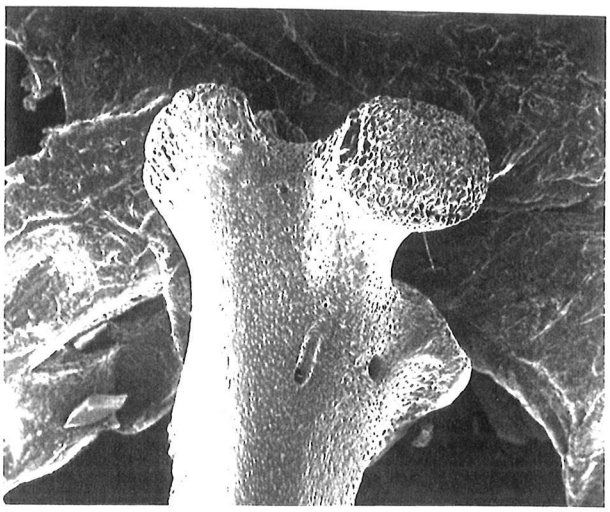
Ph. 2 : Idem. Détail de la tête articulaire. On notera la présence de légères traces altérations situées de part et d'autre de la zone plus fortement altérée (x 55).

Ph. 3 : Extrémité proximale de fémur de rongeur indéterminé présentant une altération plus importante de la tête articulaire. C16 CHH3 (x 13).

Ph. 4 : Idem. Détail de la tête articulaire (x 36).

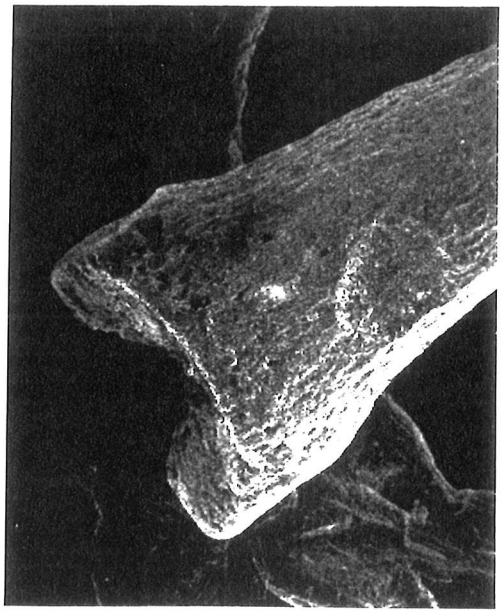


1

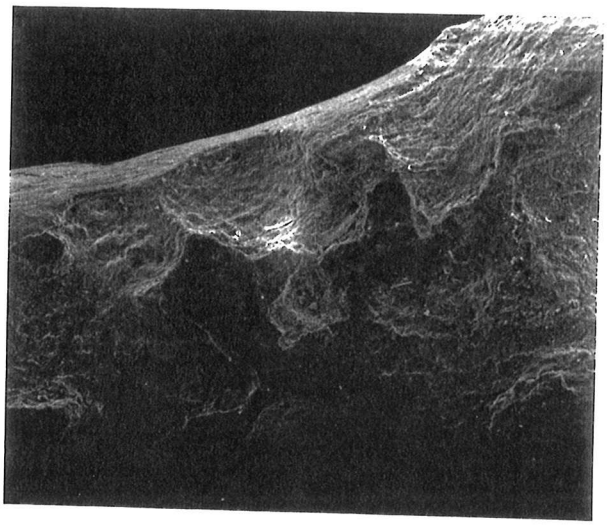


2

4



3



5

PLANCHE 6

Ph. 1 : Extrémité proximale de fémur de rongeur indéterminé dont la tête articulaire et le grand trochanter ont été légèrement altérés par les fluides digestifs d'un prédateur. C16 CHH2 (x 16).

Ph. 2 : Extrémité proximale de fémur de Rattus rattus actuel provenant d'une pelote de réjection de Bubo bubo. Ce fémur présente une altération de la tête articulaire et du grand trochanter (x 10).

Ph. 3 : Extrémité proximale d'une première phalange postérieure d'Oryctolagus cuniculus présentant une structure fibreuse qui peut être due à une altération secondaire d'origine physico-chimique. I16 IPY2 (x 10).

Ph. 4 : Première phalange antérieure d'Oryctolagus cuniculus dont la face palmaire présente de nombreuses cupules. C16 CHP4 (x 10).

Ph. 5 : Idem. Détail des cupules (x 30).

CONCLUSION

L'étude des éléments osseux et des dents de petits vertébrés recueillis dans la Caune de l'Arago (sols D à K) a permis de mettre en évidence la présence de 81 genres et espèces se rapportant à 2 629 individus (N.M.I.) qui se répartissent ainsi :

-Poissons : 0.1 %
-Amphibiens : 1.7 %
-Insectivores : 2.0 %
-Chiroptères : 2.1 %
-Rongeurs : 68.1 %
-Lagomorphes : 14.4 %
-Oiseaux : 10.6 %

Dans la triple perspective de la paléontologie, de la paléoécologie et de la taphonomie; les acquis peuvent être résumés de la façon suivante :

A) L'étude de la morphologie et des dimensions des éléments anatomiques des petits vertébrés a permis d'effectuer une approche biochronologique du gisement.

L'attribution au Pléistocène moyen est confirmée par la présence de Erinaceus davidi, Allocricetus bursae, Pliomys lenki, Arvicola cantiana, Terricola vaufreyi, Corvus pliocaenus et Perdix palaeoperdix; ainsi que par la morphologie ou la taille de Myotis myotis, Eliomys quercinus, Apodemus sylvaticus, Citellus sp., Pyrrhocorax graculus et Columba livia.

La présence de Terricola vaufreyi, et les caractéristiques dentaires d'Allocricetus bursae et de Microtus brecciensis permettent d'affiner l'approche chronologique :

-Selon P. Brunet-Lecomte, Terricola vaufreyi est présent dans les Pyrénées de -500 000 à -300 000 ans BP.

-Allocricetus bursae présente une morphologie dentaire intermédiaire entre les sites anciens du Pléistocène moyen (la Colombière et Saint-Estève notamment) et les sites de la fin du Pléistocène moyen (la Fage).

-La plupart des M/1 de Microtus brecciensis présentent une morphologie et des dimensions comparables à la forme de Saint-Estève (morphotype "mediterraneus").
On notera également la présence des quelques M/1 se rapportant au morphotype "orgnacensis" d'Orgnac 3.

Ces éléments nous amènent à penser que les niveaux étudiés de la Caune de l'Arago (sols D à K) sont situés, chronologiquement, entre les gisements de Saint-Estève et de la Fage; et qu'ils sont en partie contemporains de la séquence d'Orgnac 3.

Il convient de préciser qu'une étude plus approfondie des rongeurs de la Caune de l'Arago et d'autres gisements clefs du Pléistocène moyen de France et d'Europe, basée sur l'utilisation de méthodes statistiques appropriées (analyses multivariées) permettra certainement de préciser la position stratigraphique du gisement.

D'autre part, le Lapin de la Caune de l'Arago a été rattaché à Oryctolagus cuniculus huxleyi, c'est à dire à la sous-espèce actuelle de petite taille. On peut donc penser qu'il s'agit de la forme primitive du Lapin de garenne.
Les éléments osseux de Marmotte que nous avons recueillis sont, avec ceux d'Achenheim, les plus anciens du Pléistocène de France. Une comparaison avec les formes du Pléistocène ancien de Sibérie permettra peut-être de voir à quelle espèce nous avons affaire.

B) L'approche paléoécologique du gisement a été basée sur l'application des connaissances actuelles concernant le climat et l'habitat des espèces et l'utilisation de méthodes statistiques (classification automatique et analyse factorielle des correspondances).
Cette étude a permis de mettre en évidence des variations du climat et du paysage dans le remplissage :

Séquence inférieure du complexe moyen :

-Le sommet de l'ensemble I (sol K) correspond à un climat froid et sec.
On peut penser que le paysage était constitué par une steppe à bouquets d'arbres.

-L'ensemble II (sols J, I et H) est caractérisé par l'installation d'un climat plutôt tempéré et humide, principalement dans le sol H.
Le milieu forestier est mieux représenté que dans l'ensemble I.
Le caractère aride et continental demeure persistant, ce qui tend à montrer que le rechauffement est limité.

Séquence supérieure du complexe moyen :

-L'ensemble III (sols G à D) est caractérisé par la présence d'un grand nombre d'espèces qui se rapportent à des biotopes très variés.
Le sol G correspond à un climat plutôt tempéré. Le paysage devait être principalement constitué par des espaces découverts (type prairies) qui conservent une certaine aridité.
Le milieu forestier devait également être représenté, mais il paraît difficile d'avoir une idée précise de son extension.
Les sols F et E correspondent à l'installation d'un climat plus froid et plus aride qui s'accompagne vraisemblablement d'un retour de la steppe.
Le sol D (sommet de l'ensemble III) est caractérisé par un léger radoucissement du climat qui se traduit par un déséquilibre moins marqué, par rapport au niveau précédent, entre les influences froides et les influences tempérées et méditerranéennes.
La présence d'ossements de Porc-épic au sommet du sol D peut préfigurer un réchauffement important du climat.

D'une façon générale, les espèces froides et continentales sont bien représentées dans les différents niveaux étudiés.

C) L'étude taphonomique des petits vertébrés des niveaux G et H permet de penser que nous avons principalement affaire à une accumulation de pelotes de réjection de Bubo bubo (Grand-duc). Ceci tend à montrer que les différences observées dans les proportions des espèces de rongeurs dans les ensembles II et III ne résultent pas d'un biais de prédation.
On peut donc penser que ces différences sont bien induites par des variations du climat.
Un second rapace, plus spécialisé est susceptible d'être à l'origine de la concentration d'ossements d'oiseaux.

Ce type de concentration de microvertébrés est très courant et généralement décrit sous le nom de coprocoenose.

BIBLIOGRAPHIE

ACCORDI B. (1952) : Ulteriori reperti di Castor fiber L. nelle torbiere degli euganei e diei berici. Memorie degli Instituti di geologia e mineralogia dell'universita di Padova. Vol. XVII : 4-15.

AFFRE G. et L. (1978) : Liste des oiseaux des Pyrénées et du Languedoc Occidental. Supplément du Bulletin n°1 de l'AROMP.

ANDREWS P. (1991) : Owls, caves and Fossils. Predation, preservation and accumulation of mammals bones in caves, with an analysis of the Pleistocene caves faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset. UK. National History Museum Publications. 231p.

ANDREWS P., NESBIT-EVANS E.M., (1983) : Small mammals bones accumulation produced by mammalian carnivores. Paleobiology, **9** (3) : 289-307.

ARNOLD E.N., BURTON J.A., OVENDEN D.W. (1978) : Les Reptiles et les Amphibiens d'Europe. Editions Bordas, Paris, France. 271 p.

BAIKOV N. (1939) : Les bêtes sauvages de la Mandchourie. Payot ed., Paris. 270 p.

BAILON S. (1985) : Etude descriptive des Amphibiens et des Reptiles du gisement de "Cueva Hora" (Pleistocène supérieur, Darro, Granada). 93 pages. DEA Paléontologie. Université de Paris VII.

BAILON S. (1986) : Los Anfibios y los Reptiles del yacimento de Cueva Hora (Darro, Granada). Anthropologia y paleoecologia humana. n° 4 : 131-155. 19 fig.

BARTOLOMEI G., CHALINE J., FEFJAR O., JANOSSY D., JEANNET M., KOENIGSWALD W. v., KOWALSKI K. (1975) : Pliomys lenki (Heller, 1930) (Rodentia, Mammalia) en Europe. Acta Zoologica cracoviensa, Krakow, 31-VIII, t. XX, n° 10, p. 393-468, 28 fig.

BASAROV D.B., ERBAIEVA M.A., REZANOV N.I. (1976) : Geologia i faona. Ogorneur razriezov Antropologiena zapadnovo zabaikalia. Izdatielstva "NAOUKA". 148 pages. Moskva.

BENSCH C. (1967) : Les Lagomorphes de la grotte de la Bergerie à Caniac (Lot). Soc. spéléo. préhisto. Bordeaux 18-19 : 87-119. 8 fig., 13 tabl.

BENZECRI J.P. et al. (1973) : L'analyse des données. II L'analyse

des correspondances. Dunod édit., Paris, 424 pp.

BENZECRI J.P., BENZECRI F. (1980) : Pratique de l'analyse des données. Dunod édit., Paris. 424 pp.

BERGER L. (1964) : Is Rana esculenta lessonae Camerano a distinct species ? Annales zoologici, Varsovie, t. 22, n° 13, p. 245-261.

BEHRENSMEYER A.K. (1975) : The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages east of Lake Rudolf, Kenya. Bull. Mus. comp. Zool. Harv., **146** : 473-578.

BOLKAY J. (1911) : On the pleistocenic predecessor of Rana fusca Rös. Mitteil. aus dem Jahrb. der König. Ungar. Geol. Reichanst., Bd 19, heft 3, p. 155-160.

BOUCHUD J., CHALINE J., DAVID L., MOURER-CHAUVIRE C., PHILIPPE M., RAGE J.C., VILAIN R; (1972) : le gisement paléontologique pléistocène des Abîmes de la Fage à Noailles (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, I (10) : 90 p., 18 pl.

BOURSIN J.L. (1981) : Méthodes statistiques de la gestion. Coll. Vuibert gestion. Vuibert Ed., 120 pages.

BRUIJN H. de (1966) : On the Mammalia fauna of the Hipparion-beds in the Catalayud-Teruel basin (prov. Zaragoza, Spain). Part II. The Gliridae (Rodentia). Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. Ser. B; 69 (3) : 1-21.

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., 45 fig., 24 tabl.

BRUNET-LECOMTE P., (1990) : Statut des campagnols souterrains (Rodentia, Arvicolidae) du gisement de l'Arago à Tautavel (Pyrénées Orientales, France). Bull. mens. Soc. Linn. Lyon, 59 (4) : 100-104.

BRUYNOOGHE M. (1978) : Classification ascendante hiérarchique de grands ensembles de données. Les cahiers de l'analyse des données, t.III, n°1, Paris, Dunod, pp. 7-33.

CASTANET J. et al. (1978) : Atlas préliminaire des Reptiles et des Amphibiens de France. Société Herpétologique de France Ed., 137 pp.

CHALINE J. (1961) : Les marmottes fossiles dans les éboulis cryoclastiques près de Dijon. Bull. Scientifique de Bourgogne. Tome XX : 105-117. 1 pl.

CHALINE J. (1971) : L'age des Hominiens de la Caune de l'Arago à Tautavel (P.O.), d'après l'étude des rongeurs. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 272, série D : p. 1743-1746. 3 tabl.

CHALINE J. (1971) : La microfaune du Vallonnet (Alpes-Maritimes) et le problème des corrélations micromammifères à la limite du Pléistocène inférieur-moyen. Bull. Musée d'Anthropologie Préhist. de Monaco, fasc. 97, p. 65-69, 1 tabl.

CHALINE J. (1972) : Le rôle des rongeurs dans l'élaboration d'une biostratigraphie et d'une stratigraphie climatique fine du Quaternaire. Mém. B.R.G.M. n°77. p.375-379. 2 tabl.

CHALINE J. (1972) : Les rongeurs du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunès, Hérault). Etudes Quaternaires ,Mém. n°1, p. 233-240, 2 fig., 2tabl.

CHALINE J. (1972) : Les rongeurs du Pléistocène supérieur de France (Systématique-Biostratigraphie-Paléoclimatologie). Cahiers de Paléontologie, Ed. C.N.R.S, Paris, 410 pages.

CHALINE J. (1972) : Les rongeurs de l'Aven I des Abimes de la Fage à Noailles (Corrèze). Nouv. Archi. Mus. Hist. Nat. Lyon., fasc.10. p.61-78, fig.21-33, pl.14-16.

CHALINE J. (1973) : Biogéographie et fluctuations climatiques au Quaternaire d'après les faunes de rongeurs. Act. Zool. Cracov. XVIII, n°7, p.141-166. 9 fig.

CHALINE J. (1975) : Les rongeurs,l'âge et la chronologie climatique du remplissage de l'Aven I de la Fage (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, fasc.13. pp.113-117, fig.33-36.

CHALINE J. (1975) : Le lièvre siffleur ou chepushka (Ochotonidae, Lagomorpha) dans le remplissage de l'Aven I de la Fage (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, fasc.13. p.13-15, fig.5-6.

CHALINE J. (1977) : Les rongeurs au pilori? Analyse critique des reconstitutions paléoécologiques en microthériodontologie. in "Approche écologique de l'Homme fossile". Sup. A.F.E.Q., vol. 47, p. 75-81.

CHALINE J. (1978) : Les rongeurs de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais) et leurs implications stratigraphiques et climatiques. Bulletin de l'A.F.E.Q., n°54-55-56, p. 44-47.

CHALINE J. (1979) : Les modifications de paysages et de climats à la fin des temps glaciaires en France (domaine boréal) révèlées par les migrations de rongeurs. In : La fin des temps glaciaires en Europe. D. de Sonneville-Bordes ed., CNRS, Paris, 1, p. 97-104.

CHALINE J. (1981) : Les rongeurs de la Caune de l'Arago à Tautavel et leur place dans la biostratigraphie européenne. Colloque Inter. du C.N.R.S., datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire, méthodes et limites. Tautavel, p. 193-203, 4 tabl.

CHALINE J. (1983) : Les rongeurs, les paléoenvironnements et les climats du Pléistocène de Vergranne (Doubs). Annales Scient. de l'Univ. de Franche-Comté. Besançon Géologie. fasc. 5. p. 31-45, 4fig., 8 tabl.

CHALINE J. (1985) : Histoire de l'Homme et des climats au Quaternaire. 366 pages. 108 pl. 14 tabl. Doin Ed. Paris.

CHALINE J. (1986) : Continental faunal units of the Plio-Pleistocene of France. Mem. Soc. Geol. It., 31, pp. 175-183.

CHALINE J. (1988) : Les Arvicolidés (Rodentia). In : Le gisement paléolithique moyen de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). Mém. Soc. Préh. France, 21 (1), 103-105.

CHALINE J., BAUDVIN H., JAMMOT D., SAINT-GIRONS M.C. (1974) : Les proies des rapaces (petits mammifères et leur environnement). 141 pages. Doin Ed., Paris.

CHALINE J., MEIN P. (1979) : Les rongeurs et l'évolution. Doin Ed., 235 p.

CHALINE J., RENAULT-MISKOVSKY J., BROCHET G., CLEMENT-DELS R., JAMMOT D., MOURER-CHAUVIRE C., BONVALOT J., LANG J., LENEUF N., PASCAL A. (1985) : L'aven des Valerots (Nuits-Saint-Georges, Côte-d'Or), site de référence du Pléistocène inférieur. Revue de géologie dynamique et de géographie physique, Vol. 26, Fasc. 2, p. 109-118.

CHALINE J., BRUNET-LECOMTE P., GRAF J.D. (1988) : Validation de Terricola Fatio, 1867 pour les campagnols souterrains (Arvicolidae, Rodentia) paléarctiques actuels et fossiles. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 306, Série III, p. 475-478.

CHEYLAN G., BAYLE P. (1988) : Le régime alimentaire de quatre espèces de mustelidés en Provence : la fouine Martes foina, le blaireau Meles meles, la belette Mustela nivalis et le putois Putorius putorius. Faune de Provence (C.E.E.P.) n°9 : 14-26. 12 tabl.

CHEYLAN M. (1981) : Biogéographie et Ecologie de la Tortue d'Hermann, Testudo hermanni, Gmelin 1789. Contribution de l'espèce à la connaissance des climats quaternaires de France. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 404 p., 82 fig., 20 pl.

CHEYLAN M. (1984) : The true Status and Future of Hermann's Tortoise Testudo hermanni robertrensis Wermuth 1952 in Western Europe. Amphibia-Reptilia 5 : 17-26, E.J. Brill, Leiden. 1 fig., 2 tabl.

CLARK J., BEERBOWER J.R., KIETZE K.K. (1967) : Oligocene sedimentation stratigraphy and paleoecology and paleoclimatology in the Big Badlands of South Dakota. Fieldiana, Geol., 5 : 158 p.

CLOT A., MOURER-CHAUVIRE C. (1986) : Inventaire systématique des oiseaux quaternaires des Pyrénées Françaises. Munide (Anthropologia y Aequeologia), n°38 : 171-184.

CLOT A., DURANTHON F. (1990) : Les mammifères fossiles du Quaternaire dans les Pyrénées. Mus. Hist. nat. toulouse, p. 115-117.

CORBET G.B. (1970) : Vagrant bats in Shetland and the North. J. Zool. Lond., 161, p. 281-282.

CREGUT E. (1979) : La faune des mammifères du Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel, Pyrénées Orientales. Thèse 3eme cycle Univ. Provence, Marseille, 381 p. dactylo., 193 tabl., 48 pl.

CREGUT E. (1980) : La faune de Mammifères du gisement Pléistocène moyen antérissien de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales, France). Cr. Acad. Sci. Paris, t. 290, série D, p. 751-754.

CUGNASSE J.M., RIOLS C. (1979) : Contribution à la connaissance du régime alimentaire hivernal de la Genette Genetta genetta. Bull. mensuel Office National de la Chasse 31 : 9-11.

CUGNASSE J.M., RIOLS C. (1982) : Contribution à l'étude du régime alimentaire de Renard Vulpes vulpes, de la Fouine Martes foina et de la Genette Genetta genetta dans le massif du Caroux-Espinousse. Bull. mensuel Office National de la Chasse 59 : 37-40.

CUGNASSE J.M., RIOLS C. (1984) : Contribution à l'écologie de la Genette Genetta genetta dans quelques départements du sud de la France. Gibier et Faune sauvage 1 : 25-55.

CURRY-LINDAHL K. (1959-1963) : Vara Faglar i Norden. I-IV. 2eme édit. Stockholm. 2294 pp. + pl.

DELIBES M. (1978) feedings habits of the Stone Marten, Martes foina (Erxleben, 1777) in northern Burgos, Spain. Z. Säugetierkunde 43 : 282-288.

DELPECH F., LE TENSORER J.M., PINEDA R., PRAT F. (1978) : Un nouveau gisement du Pléistocène moyen : Camp-de-Peyre à Sauveterre-la-Lémance (Lot et Garonne). Cr. Acad. Sc., Paris, t. 286, série D, pp. 1101-1103.

DEMARCQ G., MOURER-CHAUVIRE C. (1976) : L'indice thermique,un essai de méthode pour comparer et utiliser climatologiquement les gisements quaternaires. Application aux oiseaux du Pléistocène français. Géobios, n°9, fasc.2 : 125-141, 1 fig., 3 tabl.

DENYS C. (1983) : Nouvelle application de l'informatique à la gestion et au catalogage des données paléontologiques. Exemple de la faune des rongeurs de Laetoli (Tanzanie). Geobios, n° 16, fasc. 6, p. 769-772, 2 fig.

DENYS C. (1985) : Nouveaux critères de reconnaissance des concentrations de microvertébrés d'après l'étude de pelotes de chouettes du Botswana (Afrique australe). Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 4eme série, 7(A) : 879-933.

DENYS C. (1986) : Le gisement Pliocène de Laetoli (Tanzanie, Afrique de l'Est) : analyse taphonomique des assemblages de microvertébrés. Palaeontographica, A, **194** : 69-98.

DENYS C., GERAADS D., HUBLIN J.J., TONG H. (1987) : Méthode d'étude taphonomique des microvertébrés. Application au site Pléistocène de Tighenif (Ternifine, Algérie). Archaeozoologica, Vol I2, pp. 53-82.

DESCLAUX E. (1986) : Ostéologie et écologie des vertébrés actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel (P.O.). Mémoire D.E.A. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris. 96 p.

DESSE J. (1981) : Les poissons de la Caune de l'Arago à Tautavel. In H. de Lumley, J. Labeyrie et collab. Coll. Internat. CNRS. Datations absolues et ananyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel. Tautavel juin 1981. Prétirage.

DESSE G., DESSE J. (1976) : Diagnostic des pièces rachidiennes des Téléostéens et des Chondrychtiens. Vol III : Téléostéens d'eau douce. L'Expansion Scientifique, Paris, 107 pages.

DESSE J., CHAIX L., DESSE-BERSET N. (1986) : "OSTEO" Base -réseau de données ostéométriques pour l'archéozoologie. Procédures, codages, exploitation des données,organisation du réseau. C.N.R.S Edit. Paris. 161 pages.

DJINDJIAN F. et LEREDDE M. (1980) : Traitement automatique des données en Archéologie. Les dossiers de l'Archéologie, n°42., p. 52-69.

DODSON P. (1973) : The significance of small bones in paleoecological interpretation. Contr. Geol. Univ. Wyoming, **12** : 15-19.

DODSON P., WEXLAR D. (1979) : Taphonomic investigations of owl pellets. Paleobiology, **5** : 275-284.

DONARD E. (1982) : Recherches sur les Léporinés quaternaires (Pléistocène moyen et supérieur, Holocène). Thèse de troisième cycle. Univ. Bordeaux I, 2 tomes, 161 p., 46 pl., 89 tabl.

DONARD E. (1982) : Oryctolagus cuniculus dans quelques gisements quaternaires français. Gallia préhistorica. 145-157. 12 fig., 5 tab.

DRIESH A. VON DEN (1976) : A guide to the measurement of Animals bones from Archaelogical Sites. Peabody Museum Bulletins , 1 , pp. 1-137, Harvard (USA).

GEROUDET P. (1957) : Les Passereaux. III. Des pouillots aux moineaux. Delachaux et Niestlé édit., Neuchâtel. 293 p., 48 pl., 38 fig.

GEROUDET P. (1959) : Les Palmipèdes. 2 édit. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 284 p., 48 pl., 59 fig.

GEROUDET P. (1961) : Les Passereaux. I. Du coucou aux Corvidés. 2 édit. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 238 p., 48 pl., 42 fig.

GEROUDET P. (1963) : Les Passereaux. II. Des mésanges aux fauvettes. 2 édit. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 308 p., 48 pl., 39 fig.

GEROUDET P. (1965) : Les Rapaces diurnes et nocturnes d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 426 p.

GEROUDET P. (1967) : Les Echassiers. 3 édit. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 288 p., 36 pl., 53 fig.

GROMOV I.M., BIBIKOV N.I., KALABUKHOV N.I., MEYER M.N. (1965) : Nazemnyie belichi (Marmotinae), Fauna SSSR, nov. seryia, n° 92, III(2), Moscow-Leningrad.

GUERIN C. 1980) : Les rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocene terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles. Doc. lab. Géol. Lyon, n° 79, 3 fasc., 1185 p., 115 fig., 161 tabl., 21 pl.

GUERIN C. (1981) : Les Rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du gisement pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel. Signification stratigraphique, in H. de Lumley, J. Labeyrie et collab. Coll. Internat. CNRS Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel. Tautavel juin 1981. Prétirage.

GUERIN C. (1987) : Biochronologie, p. 931-935, in J.C. Miskosvky (ed.) Géologie de la préhistoire, méthodes, techniques, applications; GEOPRE, Maison de la Géologie edit., Paris.

GUERIN C., FAURE M. (1991) : Biochrononologie et datations absolues : convergence de méthodes dans différents sites du Paléolithique ancien. Revue d'Achéométrie, 15 : 41-46.

HAGEN Y. (1952) : Birds of Tristan da Cunha. Results of the Norwegian sctientific Expedition. N° 20. Oslo, Dybwad.

DUPUIS I. (1986) : Les Chiroptères du Quaternaire en France. Mémoire maîtrise Université de Paris I, 2 fasc., 661 pages.

EL HAZZAZI N. (1991) : Contribution à l'étude de la microfaune d'Orgnac 3 : données paléontologiques, paléoclimatiques et palethnographiques. Mémoire de D.E.A. Mus. Nat. Hist. nat. Paris. 99 p., 11 fig., 17 pl.

ERBAIEVA M.A. (1966) : Novie dannie dlya biostratigrafii anthropogenovykh otlozhenyi Zapadnovo Zabaikalyia. Bull. Comiss. po izutcheniyu chetvert. perioda, n° 32.

ERBAIEVA M.A. (1970) : Istoria antropogienovoi faounk zaitsieobraznik i grizounov sielienginskovo sriedniegoria. Izdiatielstvo "Naouka"-Moskva. 132 pages.

FARO A. (1979) : Contribution à l'étude de la grotte de l'Arbreda (Seminya-Girona-Espagne) : Les lagomorphes. Mem. Maîtrise. Univ. Montpellier III, 59 p., 14 fig.

FAYARD A., EROME G. (1977) : Les Micromammifères de la bordure orientale du Massif Central. Mammalia, **41** (3) : 301-319.

FEFJAR O., HEINRICH W.D. (1980) : Zur biostratigraphischen Abgrenzung und Gliederund des kontinentalen Quartärs in Europa and Hand von Arvicoliden (Mammalia, Rodentia). Cas. Minaral. Geol., Praha, 25, p. 185-189.

FEJERVARY G.J. Von (1916) : Beitrage zur Kenntniss von Rana Mehelyi By. Mitteil. aus dem Jahrb. der König. Ungar. Geol. Reichsanst., Budapest, Bd 23, heft 3, p. 133-135.

FELTEN H., HELFRICHT A., STORCH G. (1973) : Die Bestimmung der europäischen Fledermäuse nach distalen Epiphyse des Humerus. Senckenbergiana biol., 54 (4-6)., p. 291-297.

FLORIT X., MOURER-CHAUVIRE C., ALCOVER J.A. (1989) : Els ocells pleistocènics d'es pouas, eivissa. Nota preliminar. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 56 (Sec. Geol., 5) : 35-46.

FONS R., LIBOIS R., SAINT-GIRONS M.C. (1980) : Les micromammifères dans le département des Pyrénées-Orientales. Vie et Milieu, 30 (3-4) : 285-299.

GERBER J.P. (1973) : La faune de grands mammifères du Würm ancien dans le sud-est de la France. Thèse de troisième cycle, Université de Provence, 310 p., 74 fig., 87 tabl.

HARMATA W. (1962) : Seasonnal rhythmicity of behaviour and the ecology of bats (Chiroptera) living in some old buildings in the district of Krakow. Zesz. Nauk, U.J., n°58, p. 149-179.

HEINRICH W.D. (1987) : Neue Ergebnissezue Evolution und Biostratigraphie von Arvicola (Rodentia, Mammalia) in Quatärs Europas. Zeitschr. Geol. Wiss., Berlin, 15, p. 389-406.

HEINRICH W.D. (1990) : Some aspects of evolution and biostratigraphy or Arvicola (mammalia, Rodentia) in the central european pleistocene. Review of fossils Arvicolids, Int. Symp. Evol. Phyl. Biostr. Arvicolids (Praha, 1990) : 165-182.

HINTON M.A.C., (1926) : Monograph of the voles and lemmings (Microtinae) living and extinct. 488 p., London.

HOFFSTETTER R. (1939) : Contribution à l'étude des Elapidae actuels et fossiles et de l'ostéologie des Ophidiens. Archi. Mus. Hist. nat. Lyon. t.XV, p.1-78, 13 fig., 2 pl.

JAMBU M. (1978) : Classification automatique pour l'analyse des données. t.1 : Méthodes et algorithmes. Dunod éd., Paris.

JAMMOT D. (1973) : Les Insectivores (Mammalia) du gisement Pléistocène moyen des Abimes de la Fage à Noailles (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon. fasc.11. p.41-51, fig.16-21, pl. 1-4.

JAMMOT D. (1975) : Les insectivores (Mammalia) du gisement Pléistocène moyen des Abimes de la Fage à Noailles (Corrèze); complément. Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon. fasc.13. p.5-11. fig.1-4.

JAMMOT D. (1977) : Les musaraignes (Soricidae-Insectivora) du Plio-Pléistocène d'Europe. Thèse de Doctorat. Université de Dijon.

JANOSSY D. (1972) : Die mittelpleistozäne Vögelfauna der Sränkà Skàla. Anthropos, Studia Musei Moraviae, Brno, t. 20, p. 35-64, 6 fig., 11 pl.

JEANNET M. (1974) : Les rongeurs d'Orgnac III (Ardèche). DESS Sciences Naturelles Univ. Dijon. 115 p. dactyl., 9 fig., 2 tab.

JOURDAN L., MOIGNE A.M. (1981) : Les faunes de l'Arago à Tautavel, signification sratigraphique, paléoclimatique, paléoécologique et palethnographique. Colloque Inter. du C.N.R.S., Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire, méthodes et limites. Tautavel, p. 133-162, 2 tabl.

JULLIEN R., PILLARD B. (1969) : Les lagomorphes découverts sur le sol de la cabane acheuléenne du Lazaret. In "Une cabane acheuléenne de la grotte du Lazaret (Nice),"Mém. Soc. Préhist. Fr." Tome 7, pp.67-83, 4 fig., 1 tabl.

KAHLKE H.D. (1981) : Biostratigraphie des faunes de la Caune de l'Arago à Tautavel. Colloque Inter. du C.N.R.S., Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire, méthodes et limites. p. 245-251.

KAHMAN H., GOERNER P. (1956) : Les Chiroptères de Corse. Mammalia, n°20, p. 333-389.

KOBY F. (1959) : Contribution au diagnostic ostéologique différentiel de Lepus timidus Linné et Lepus europaeus Pallas. Verh. Naturf. Ges. Basel, 70 ; 1 : 19-44.

KOENIGSWALD W. V. (1973) : Veranderungen in der Kleinzaugerfaune von Mitteleuropa zwischen Cromen und Eem (Pleistozän). Eiszeitalter u. gegenwart., Band 23/24. p. 159-167.

KORTH W.W. (1979) : Taphonomy of microvertebrates fossils assemblages. Ann. Carneg. Mus. nat. Hist., 48 : 235-285.

KRETZOI M. (1962) : Vogelreste aus der altpleistozänen Fauna von Beftia. Aquila, Budapest, t. 67-68, p. 167-174.

KURTEN B. (1968) : Pleistocene mammals of Europe. Weidenfeld and Nicholson, London, 317 p., 15 tabl., 111 fig.

LAUNAY G. (1982) : Une nouvelle espèce nicheuse pour le Var : la chouette de Tengmalm Aegolius funereus. Bull.C.R.O.P. 4 : 65.

LAUNAY G. (1988) : Observation de la chouette de Tengmalm Aegolius funereus dans la forêt de la Sainte-Baume (Var). Faune de Provence (C.E.E.P.) 9 : 91.

LAURIN B., ROUSSEAU D.D. (1985) : Analyse multivariée des associations malacologiques d'Achenheim. Implications climatiques et environnementales. Bull. As. Fr. Et. Quat., 1/1985, p. 21-31.

LAVILLE H. (1977) : Climatologie et chronologie du paléolithique en Périgord. Etude sédimentologique de dépôts en grottes et sous abris. Etudes Quaternaires. Mém. n° 4. 422 pages. 181 pl., 6 tabl.

LEBRETON J.D. (1980) : Quelques éléments sur l'analyse des correspondances à l'intention des ornythologues. Bièvre, Rev. centre ornythologique Rhône-Alpes. Université de Lyon I, t. 3, n°2, p. 47-62.

LEGENDRE S. (1988) : Les communautés de mammifères du Paléogène (Eocène supérieur et Oligocène) d'Europe occidentale : structures, milieux et évolution. Thèse de doctorat d'état. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 2 vol., 263 p.

LESBRE F. (1892) : Caractères ostéologiques différentiels des lapins et des lièvres, comparaison avec les Léporidés. Bull. Soc. d'Anthropologie de Lyon : 3-24.

LIMONDIN N., ROUSSEAU D.D. (1991) : Holocene climate reflected by a malacological sequence at Verrières, France. Boreas 20, 207-229.

LOPEZ MARTINEZ N. (1980) : Les lagomorphes du Pléistocène supérieur de Jaurens. Nouv. Arch; Mus. Hist. nat. Lyon. **18** : 5-16.

LOPEZ MARTINEZ N. (1980) : Los micromamiferos (Rodentia, Insectivora, Lagomorpha y Chiroptera) del sitto de ocupacion achelense de Aridos 1 (Arganda, Madrid) In : Ocupaciones achelenses en el valle del Jamara (Arganda, Madrid); Service de extensio y divulgacion de la disputacion provincial de Madrid edit. : 161-202, 26 fig., 3 pl.

LUMLEY H. de (1965) : Le Paléolithique inférieur et moyen dans son cadre géologique (Ligurie, Provence, Bas-Languedoc, Roussillon, Catalogne). Thèse de Doctorat d'état, Faculté des Sciences de Paris, 1518 p., 12 tabl. chrono., 123 tabl., 11 cartes, 66 coupes, 187 graph., 554 pl., 197 pl. photos.

LUMLEY H. de et alii (1976) : Caune de l'Arago, Tautavel, P.O., Livret guide de l'excursion C2, IX eme Congrés de l'U.I.S.P.P., Nice, sept. 1976, p. 326-348, 14 fig., 3 photos.

LUMLEY H. de, LABEYRIE J. et alii (1981) : Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel. Colloque Inter. du C.N.R.S. Tautavel juin 1981, 720 p. (prétirage).

LUMLEY H. de et alii. (1984) : Stratigraphie du remplissage Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à tautavel. Etude de huit carottages effectués de 1981 à 1983. L'Anthropologie (Paris), Tome 88, n°1, pp. 5-18.

LUMLEY H. de, M.A de (1971) : Découvertes de restes humains anténéandertaliens datés du début Riss à la Caune de l'Arago, Tautavel (P.O.). C. R. Acad. Sc. Paris, série D, p. 1739-1742, 2 fig.

MALATESTA A. (1958) : Considerazioni sugli Ochotonidae fossili e viventi. Estratto dal Bolletino del sevizio geologico d'Italia. Vol. LXXI (1947, 1948 e 1949), Nota IX. p. 1-28, 4 tabl.

MARQUET J.C. (1989) : Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge Pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des rongeurs. Thèse de doctorat d'état. Université de Bourgogne. 181 fig., 163 tabl., 637 p.

MARZ (1953) : Der Uhu. Neue Brehm Bücheri.

MEIN P. (1975) : Les Chiroptères (Mammalia) du gisement des Abîmes de la Fage à Noailles (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, fasc. 13, p. 57-67, fig. 19-20, pl. 4-6.

MEIN P., FREUDENTHAL M. (1971) : Une nouvelle classification des Cricetidae (Mammalia, Rodentia) du Tertiaire de l'Europe. Scripta geologica, n°2, 37 p.

MENU H. (1985) : Morphotypes dentaires actuels et fossiles des chiroptères vespertilioninés. Première partie : Etude des morphologies dentaires. Paleovertebrata, Montpellier. Vol.15, fasc.2, p.71-128, 43 fig.

MENU H., POPELARD J.B. (1987) : Utilisation des caractères dentaires pour le détermination des Vespertilioninés de l'ouest européen. Le Rhinolophe. Mus. Hist. nat. Genève n°4. 88 pages. 79 fig. 12 tabl.

MICHAUX J. (1967) : Origine du dessin dentaire "Apodemus" (Rodentia, Mammalia). Cr. Acad. Sc. Paris, t. 264, p. 711-714, 7 fig.

MICHAUX J. (1971) : Muridae (Rodentia) néogènes d'Europe sub-occidentale. Evolution et rapports avec les formes actuelles. Paléobiologie continentale, Montpellier, 2/1, 67 p.

MICHAUX J., PASQUIER L. (1974) : Dynamique des populations de Mulots (Rodentia,Apodemus) en Europe durant le Quaternaire. Premières données. Bull. S.G.F., 7 série, t.XVI, pp.431-439.

MIKKOLA H. (1983) : Owls of Europe. Poyser. Calton. 397 p.

MOIGNE A.M. (1983) : Taphonomie des faunes quaternaires de la Caune de l'Arago à Tautavel. Thèse de troisième cycle, 344 p., 43 fig., 38 tabl., 1 diagr., 15 pl., Université Pierre et Marie Curie, Paris.

MOURER-CHAUVIRE C. (1972) : Les oiseaux des couches moustériennes de la grotte de l'Hortus. Etudes quaternaires, Mém. n°1, p.271-288, 8 fig.,1 tabl.

MOURER-CHAUVIRE C. (1975) : Les oiseaux du Pléistocène moyen et supérieur de France. Doc. Lab. Fac. Sc. Lyon, n°64, 2 fasc., 624 p., 72 fig., 89 tabl., 22 pl.

MOURER-CHAUVIRE C. (1975) : Faunes d'oiseaux du Pléistocène de France : Systématique-Evolution et Adaptation, Interprétation paléoclimatique. Géobios, vol.8, fasc.5, p.333-352, 6 fig., 1 tabl., 1 pl.

MOURER-CHAUVIRE C. (1975) : Les oiseaux (Aves) du gisement Pléistocène moyen des Abîmes de la Fage à Noailles (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, fasc. 13, p. 89-112, fig. 24-32, pl. 10-12.

MOURER-CHAUVIRE C. (1975) : Conclusions générales sur les faunes de l'Aven I des Abîmes de la Fage (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, 13 : 123-129.

MOURER-CHAUVIRE C. (1981) : Les oiseaux du Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel. p. 205-212. In H. de Lumley , J. Labeyrie et collab. Colloque internat. Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel. Tautavel, juin 1981. Prétirage.

MOURER-CHAUVIRE C. (1983) : Les oiseaux dans les habitats paléolithiques : gibier des hommes ou proies des rapaces. B.A.R., Oxford, 'Animals and Archaeology : 2.Shell Middens, Fishes and Birds' : 111-124.

NEHRING A. (1890) : Über Tundren und Steppen der Jtz und Vorzeit, mit besonderer Berüchsichtigung ihrer Fauna. Dümmler, Berlin, 257 p.

OGNEV S.I. (1928) : Mammals of eastern Europe and northern Asia. I : Insectivora and Chiroptera. Israel Prog. sci. Transl., Jerusalem (1962), 487 p.

OGNEV S.I. (1947) : Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries. V : Rodents. Israel Progr. sci. Transl., Jerusalem (1963), 662 p.

OGNEV S.I. (1948) : Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries. VI : Rodents. Israel Progr. sci. Transl., Jerusalem (1963), 508 p.

OGNEV S.I. (1950) : Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries. VII : Rodents. Israel Progr. sci. Transl., Jerusalem (1964), 626 p.

ORSINI P. (1988) : Répartition des micromammifères dans quelques milieux caractéristiques du Parc National du Mercantour. Faune de Provence (C.E.E.P.) 9 : 27-32.

ORSINI P., POITEVIN F. (1990) : Essai de caractérisation de la région méditerranéenne française à partir du régime alimentaire de la chouette effraie (Tyto alba). Rapinyaires Mediterranis n°2. p.221-229.

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 troisième cycle, Univ. de Montpellier II.

PATOU M. (1984) : Contribution à l'étude des Mammifères des couches supérieures de la grotte du Lazaret (Nice, A.M.). Méthodes et résultats paléontologiques et palethnographiques. Thèse de Doctorat de troisième cycle. Univ. Paris VI.

PATOU M. (1987) : Les marmottes : animaux intrusifs ou gibier des préhistoriques du Paléolithique. Archaeozoologia. pp. 93-107.

PETTER F. (1973) : Les léporidés (Mammalia, Lagomorpha) du gisement Pléistocène moyen des Abîmes de la Fage à Noailles (Corrèze). Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, 11 : 53-54.

PILLARD B. (1972) : Les lagomorphes du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunes, Hérault). In : "la grotte moustérienne de l'Hortus". Etudes quaternaires, Université de Provence, Mém. n°1. p. 229-232. 2 tabl., 1 fig.

POITEVIN F. (1984) : Biogéographie et écologie des Crocidures méditerranéennes (Insectivores-Soricidés) Crocidura russula (Hermann,1780) et Crocidura suaveolens (Pallas,1811). Ecole pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 100 pages. 41 fig., 2pl.

PRODON et alii (1984) : Liste provisoire des oiseaux des Pyrénées-Orientales. La mélanocéphale n°3, Groupe Ornithologique du Roussillon. 43 pages.

RACZYNSKI J., RUPRECHT A.L. (1974) : The effect of digestion on the osteological composition of owl pellets. Acta ornithol., **14** : 25-38.

RAGE J.C. (1972) : Les amphibiens et les reptiles du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunès, Hérault). Etudes Quaternaires, Mém. n°1 : 297-298. 2 fig.

RAGE J.C. (1974) : Les batraciens des gisements quaternaires européens : Détermination ostéologique. Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon, 8 : 276-286.

RAGE J.C. (1981) : Les amphibiens et les reptiles de la Caune de l'Arago à Tautavel. In H. de Lumley, J. Labeyrie et collab. Coll. Internat. CNRS. Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel. Tautavel, juin 1981. Prétirage.

RENAULT-MISKOVSKI J. (1976) : La végétation au Pléistocène moyen (Caune de l'Arago, Tautavel, P.O.). La faune et la flore en Roussillon au Pléistocène moyen. Cr. Acad. Sc. Paris, t. 290, série D, p. 747-756.

RENAULT-MISKOVSKI J. (1981) : Etude palynologique du remplissage de la Caune de l'Arago. Signification chronologique, paléoclimatique et palethnographique des flores. Colloque Inter. du C.N.R.S., Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire, méthodes et limites. p. 253-258.

REYNOLDS P. (1979) : Preliminary observations on the food of the Fox Vulpes vulpes in the Camargue, with special reference to the rabbit Oryctolagus cuniculus predation. Mammalia 43 : 295-307.

ROBERT C. (1983) : Recherches sur les taupes (Talpa, Insectivora) de quelques gisements quaternaires en France. Thèse de troisième cycle. Université de Bordeaux I. Deux tomes, 170 p., 71 fig., 9 pl.

ROUSSEAU D.D., PUISSEGUR J.J. (1990) : A 350 000 year climatic record from the loess sequence of Achenheim, Alsace, France. Boreas 19, 203-216.

RYBERG O. (1947) : Studies on Bats and Bats parasites. Stockholm, Svensk. Natur., 330 p.

SAINT-GIRONS M.C. (1969) : Données sur la morphologie et la répartition de Erinaceus europaeus et Erinaceus algirus. Mammalia. t.33. n°2. p.204-217.

SAINT-GIRONS M.C. (1973) : Les Mammifères de France et du Bénélux. 488 pages. Doin Ed. Paris, France.

SANCHIZ F.B. (1977) : Catalogo de los anfibios fosiles de Espana. Acta Geologica Hispanica Inst. "Jaime Almera". Ano XII, n° 416.

SCHILLING D., SINGER D., DILLER H. (1986) : Guide des mammifères d'Europe. Delachaux et Niestlé S.A., éditeurs, Neuchâtel (Suisse), 280 p.

SCHREUDER A. (1958) : La grotte de Fontéchevade, les micromammifères. Arch. Inst. Paléont. humaine Paris, n°29, p. 230-240.

SHARFF R.F. (1918) : European Animals and their Geological History. Priroda.

SOERGEL W. (1919) : Lösse, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Jena. 177 p.

STEHLIN H.G., SCHAUB S. (1951) : Die trigonodontie der simplicidentaten Nager. Schweizerische paleontologische Abhandlungen, vol. 67, p. 1-385.

SYCH L. (1965) : Fossil Leporidae from the Pliocene and the Pleistocene of Poland. Acta zoologica Cracoviensa, 10 (I), pp. 1-88, 7 pl., 30 fig.

SZYNDLAR Z. (1984) : Fossil snakes from Poland. Acta zoologica Cracoviensa, 31 (VII), pp. 1-156.

TCHERNOV E. (1962) : 'Paleolithic Avifauna in Palestine', Bull. Res. Counc. Israel (Sect. B, Zool), 11,(3) : 95-129.

TCHERNOV E. (1968) : A preliminary Investigation of the birds in the Pleistocene deposits of Ubeidiya. The Israel Acad. of Sciences and Humanities, p.5-38, 3 pl.

TOPAL G. (1958) : Morphological studies on the os penis of bats in the Carpathian Basin. Ann. Hist. nat. Mus. nat. Hungar., ser. 9, n°50, p. 331-342.

TUPINIER Y. (1975) : Chiroptères d'Espagne. Systématique, biogéographie. Thèse Sc. nat. Univ. C. Bernard (Lyon I). 202 p.

TROUESSART M.E.L. (1917) : Le Lapin de Porto-santo et le lapin nègre de la Camargue. Bull. Mus. Hist. nat. Paris, **23** : 366-373.

UTTENDOERFER O. (1939) : Die Ernahrung der deutschen Raubvogel und Eulen und ihre Bedeutung in der Heimischen Natur. Neudamm, 412 p.

UTTENDOERFER O. (1952) : Neue Ergebnisse uber die Ernahrung der Greifvogel und Eulen. Eugen Ubner, Stuttgart. 230 p.

VALVERDE J.A. (1964) : Remarques sur la structure de l'évolution des communautés de vertébrés terrestres. I. Structure d'une communauté. II. Rapport entre prédateurs et proies. Terre et Vie, 111 : 121-154.

VALVERDE J.A. (1967) : Estructura de une communidad de vertebrados terrestres. Monographias de la Estacion biologica de Doñana, (1) : 1-129.

VIERHAUS V.H. (1982) : Uber einen weiteren Nachweis der Rauhhautfledermäus (Pipistrellus nathusii) aus Schleswig-Holstein und neue Unterscheidungsmerkmale Zwischen Rauhhaut und Zwergfledermäus. Nyctalus, N.F., 1 (4-5), p. 307-312.

VILETTE P. (1983) : Avifaunes de la fin du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans le sud de la France et en Catalogne. Systématique, Paléoenvironnement, Paléthnologie. Thèse de troisième cycle. Lyon Université Paul Bernard. 241 pages.

VOORHIES M. (1969) : Taphonomy and Population dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna Knox County Nebraska. Contr. Geol., sp. Paper 1, Laramie, Wyoming, Univ. Wyoming Press.

VOOUS K.H. (1960) : Atlas of European birds. Nelson edit., London, 284 p., 355 fig., 419 cartes.

YOKOHAMA Y., NGUYEN H.V. (1981) : Datation directe de l'Homme de Tautavel par la spectrométrie gamma, non destructrice, du crâne humain fossile Arago XXI. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 292, série III, p. 741-744, 1 fig., 2 tabl.

YOKOHAMA Y., NGUYEN H.V. (1981) : Direct dating by non-destructive gamma-ray spectrometry of fossil human skull Arago XXI, fossil animal bones and stalagmites of the Caune de l'Arago at Tautavel, p. 355-375, 6 tabl., 3 fig. In H. de Lumley, Labeyrie J. et collab., Coll. internat. CNRS Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel. Tautavel, juin 1981. Prétirage.

YOKOHAMA Y. et al. (1982) : Datation du site de l'Homme de Tautavel par la méthode de spin électronique (ESR). C. R. Acad. Sc., Paris, t. 294, série III, p. 759-764.

YOUNG C.C. (1931) : On a new Ochotonid from North Suiyuan. Bull. Soc. Geol. China, vol. IX, fasc. 13.

ZIMINA R.P., GERASIMOV I.P. (1973) : The periglacial expansion of marmots (Marmota) in the middle Europe during late Pleistocene. Journal of Mammalogy. Vol.54, n°2, pp.327-340.

ANNEXES

Oryctolagus cuniculus : Inventaire.

-N.M.I. d'après le squelette céphalique :

*d'après les incisives :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
I sup. D	-	16	45	120	41	7	37	9	1	13
I sup.	-	-	3	9	4	-	5	1	-	1
I sup. G	-	6	46	145	44	9	19	7	-	14
NMI I sup.	-	16	48	145	45	9	37	9	1	14
I inf. D	-	6	18	79	16	3	15	4	-	12
I inf.	-	3	7	27	11	2	9	1	-	4
I inf. G	-	6	25	69	29	5	21	4	1	13
NMI I inf.	-	8	25	94	29	5	24	5	1	16
NMI total	-	16	48	145	45	9	37	9	1	16

*N.M.I. d'après les autres éléments du squel. céphalique :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
NMI crane	-	2	6	21	8	1	6	1	-	6

-N.M.I. d'après les éléments du squelette axial :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
NMI axial	-	1	1	4	1	1	4	1	1	1

Oryctolagus cuniculus : Inventaire (suite).

-**N.M.I. d'après les os des ceintures** :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
scap. D	-	2	8	33	7	2	6	3	-	2
scap. ind	-	1	2	13	5	2	-	-	-	2
scap. G	-	1	11	24	8	2	7	2	-	4
NMI scap.	-	2	11	37	12	4	7	3	-	4
coxal D	-	4	6	34	4	4	11	1	1	7
coxal G	-	3	27	64	18	1	10	1	-	12
NMI coxal	-	4	27	64	18	4	11	1	1	12

-**N.M.I. d'après les os du membre antérieur** :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
humérus D	-	2	1	51	15	2	19	3	1	7
humér.ind.	-	-	-	6	4	1	7	3	-	4
humérus G	-	4	16	35	22	3	18	5	1	7
NMI humer.	-	4	16	51	22	3	15	6	1	11
ulna D	-	1	13	33	12	4	6	3	-	1
ulna G	-	4	4	18	13	2	4	4	-	6
NMI ulna	-	4	13	33	13	4	6	4	-	6
radius D	-	2	12	29	5	3	7	-	-	5
radius G	-	-	18	26	9	3	9	1	1	5
NMI radius	-	2	18	26	9	3	9	1	1	5

Oryctolagus cuniculus : Inventaire (suite).

-N.M.I. d'après les os du carpe et les métacarpiens :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
NMI carpe	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MC2 D	-	3	13	27	11	2	17	5	-	5
MC2 G	-	1	8	42	13	3	12	4	-	13
NMI MC2	-	3	13	42	13	3	17	5	-	13
MC3 D	-	6	8	23	12	2	9	3	-	4
MC3 G	-	4	9	31	11	2	8	5	-	4
NMI MC3	-	6	9	31	12	2	9	5	-	4
MC4 D	-	5	8	26	7	3	13	2	-	5
MC4 G	-	5	10	26	4	2	7	3	-	4
NMI MC4	-	5	10	26	7	3	13	3	-	5
MC5 D	-	1	3	10	4	-	6	-	-	4
MC5 G	-	2	14	23	4	2	8	-	-	5
NMI MC5	-	2	14	23	4	2	8	-	-	5

-N.M.I. d'après les os du membre postérieur :

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
NMI patel.	-	2	6	10	5	-	3	3	-	4
fémur D	-	2	9	16	5	-	6	1	-	3
fémur ind.	-	4	7	30	6	-	2	-	-	1
fémur G	1	1	10	22	8	2	9	2	1	3
NMI fémur	1	4	17	38	11	2	9	2	1	4
tibia D	-	1	16	23	7	1	6	3	1	5
tibia G	-	6	10	34	12	1	6	2	-	5
NMI tibia	-	6	16	34	12	1	6	3	1	5

Oryctolagus cuniculus : Inventaire (suite).

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Rem.
talus D	-	3	9	54	12	3	6	5	-	3
talus G	-	2	14	39	15	1	8	8	-	5
NMI talus	-	3	14	54	15	3	8	8	-	5
calc. D	-	5	13	73	18	4	13	2	-	12
calc. G	-	2	16	56	12	2	17	3	2	9
NMI calc.	-	5	16	73	18	4	17	3	2	12
MT2 D	-	3	13	27	11	2	17	5	-	5
MT2 G	-	1	8	42	13	3	12	4	-	13
NMI MT2	-	3	13	42	13	3	17	5	-	13
MT3 D	-	6	8	23	12	2	9	3	-	4
MT3 G	-	4	9	31	11	2	8	5	-	4
NMI MT3	-	6	9	31	12	2	9	5	-	4
MT4 D	-	5	8	26	7	3	13	2	-	5
MT4 D	-	5	10	26	4	2	7	3	-	4
NMI MT4	-	5	10	26	7	3	13	3	-	5
MT5 D	-	1	3	10	4	-	6	-	-	4
MT5 G	-	2	14	23	4	2	8	-	-	5
NMI MT5	-	2	14	23	4	2	8	-	-	5

Columba livia : Inventaire.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Ind.
Coracoïde	-	2	1	22	33	4	24	8	1	13
Scapula	-	4	1	19	34	1	18	11	-	9
Sternum	-	-	-	13	35	8	31	13	-	19
Humérus	-	1	1	16	32	2	20	9	2	12
Radius	-	1	3	22	33	2	24	8	-	12
Ulna	-	-	3	15	21	6	20	8	3	-
Cmc	-	1	2	25	36	8	30	12	2	13
Fémur	-	-	1	7	6	1	4	4	-	1
Tibiotarse	-	-	-	15	20	4	7	8	-	6
Tmt	-	1	2	9	20	4	12	8	-	10
N.M.I.	-	4	3	25	36	8	31	13	3	19

Pyrrhocorax graculus : Inventaire.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Ind.
Coracoïde	-	1	3	6	12	1	6	1	-	3
Scapula	-	2	-	5	4	3	4	-	-	-
Humérus	-	-	1	9	11	2	5	1	1	5
Radius	1	1	1	14	10	3	5	1	-	3
Ulna	1	3	1	12	11	-	8	1	-	4
Cmc	-	2	3	5	12	2	7	1	-	4
Fémur	-	1	1	4	5	-	2	1	-	1
Tibiotarse	1	1	3	6	6	-	5	1	-	5
Tmt	-	1	2	7	12	-	6	1	-	3
N.M.I.	1	3	3	14	12	3	8	1	1	5

Oryctolagus cuniculus : biometrie.

a). Squelette céphalique.

*** Incisives supérieures :**

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	250	1.70-2.03	1.99	0.02	0.13
mesure 2	250	2.00-3.14	2.67	0.05	0.21

*** Incisives inférieures :**

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	107	1.80-2.58	2.12	0.03	0.18
mesure 2	107	2.13-3.44	2.91	0.07	0.27

*** P/3 :**

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	8	2.74-3.18	2.90	0.02	0.14
mesure 2	7	3.10-3.28	3.18	0.01	0.07

*** P/4 :**

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	5	2.66-3.87	3.25	0.19	0.44
mesure 2	4	2.56-3.28	2.93	0.11	0.33

b). Ceintures.

* Scapula :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 4	51	4.38-5.60	4.90	0.09	0.29
mesure 5	37	8.06-10.40	9.24	0.23	0.48
mesure 6	14	7.66-9.94	8.60	0.33	0.58
mesure 7	57	6.87-8.70	7.79	0.14	0.38

* Coxal :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 3	35	8.30-10.20	8.96	0.20	0.44
mesure 4	1	4.32			
mesure 5	56	6.04-7.76	6.84	0.21	0.21
mesure 6	46	7.10-8.48	7.68	0.15	0.39
mesure 7	2	7.62-7.65			
mesure 8	2	15.00-15.08			
mesure 13	50	8.12-10.06	9.03	0.20	0.45
mesure 14	38	8.10-10.44	8.82	0.26	0.51
mesure 15	25	7.25-8.70	7.94	0.13	0.36

c). Membre antérieur :

* Humerus :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 4	6	11.22-13.45	12.25	0.62	0.79
mesure 5	6	11.08-13.56	12.39	0.62	0.79
mesure 6	18	4.08-5.58	4.60	0.12	0.34
mesure 7	129	8.30-10.18	9.22	0.22	0.46
mesure 8	125	6.06-7.96	4.12	0.17	0.41
mesure 9	2	11.14-13.00			
mesure 10	18	3.90-5.66	4.60	0.22	0.46
mesure 11	160	3.70-5.26	4.47	0.08	0.28
mesure 12	130	5.60-7.92	6.57	0.12	0.35

* Radius :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	1	61.80			
mesure 4	94	5.68-7.02	6.27	0.10	0.31
mesure 6	27	3.38-4.48	4.02	0.08	0.29
mesure 7	2	2.07-3.11	2.53	0.07	0.26
mesure 8	25	6.05-7.05	6.52	0.07	0.26
mesure 9	26	5.26-6.03	5.59	0.04	0.21
mesure 10	90	3.18-4.80	3.68	0.09	0.30
mesure 11	25	4.16-5.22	4.55	0.08	0.28

* Ulna :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 2	18	3.12-4.26	3.61	0.07	0.26
mesure 3	43	7.18-8.63	7.91	0.18	0.42
mesure 5	96	4.80-6.75	5.80	0.20	0.44
mesure 6	18	3.12-4.26	3.61	0.07	0.26
mesure 7	24	3.50-5.10	4.33	0.18	0.43
mesure 8	23	2.77-4.32	3.43	0.23	0.48
mesure 9	16	6.86-8.72	7.87	0.22	0.47
mesure 10	3	3.47-4.00	3.67	0.08	0.29
mesure 11	94	3.82-5.51	4.60	0.14	0.37
mesure 12	52	2.96-4.37	3.56	0.10	0.32

* Métacarpe II :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	39	17.8-20.54	19.04	0.52	0.72
mesure 2	108	3.40-4.70	4.11	0.08	0.28
mesure 3	111	2.69-3.77	3.22	0.04	0.21
mesure 4	102	2.62-3.53	3.09	0.03	0.18
mesure 6	36	3.29-4.14	3.71	0.03	0.18
mesure 7	37	2.68-3.92	3.01	0.04	0.21

* Métacarpe III :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	28	18.41-22.46	20.40	0.84	0.92
mesure 2	102	3.70-4.80	4.26	0.05	0.22
mesure 3	98	2.44-3.38	2.95	0.02	0.15
mesure 4	95	1.72-2.41	2.07	0.03	0.16
mesure 6	25	2.73-3.68	3.18	0.10	0.31
mesure 7	25	2.60-3.66	3.10	0.13	0.37

* Métacarpe IV :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	32	14.80-17.84	16.39	0.56	0.74
mesure 2	82	2.97-3.18	3.67	0.05	0.23
mesure 3	79	2.50-3.34	2.96	0.03	0.18
mesure 4	77	1.57-2.20	1.90	0.01	0.12
mesure 6	30	2.43-3.22	2.91	0.03	0.16
mesure 7	31	3.06-3.86	3.55	0.03	0.18

* Métacarpe V :

	N	Min-max	X	V	S
mesure 1	48	8.93-11.29	10.20	0.24	0.49
mesure 2	56	2.62-3.64	3.00	0.03	0.16
mesure 3	53	3.30-4.07	3.66	0.03	0.18
mesure 4					
mesure 6	38	2.55-2.99	2.78	0.01	0.11
mesure 7	38	3.04-3.58	3.33	0.02	0.14

d). Membre postérieur :

*** Fémur :**

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 3	6	16.50-17.82	17.19	0.31	0.55
mesure 4	6	15.02-17.62	16.17	1.08	1.03
mesure 5	118	6.13-7.88	6.87	0.11	0.34
mesure 6	10	6.06-8.45	7.21	0.67	0.82
mesure 7	10	4.98-6.40	5.82	0.17	0.41
mesure 8	16	12.85-15.63	14.03	0.48	0.69
mesure 9	13	3.36-4.66	3.95	0.17	0.41
mesure 10	12	5.00-6.62	5.94	0.26	0.51
mesure 11	13	9.77-13.70	11.53	0.75	0.87
mesure 12	99	4.28-6.75	5.14	0.16	0.40

*** Tibia :**

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 3	9	13.60-15.53	14.68	0.53	0.73
mesure 4	19	5.20-6.43	5.81	0.08	0.29
mesure 5	19	3.95-5.12	4.71	0.09	0.30
mesure 6	56	9.60-12.84	11.86	0.42	0.65
mesure 7	65	5.60-7.13	6.54	0.11	0.33
mesure 8	5	12.10-14.86	13.36	1.02	1.01
mesure 9	12	6.24-8.58	7.79	0.56	0.75
mesure 10	11	6.14-7.15	6.77	0.21	0.45
mesure 11	65	4.30-6.05	4.92	0.16	0.40
mesure 12	53	4.10-5.65	4.87	0.11	0.34
mesure 13	62	8.74-11.00	9.83	0.18	0.43

* Métatarse II :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	9	35.45-38.17	36.48	0.57	0.75
mesure 2	67	3.06-4.77	4.16	0.10	0.32
mesure 3	85	5.20-6.63	5.96	0.09	0.30
mesure 4	61	2.10-3.06	2.48	0.04	0.21
mesure 5	61	2.40-3.55	3.10	0.05	0.22
mesure 6	10	3.78-4.97	4.09	0.13	0.36
mesure 7	10	4.60-5.28	4.95	0.04	0.21

* Métatarse III :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	12	32.37-38.54	35.76	4.01	2.00
mesure 2	88	5.21-5.89	6.10	0.10	0.31
mesure 3	100	2.72-5.47	3.85	0.13	0.36
mesure 4	87	3.52-6.35	5.18	0.14	0.38
mesure 5	95	1.42-2.60	2.15	0.02	0.15
mesure 6	14	3.39-4.27	3.84	0.05	0.2
mesure 7	13	4.27-5.46	4.68	0.11	0.32

* Métatarse IV :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	8	31.18-36.82	34.56	3.72	1.92
mesure 2	61	5.34-6.35	5.78	0.06	0.24
mesure 3	81	3.33-4.75	3.91	0.09	0.30
mesure 4	58	1.40-2.34	1.84	0.03	0.17
mesure 5	81	2.00-3.04	2.58	0.06	0.24
mesure 6	8	3.72-4.08	3.94	0.01	0.12
mesure 7	8	4.25-4.75	4.52	0.03	0.16

* Métatarse V :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	10	29.00-31.96	30.97	0.97	0.99
mesure 2	61	4.05-5.82	4.97	0.11	0.33
mesure 3	52	4.83-6.83	5.65	0.15	0.38
mesure 4	61	1.85-3.10	2.23	0.06	0.25
mesure 5	60	2.61-3.94	3.31	0.07	0.26
mesure 6	10	3.25-3.67	3.42	0.02	0.13
mesure 7	10	3.97-4.42	4.20	0.02	0.14

* Calcaneum :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	53	21.40-25.70	23.66	0.67	0.82
mesure 2	93	8.48-10.63	9.61	0.20	0.45
mesure 3	105	6.76-9.18	7.87	0.20	0.44
mesure 4	70	4.00-5.76	4.63	0.09	0.30
mesure 5	43	5.16-6.86	6.07	0.12	0.34
mesure 6	61	4.40-5.90	5.37	0.13	0.35
mesure 7	65	6.05-7.90	7.05	0.16	0.40

* Talus :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	77	10.69-12.70	11.78	0.20	0.44
mesure 2	86	5.20-7.34	6.37	0.15	0.39
mesure 3	102	5.04-6.76	5.80	0.14	0.38
mesure 4	92	4.10-6.00	5.19	0.11	0.34
mesure 5	78	4.10-5.98	4.96	0.12	0.35
mesure 6	68	3.04-5.00	3.99	0.13	0.36

* Naviculaire :

	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	30	7.00-10.14	8.99	0.42	0.65
mesure 2	30	6.64-7.99	7.19	0.09	0.29
mesure 3	30	5.06-7.16	6.17	0.20	0.45
mesure 4	29	4.50-5.75	5.16	0.10	0.32
mesure 5	29	5.43-7.22	6.35	0.13	0.36

* Cuneiforme latéral :

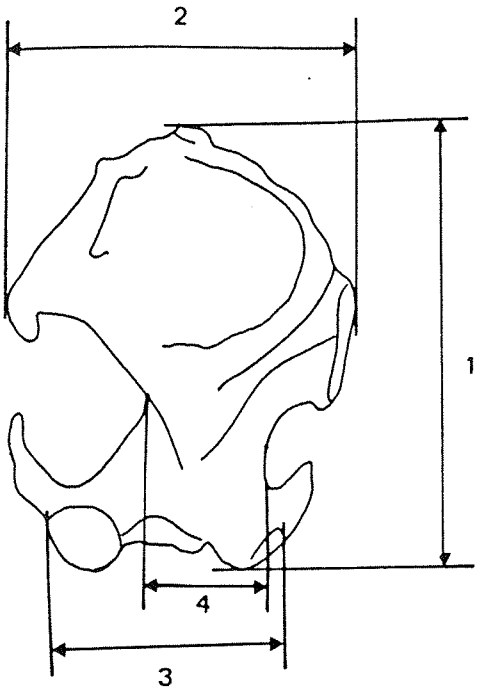
	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	34	4.04-4.84	4.51	0.05	0.23
mesure 2	33	3.28-4.00	3.63	0.03	0.19
mesure 3	34	3.87-4.74	4.23	0.04	0.20

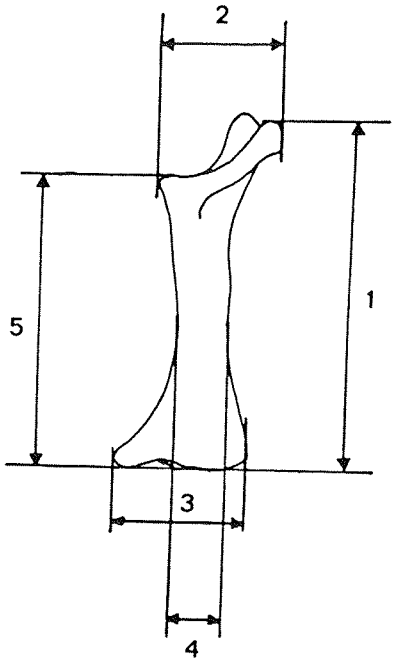
* Cuboïde :

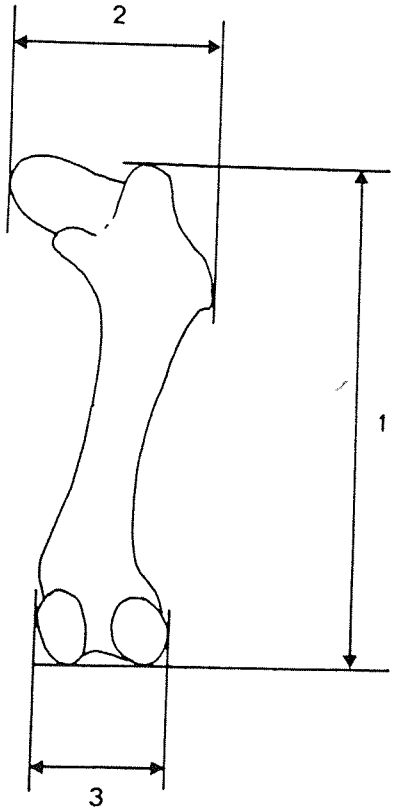
	N	Min-Max	X	V	S
mesure 1	30	6.49-7.84	7.06	0.09	0.30
mesure 2	29	6.12-7.80	7.09	0.17	0.41
mesure 3	30	5.07-6.24	5.77	0.09	0.31

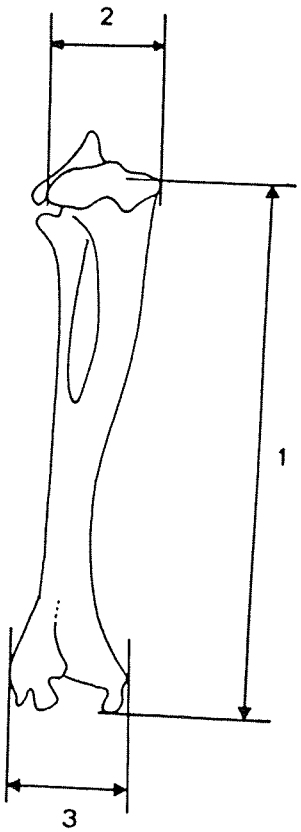
TALPA MESURE DES OSSEMENTS

D'après C. Robert (1983)


2
1
4
3


2
5
1
3
4


2
1
3


2
1
3

CHIROPTERES

RANGEE DENTAIRE SUPERIEURE :

1 : Longueur base de I1 - M3.

2 : Longueur C - M3.

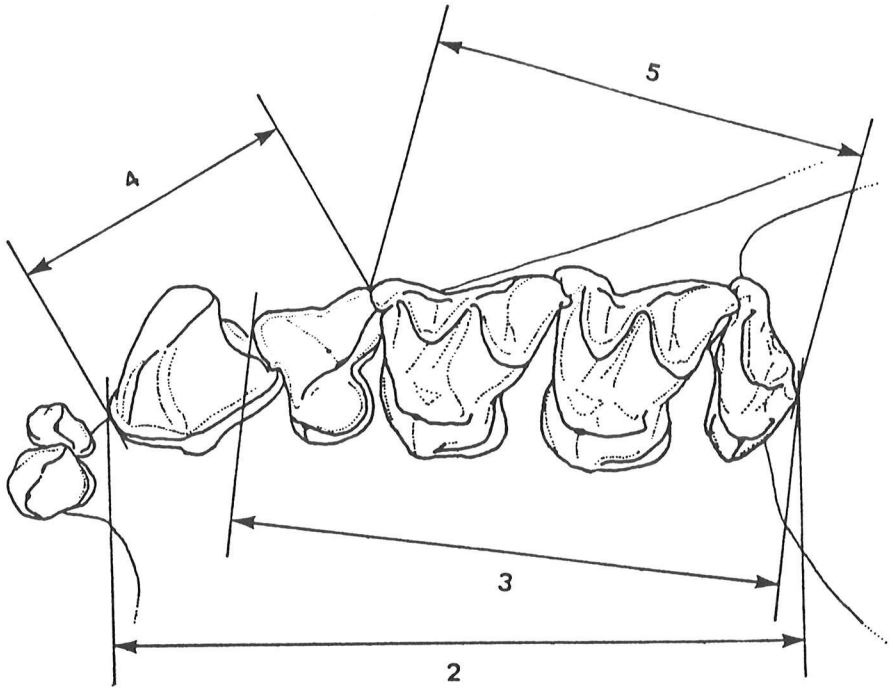
3 : Longueur P4 - M3.

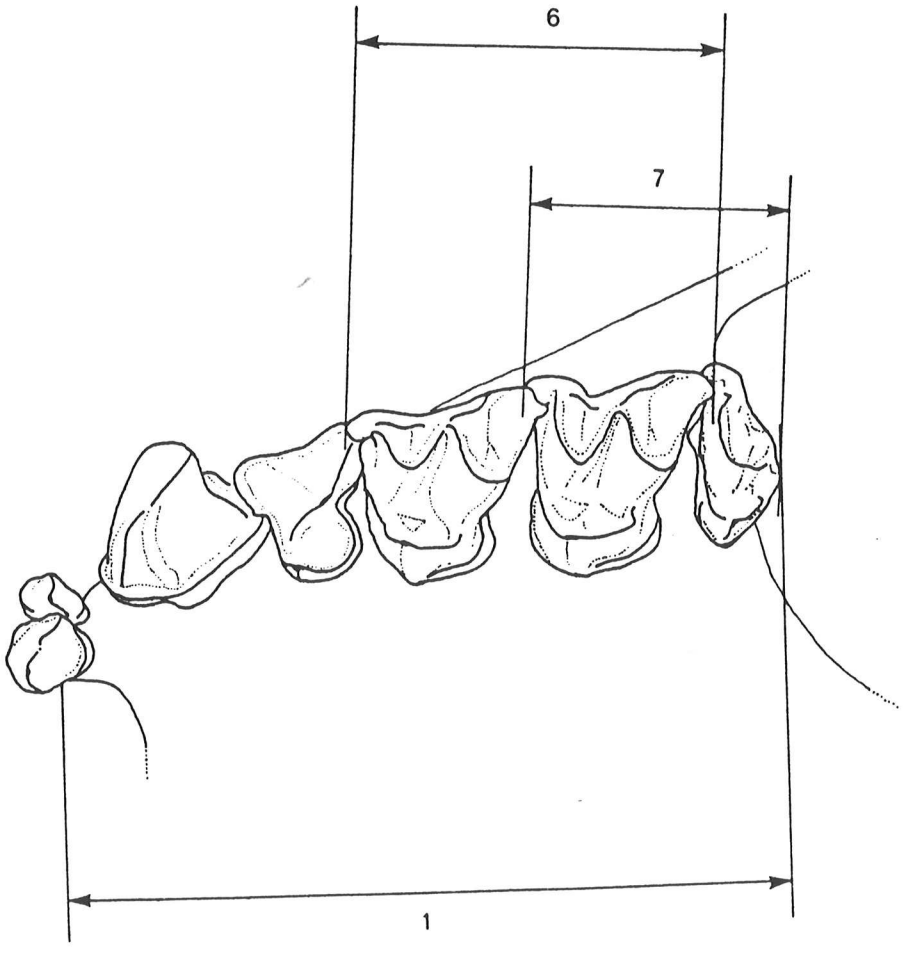
4 : Longueur C - P4.

5 : Longueur M1 - M3.

6 : Longueur M1 - M2.

7 : Longueur M2 - M3.


5
4
3
2


6
7
1

CHIROPTERES

RANGEE DENTAIRE SUPERIEURE :

Canine :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

P2 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

P3 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

P4 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

M1 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

M2 :

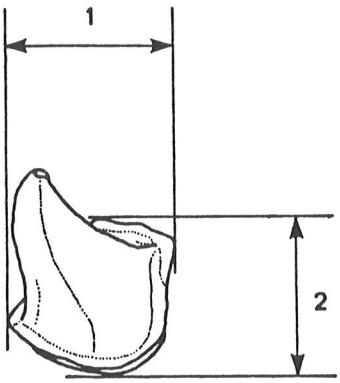
1 : Longueur.

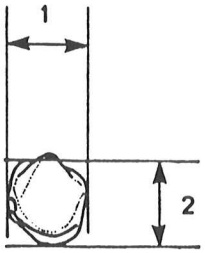
2 : Largeur.

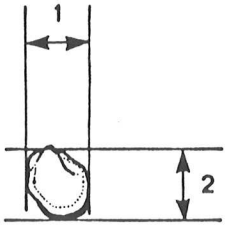
M3 :

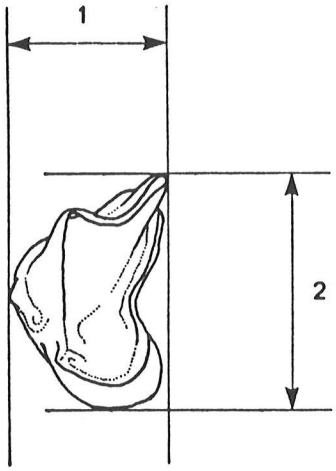
1 : Longueur.

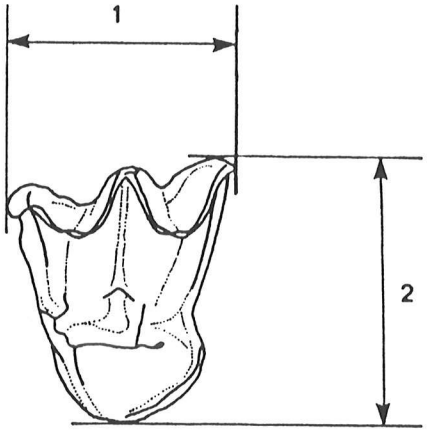
2 : Largeur.

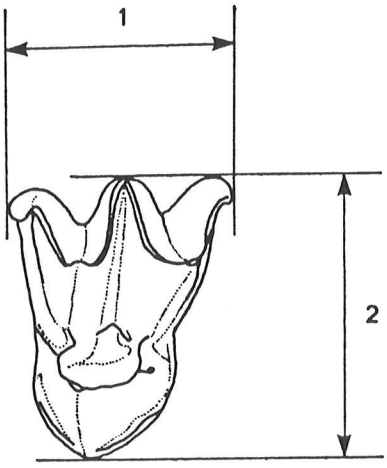

1
2

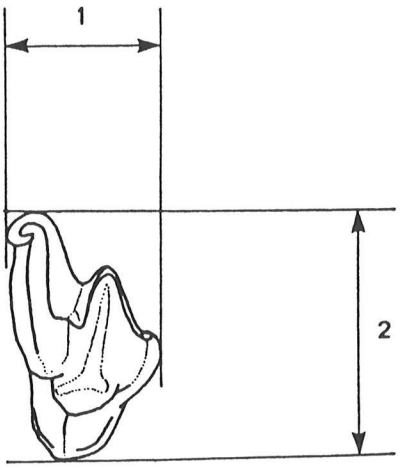

1
2


1
2


1
2


1
2


1
2


1
2

CHIROPTERES

RANGEE DENTAIRE INFERIEURE :

1 : Longueur I1 incluse - M3.

2 : Longueur C - M3.

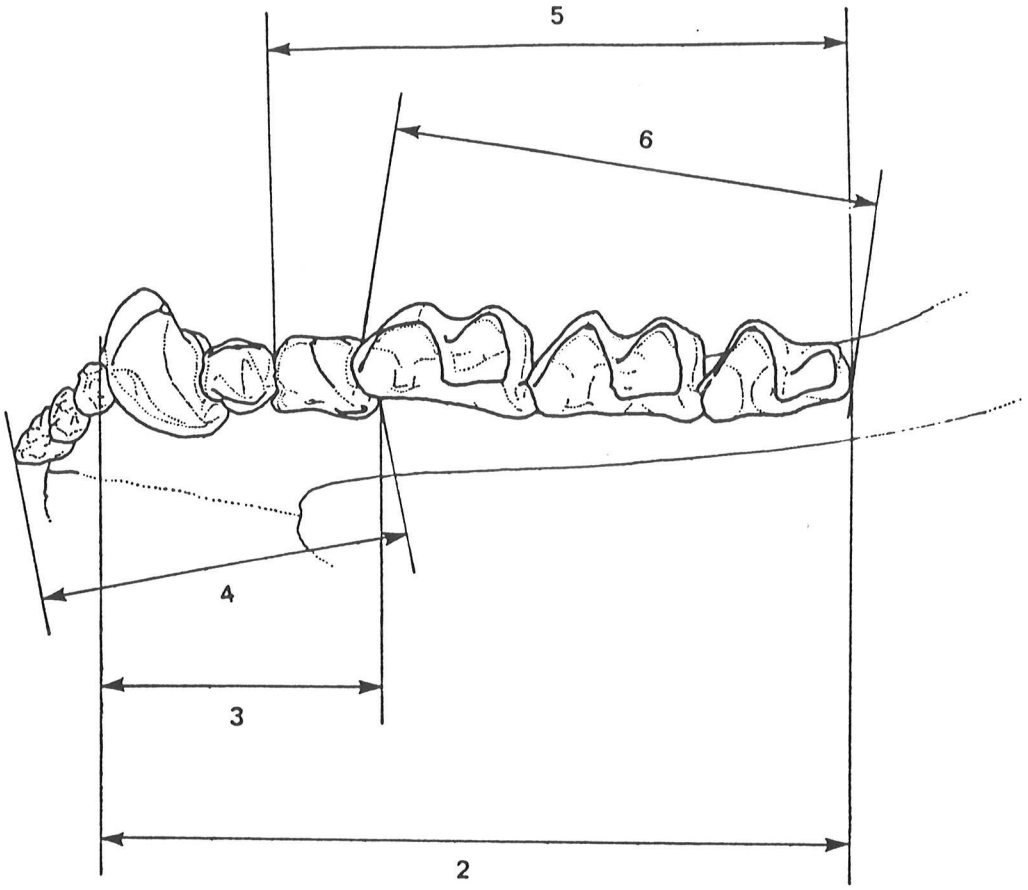
3 : Longueur P4 - M3.

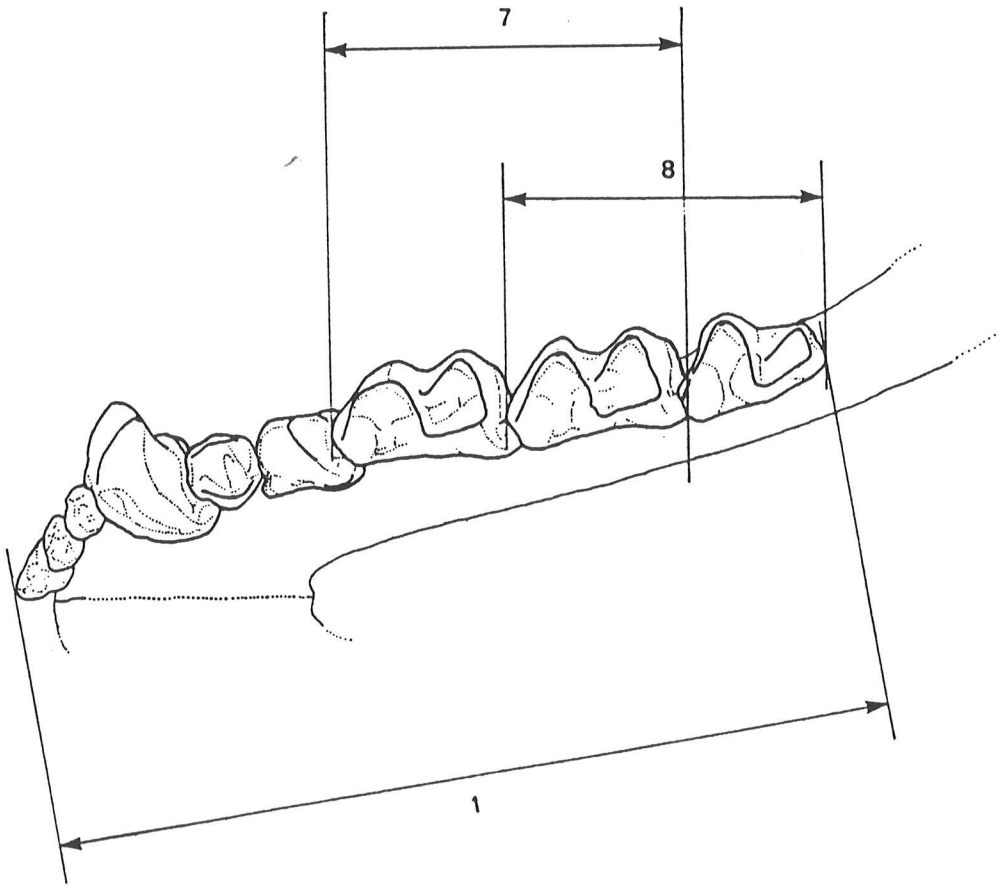
4 : Longueur C - P4.

5 : Longueur M1 - M3.

6 : Longueur M1 - M2.

7 : Longueur M2 - M3.


5
6
4
3
2


7
8
1

CHIROPTERES

RANGEE DENTAIRE INFERIEURE :

Canine :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

P2 et P3 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

P4 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

M1 :

1 : Longueur.

2 : Largeur.

M2 :

1 : Longueur.

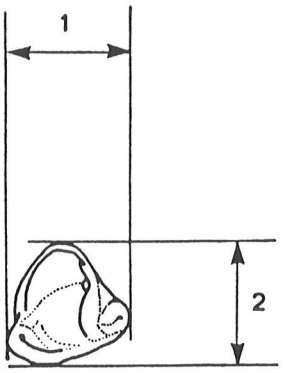
2 : Largeur.

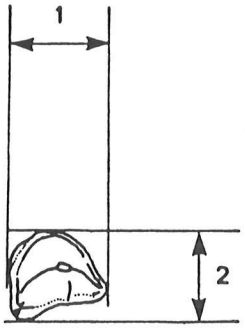
M3 :

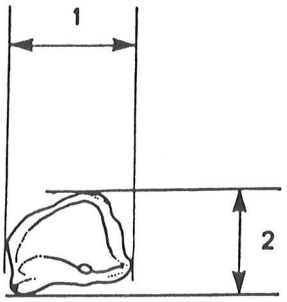
1 : Longueur.

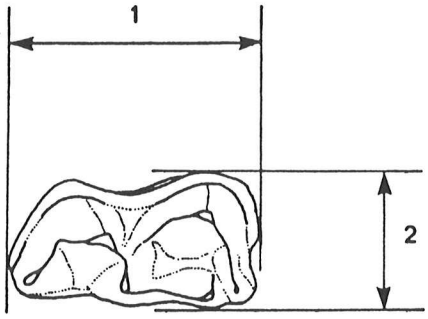
2 : Largeur du trigonide.

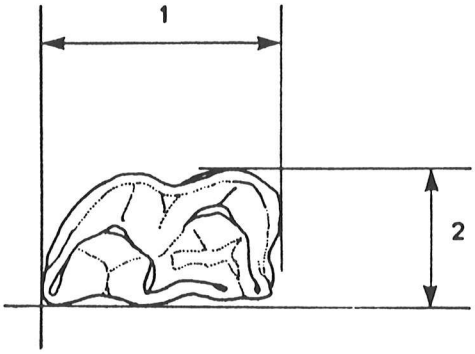
3 : Largeur du talonide.

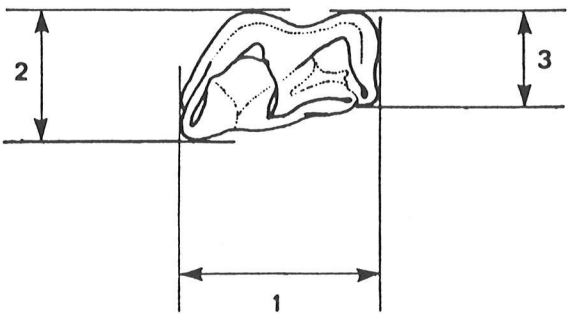

1
2


1
2


1
2


1
2


1
2


2
3
1

CHIROPTERES

MANDIBULE :

1 : Longueur I1 incluse - condyle.

2 : Longueur base de I1 - condyle.

3 : Longueur I1 incluse - apophyse angulaire.

4 : Longueur I1 incluse - bord postérieur de la branche montante.

5 : Longueur base de I1 - apophyse angulaire.

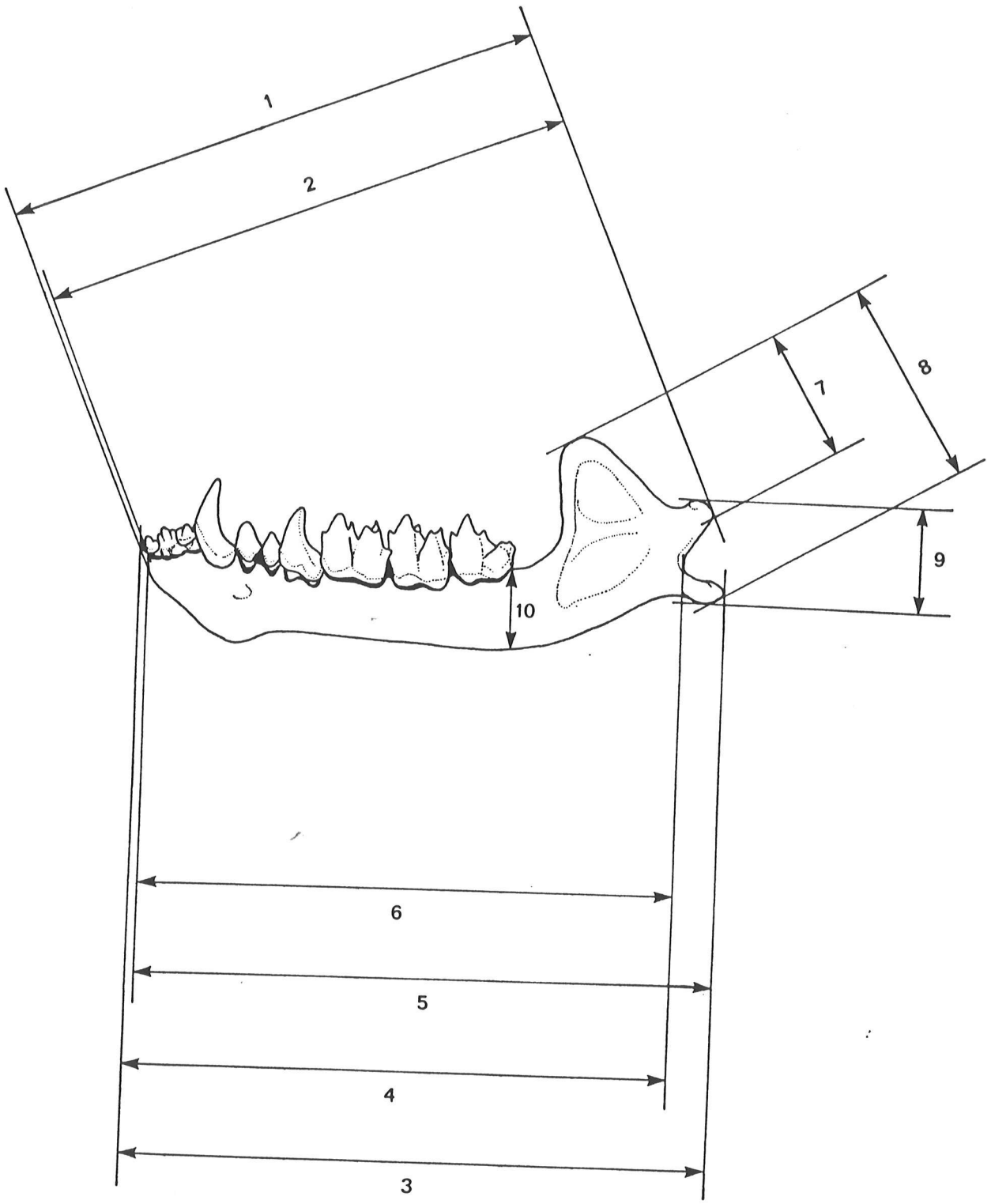
6 : Longueur base de I1 - bord postérieur de la branche montante.

7 : Hauteur apophyse coronoïde - condyle.

8 : Hauteur apophyse coronoïde - apophyse angulaire.

9 : Hauteur condyle - apophyse angulaire.

10 : Hauteur de la mandibule derrière M3.


1
2
7
8
9
10
6
5
4
3

CHIROPTERES

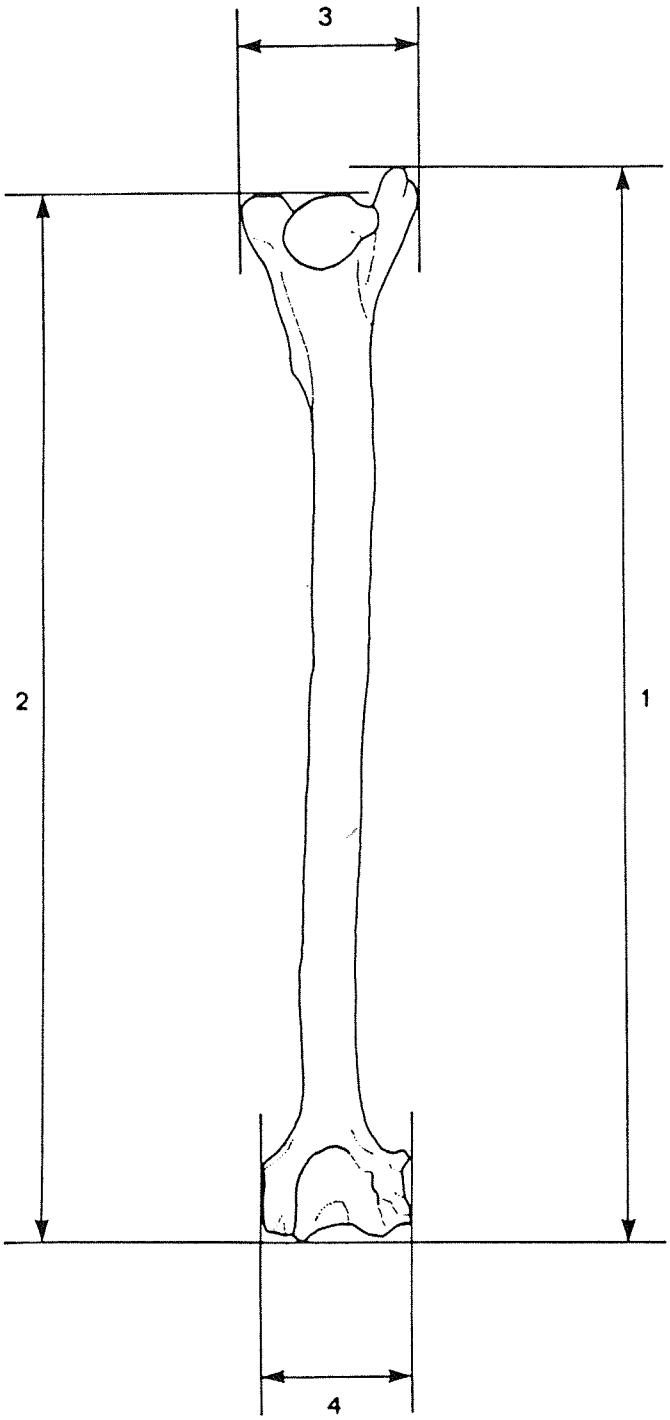
HUMERUS :

1 : Longueur maximum.

2 : Longueur maximum depuis la tête.

3 : DT proximal maximum.

4 : DT distal maximum.


3
2
1
4

CHIROPTERES

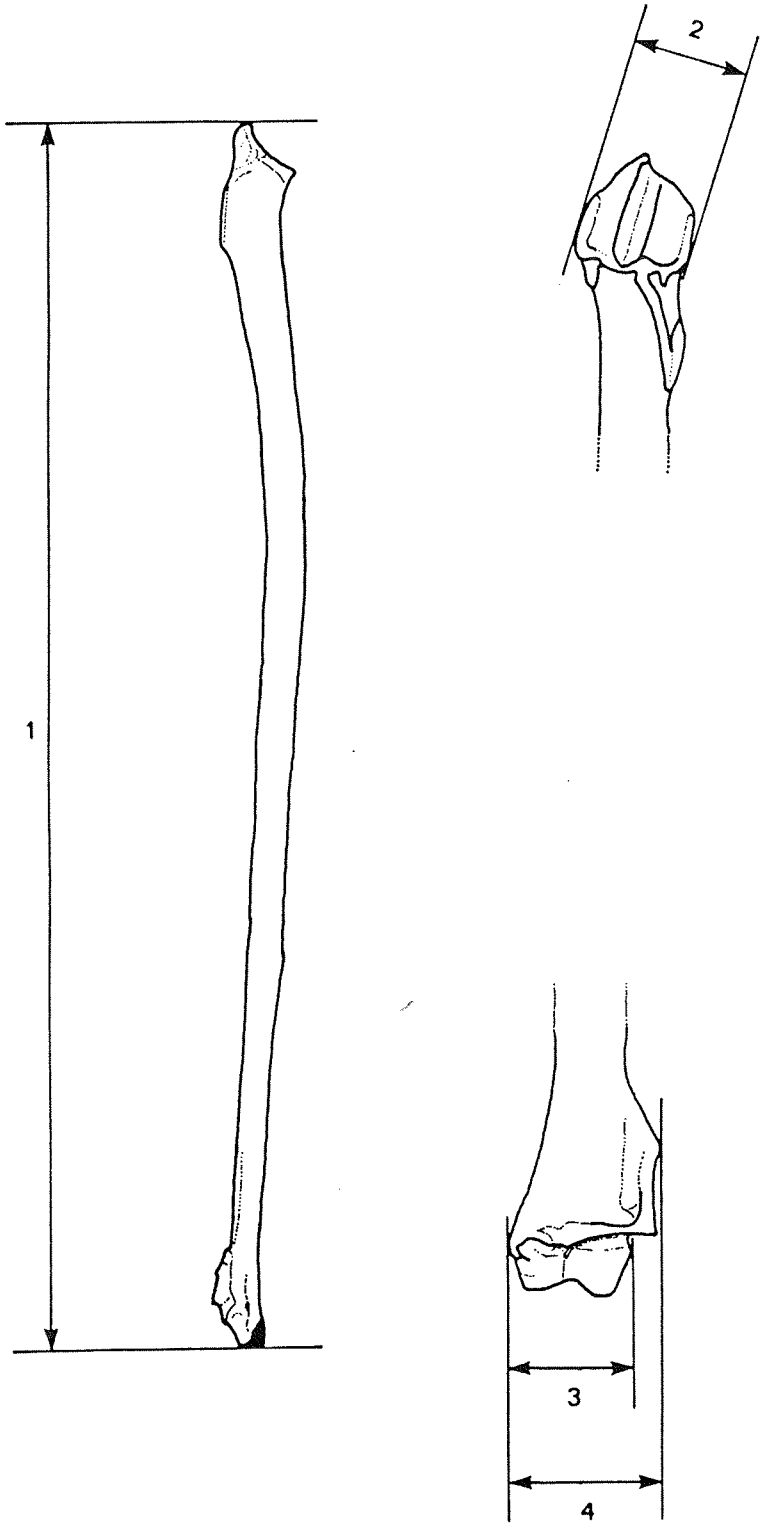
RADIUS :

1 : Longueur maximum.

2 : DT proximal maximum.

3 : DT distal maximum (au niveau du processus styloïde).

4 : DT apophyse styloïde.


1
2
3
4

RONGEURS MESURES DES MOLAIRES

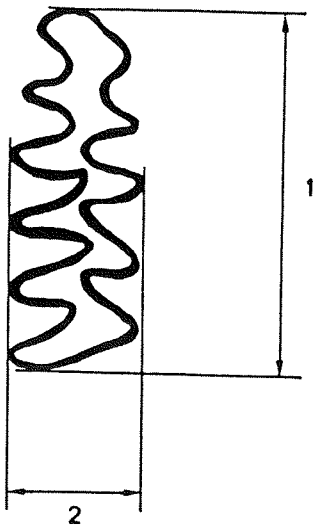
1 : Longueur

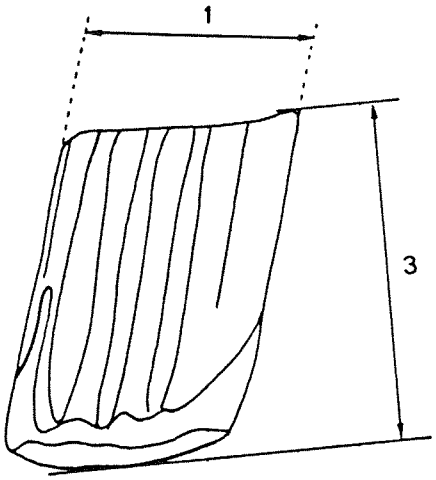
2 : Largeur

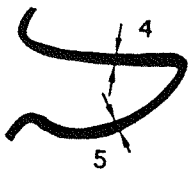
3 : Hauteur

4 : Epaisseur de la bande d'émail antérieure

5 : Epaisseur de la bande d'émail postérieure


1
2

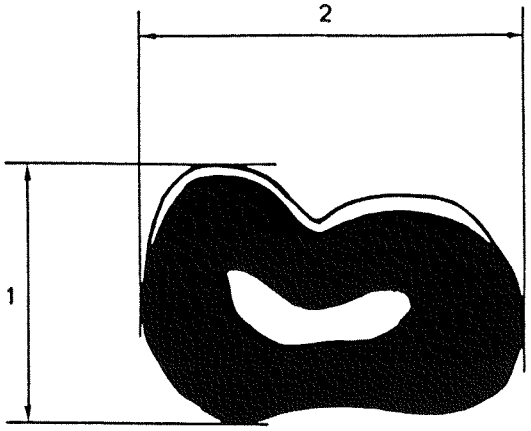

1
3

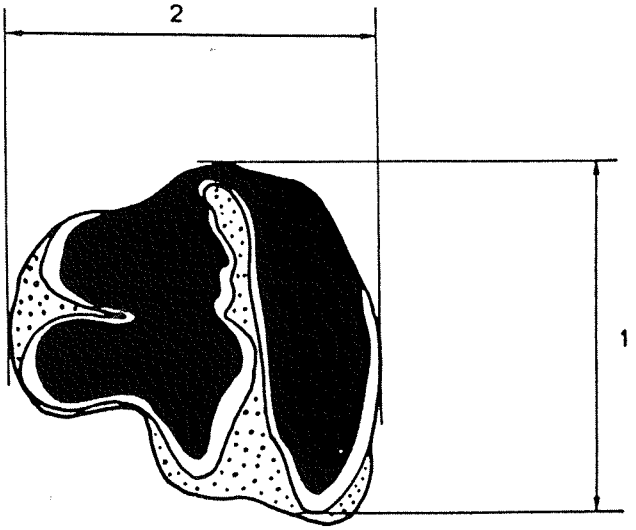

4
5

LAGOMORPHES DENTS

1 : Diamètre vestibulo-lingual

2 : Diamètre mésio-distal


2
1

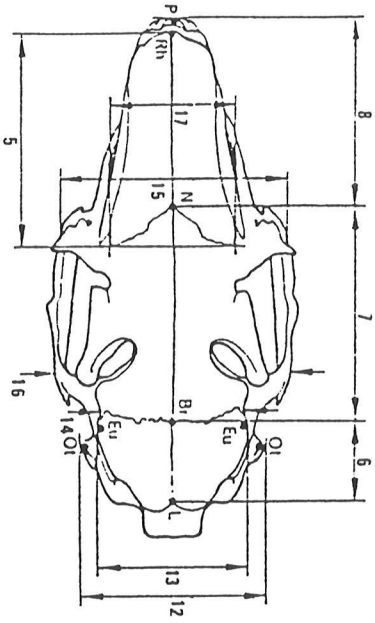

2
1

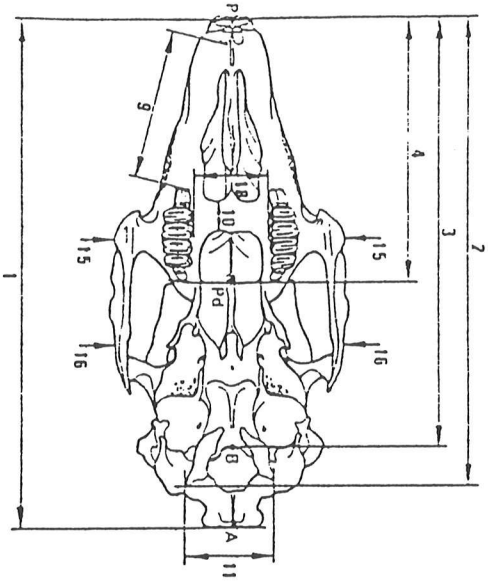
LAGOMORPHES CRANE (d'après Desse et al., 1986)

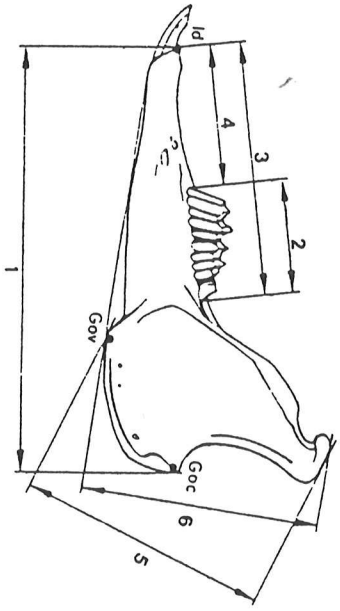
1 : Longueur totale acrocranion-prosthion
2 : Longueur condylobasale
3 : Longueur basale basion-prosthion
4 : Longueur postdental-prosthion
5 : Longueur maximum des nasaux
6 : Longueur du pariétal lambda-bregma
7 : Longueur du frontal bregma-nasion
8 : Longueur du viscerocrâne nasion-prosthion
9 : Longueur du diastème
10 : Longueur du palais
11 : DT maximum aux condyles occipitaux
12 : DT maximum aux méats auditifs
13 : DT maximum du neurocrâne euryon-euryon
14 : DT du crâne
15 : DT bizygomatique antérieur
16 : DT bizygomatique postérieur
17 : DT maximum au nasaux
18 : DT du palais
19 : Longueur des dents jugales

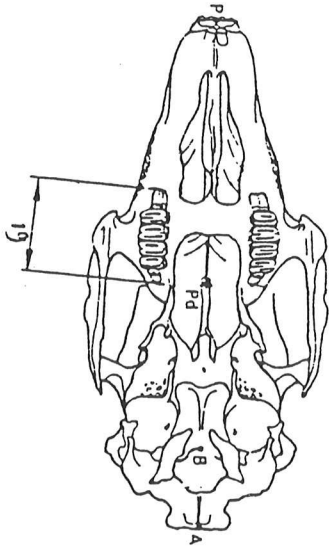
LAGOMORPHES MANDIBULE

1 : Longueur gonion caudal-infradental
2 : Longueur des dents jugales (aux alvéoles)
3 : Longueur M/3 post.-infradental
4 : Longueur du diastème P/3 ant.-infradental
5 : Hauteur gonion ventral-condyle
6 : Hauteur de la branche montante en projection

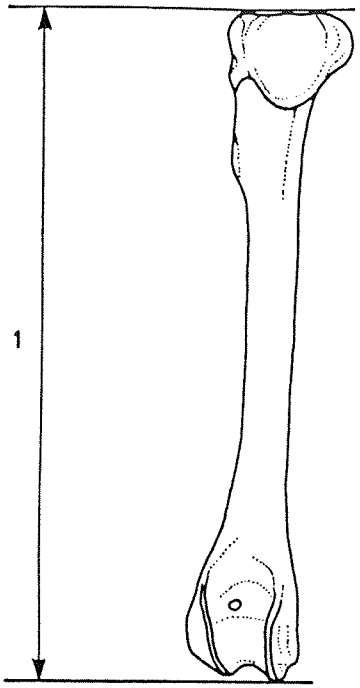

P
Rh
17
15
N
5
8
7
16
Bi
Eu
Eu
Ol
Ol
14
6
L
13
12

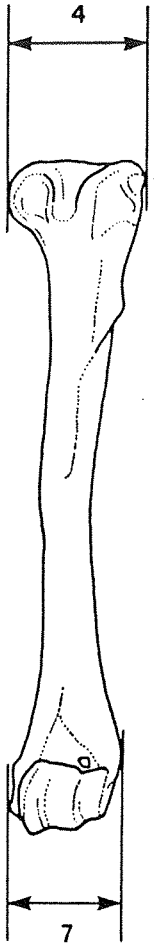

P
9
4
3
2
1
18
10
15
15
Pd
16
16
B
A
11

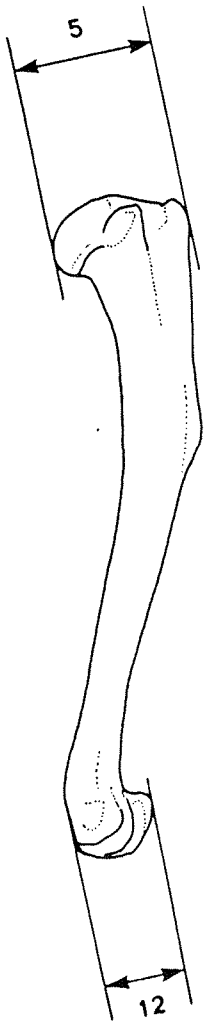

Id
4
3
2
1
Gov
Goc
6
5

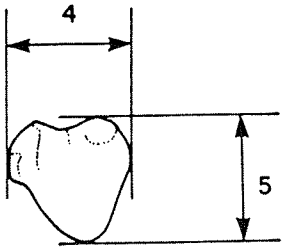

P
19
Pd
B
A

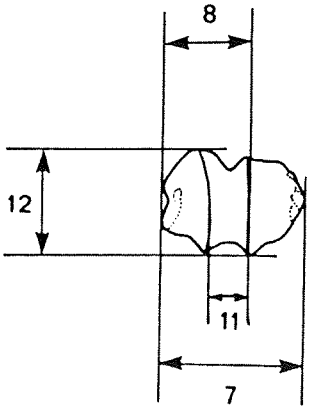
LAGOMORPHES HUMERUS	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	GL	1
3 : Longueur maximum depuis la tête	GLC	3
4 : DT proximal maximum	Bp	4
5 : DAP proximal maximum	Dp	5
6 : DT minimum de la diaphyse	SD	6
7 : DT distal maximum	Bd	7
8 : DT trochlée-épitrochlée	Bt	8
9 : DAP proximal depuis le tubercule mineur		
10 : DAP minimum de la diaphyse		
11 : DT de la trochlée		
12 : DAP distal maximum		


1


4
7

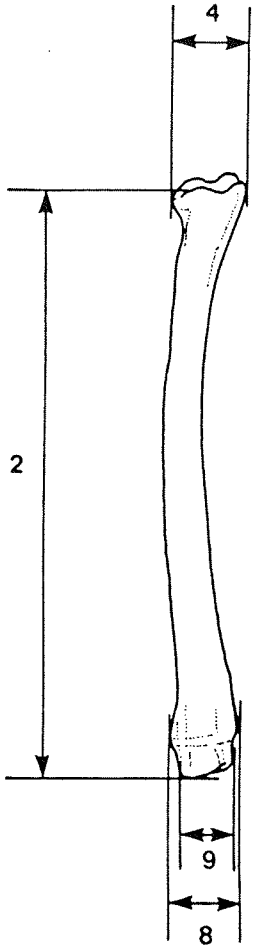

5
12

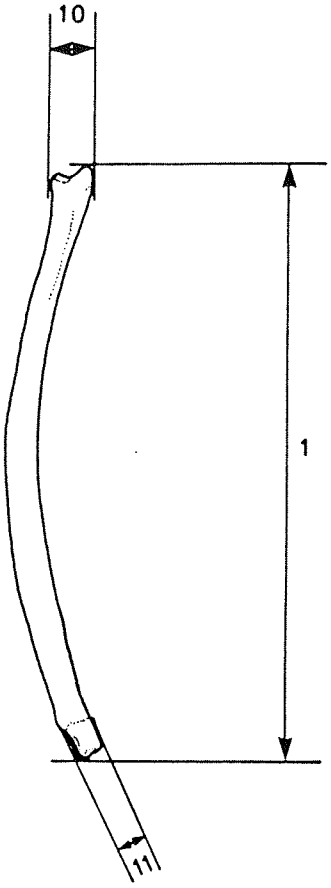

4
5

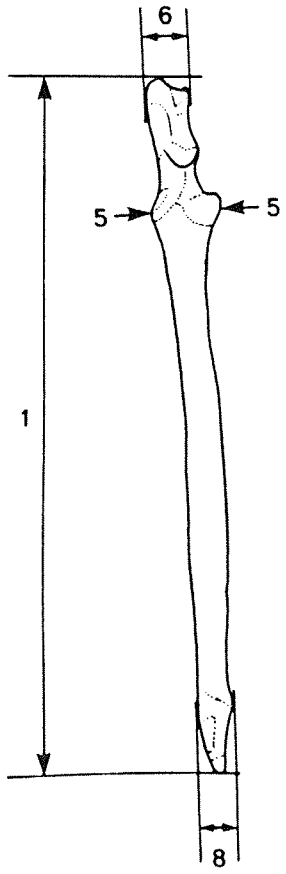

8
12
11
7

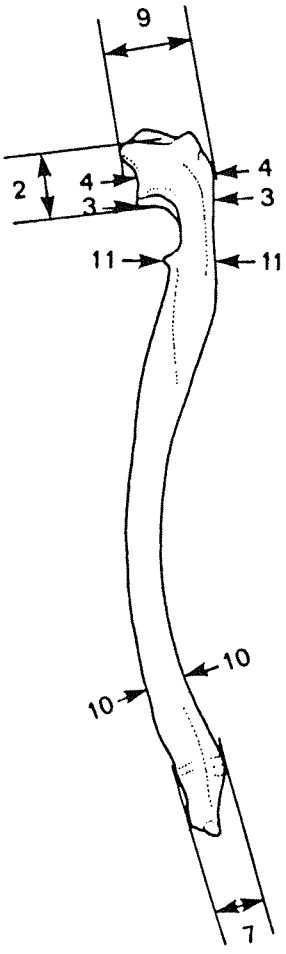
LAGOMORPHES RADIUS	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	GL	11
2 : Longueur physiologique	PL	12
4 : DT proximal maximum	BP	14
6 : DT minimum de la diaaphyse	SD	16
7 : DAP minimum de la diaphyse	CD	17
8 : DT distal maximum	Bd	18
9 : DT facette articulaire distale	BFd	19
10 : DAP proximal maximum		
11 : DAP distal maximum		

LAGOMORPHES ULNA	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	GL	21
2 : Longueur de l'olécrane	LO	22
3 : DAP de l'olécrane au processus anconeus	DPA	23
4 : DAP minimum de l'olécrane	SDO	24
5 : DT maximum de la facette articulaire proximale	BPC	25
6 : DT maximum de l'olécrane au tuber olecrani		
7 : DT maximum de l'olécrane au processus anconeus		
8 : DT distal maximum		
9 : DAP de l'olécrane au tuber olecrani		
10 : DAP minimum de la diaphyse		
11 : DAP maximum de la surface articulaire distale		
12 : DT minimum de la diaphyse		

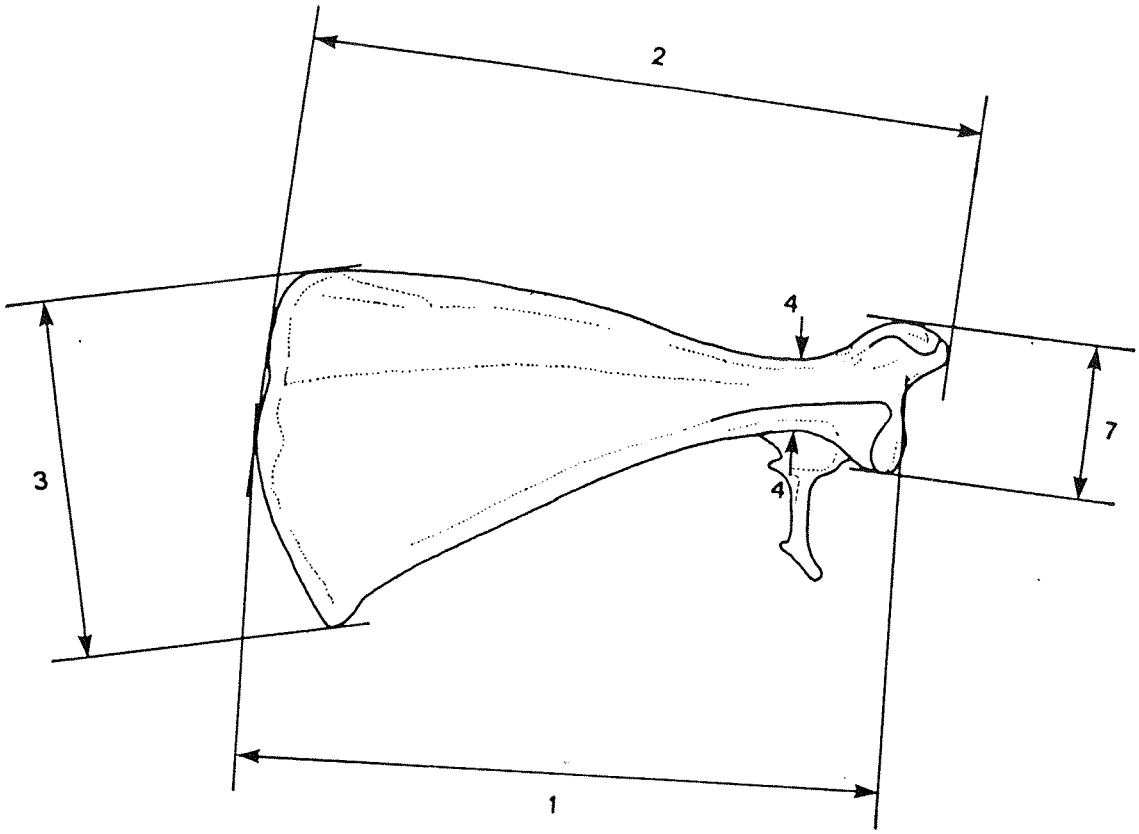

4
2
9
8

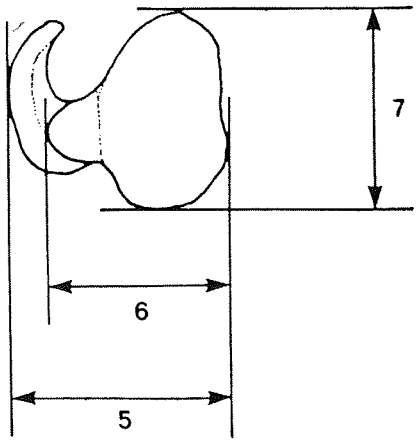

10
1
11


6
5
5
1
8


9
2
4
4
3
3
11
11
10
10
7

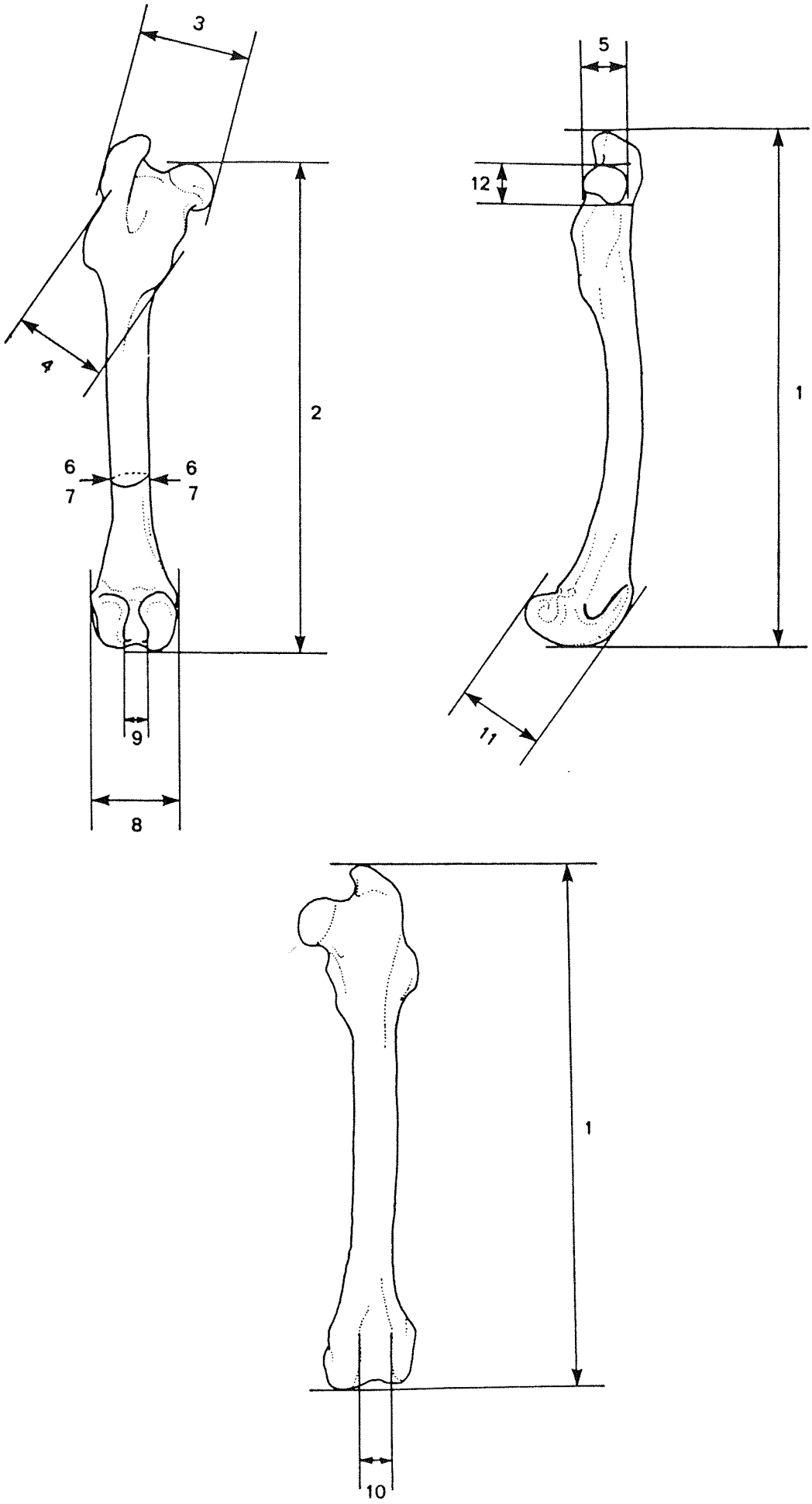
LAGOMORPHES SCAPULA	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Hauteur le long de l'épine	HS	1
2 : Hauteur diagonale	DHA	2
3 : Longueur dorsale maximum	Ld	3
4 : DAP minimum du col	SLC	4
5 : DAP au processus articulaire	GLP	5
6 : DAP de la cavité glénoïde	LG	6
7 : DT de la cavité glénoïde	BG	7


2
4
3
7
4
1

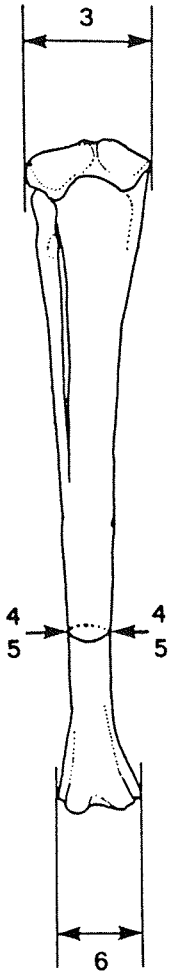

7
6
5

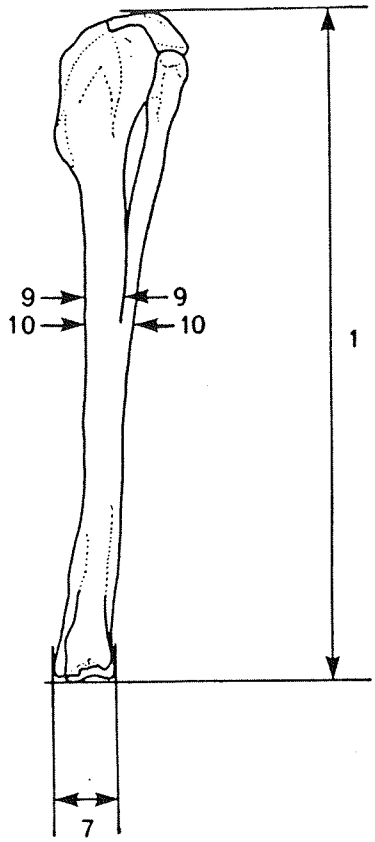
LAGOMORPHES FEMUR		Von den Driesch	Desse Osteo
1	: Longueur maximum	GL	1
2	: Longueur depuis la tête	GLC	2
3	: DT proximal maximum	Bp	3
4	: DT maximum vers le 3eme trochanter	BTr	4
5	: DAP maximum de la tête	DC	5
6	: DT minimum de la diaphyse	SD	6
7	: Périmètre minimum de la diaphyse	CD	7
8	: DT distal maximum	Bd	8
9	: DT de la fosse intercondylaire		
10	: DT de la trochlée		
11	: DAP distal maximum		
12	: Hauteur de la tête		

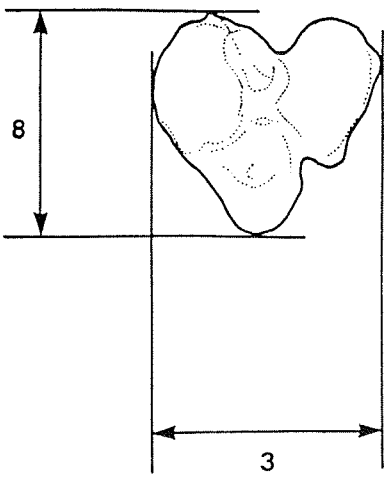
LAGOMORPHES PATELLA		Von den Driesch	Desse Osteo
1	: Longueur maximum	GL	1
2	: DT maximum	GB	2
3	: DAP maximum		

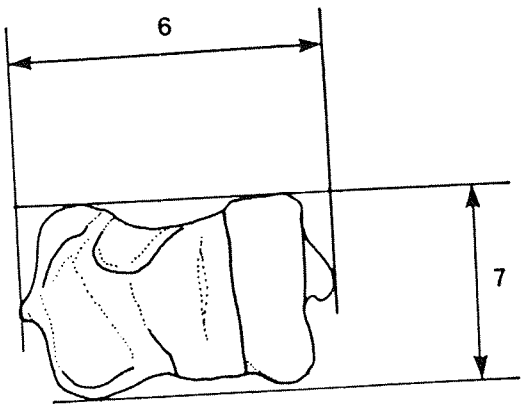

3
4
2
6
7
6
7
9
8
5
12
1
11
1
10

LAGOMORPHES TIBIO-FIBULA	Von den Driesch	Desse osteo
1 : Longueur maximum	GL	1
2 : Longueur depuis la fibula		
3 : DT proximal maximum	Ll	3
4 : DT minimum de la diaphyse	SD	4
5 : Périmètre minimum de la diaphyse	CD	5
6 : DT distal maximum	Bd	6
7 : DAP distal maximum	Dd	7
8 : DAP proximal maximum		
9 : DAP diaphyse tibia		
10 : DAP à la jonction tibia-fibula		
11 : DT cochlée-malléole latérale		
12 : DT cochlée-malléole médiale		

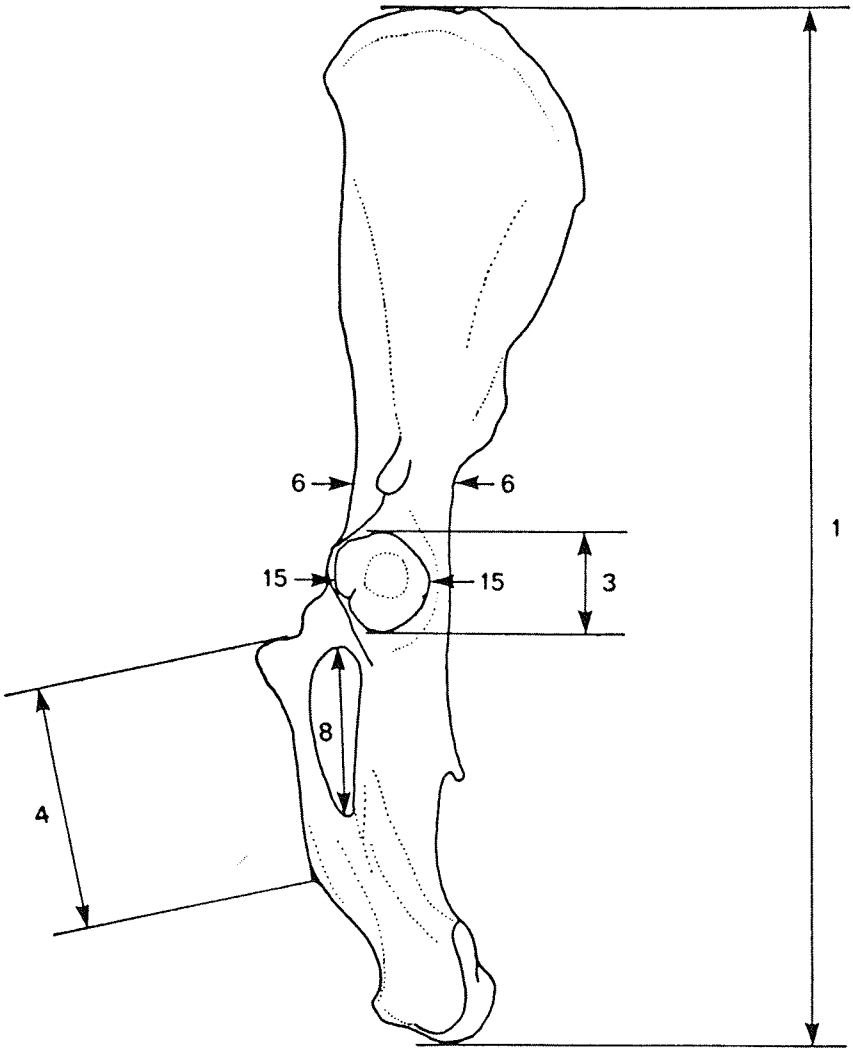

3
4
5
4
5
6


9
10
9
10
1
7


8
3


6
7

LAGOMORPHES PELVIS	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum du demi-bassin	GL	1
2 : Longueur de l'acetabulum (avec la lèvre)	LA	2
3 : Longueur de l'acetubulum (sur la lèvre)	LAR	3
4 : Longueur de la symphyse	LS	4
5 : Hauteur minimum de du col iliaque	SH	5
6 : DT minimum du col iliaque	SB	6
7 : Périmètre minimum du col iliaque	SC	7
8 : Longueur interne du foramen obturé	LFo	8
9 : DT maximum entre les épines iliaques	GBTc	9
10 : DT maximum entre les acetabulum	GBA	10
11 : DT maximum entre les tubérosités ischiadiques	GBTi	11
12 : DT minimum vers la petite échancrure sciatique	SBI	12
13 : DT acetabulum (coté ilion)		
14 : DT acetabulum (coté ischio-pubis)		
15 : Largeur de l'acetabulum		


6
6
15
15
3
1
8
4

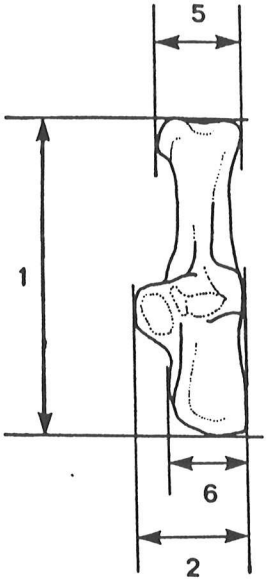
LAGOMORPHES CALCANEUM	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	GL	1
2 : DT maximum	DB	2
3 : DAP maximum		
4 : DAP tuber calcanei		
5 : DT tuber calcanei		
6 : DT facette articulaire (cuboïdale)		
7 : DAP facette articulaire (cuboïdale)		

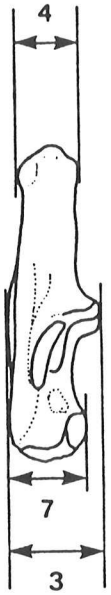
LAGOMORPHES TALUS	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	GL	1
2 : Longueur interne de la trochlée		
3 : DT trochlée		
4 : DAP trochlée		
5 : DAP facette articulaire (naviculaire)		
6 : DT facette articulaire (naviculaire)		

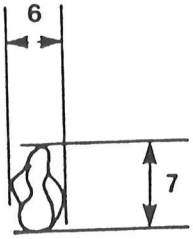
LAGOMORPHES CUBOIDE	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum		
2 : DT maximum	GB	1
3 : DAP maximum		

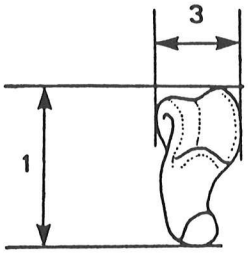
LAGOMORPHES NAVICULAIRE	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Epaisseur maximum		
2 : Longueur maximum		
3 : Largeur maximum		
4 : Epaisseur maximum de la facette articulaire (talus)		
5 : Longueur entre les 2 facettes articulaires		

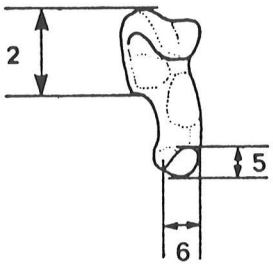
LAGOMORPHES CUNEIFORME LATERAL	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Epaisseur maximum		
2 : DT maximum	GB	1
3 : Longueur maximum		

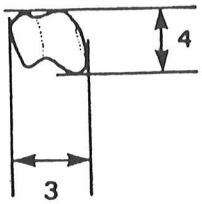

5
1
6
2

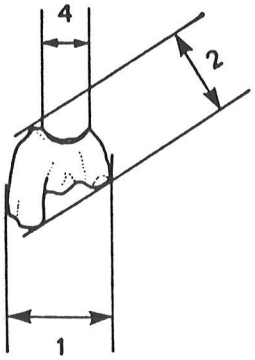

4
7
3

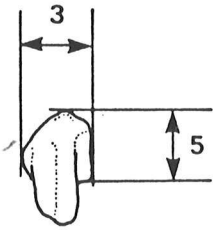

6
7

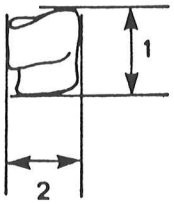

3
1

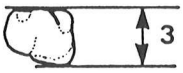

2
5
6

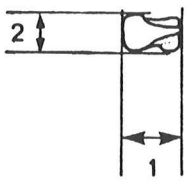

4
3

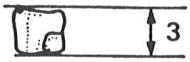

4
2
1


3
5


1
2


3


2
1

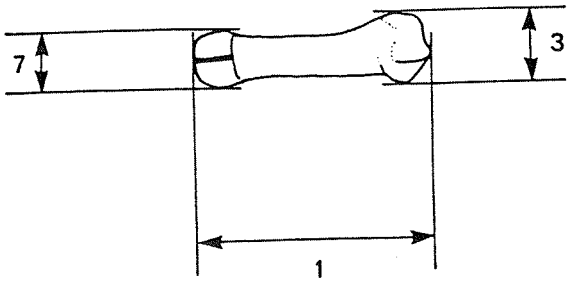

3

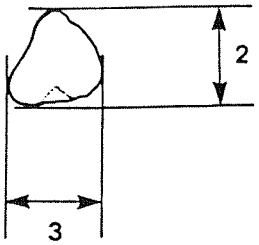
LAGOMORPHES METACARPE 5	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	GL	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal maximum	Bp	4
4 : DT proximal face palmaire		
6 : DAP distal maximum	Dd	10
7 : DT distal maximum	Bd	9

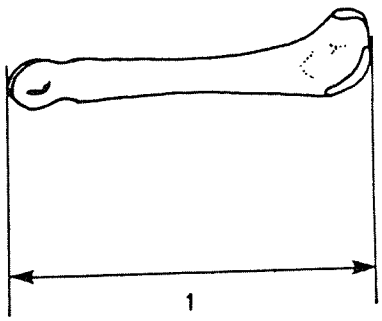
LAGOMORPHES METACARPE 4		
1 : longueur maximum	Gl	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal maximum	Bp	4
4 : DT proximal face palmaire		

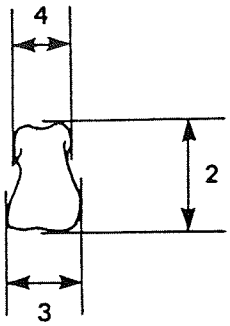
LAGOMORPHES METACARPE 3		
1 : Longueur maximum	Gl	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal maximum	Bp	4
4 : DT proximal face palmaire		

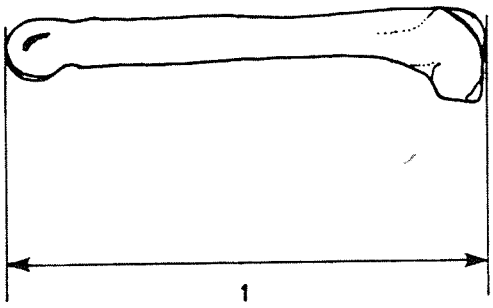
LAGOMORPHES METACARPE 2		
1 : Longueur maximum	Gl	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal face dorsale		
4 : DT proximal face palmaire		
6 : DAP distal maximum	Dd	10
7 : DT distal maximum	Bd	9

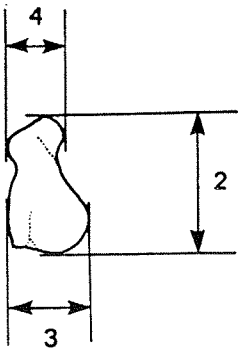

7
3
1

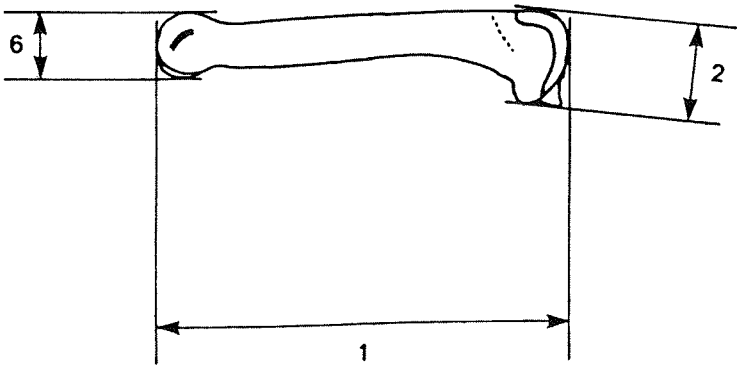

2
3

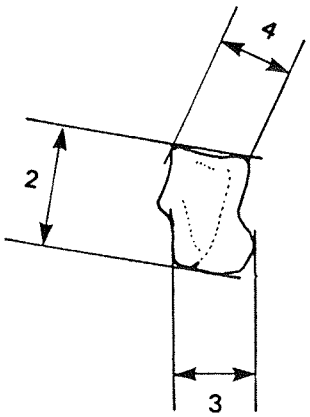

1


4
2
3


1


4
2
3


6
2
1

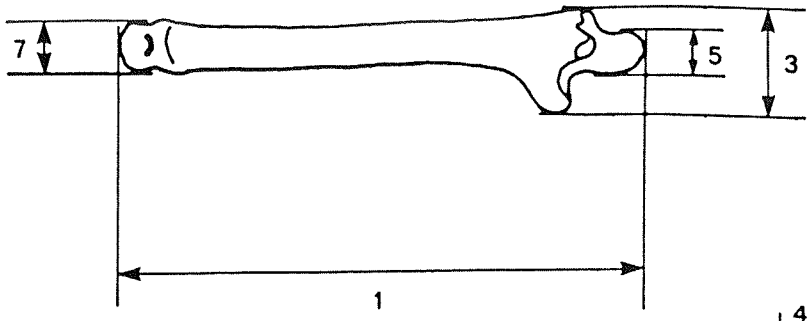

4
2
3

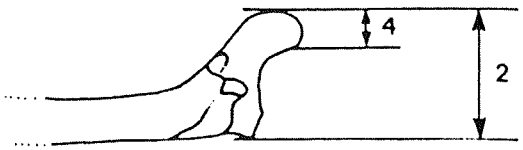
LAGOMORPHES METATARSE 5	Von den Driesch	Desse Osteo
1 : Longueur maximum	Gl	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal maximum	Bp	4
4 : DAP proximal processus cuboïde		
5 : DT proximal processus cuboïde		
6 : DAP distal maximum	Dd	10
7 : DT distal maximum	Bd	9

LAGOMORPHES METATARSE 4		
1 : Longueur maximum	Gl	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal maximum	Bp	4
4 : DAP proximal facette articulaire		
5 : DT proximal interne		

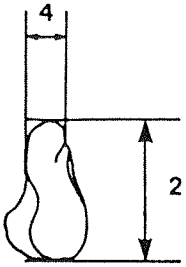
LAGOMORPHES METATARSE 3		
1 : Longueur maximum	Gl	1
2 : DAP proximal maximum	Dp	5
3 : DT proximal maximum	Bp	4
4 : DT proximal face plantaire		
5 : DT proximal interne		

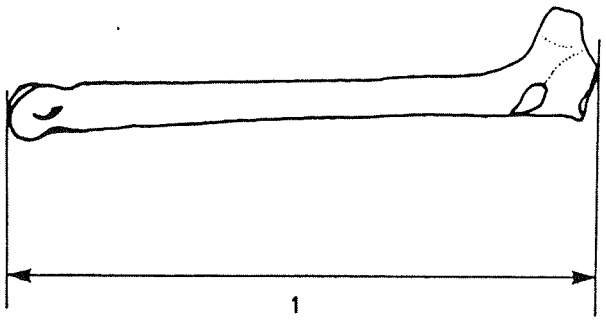
LAGOMORPHES METATARSE 2		
1 : Longueur maximum	Gl	1
2 : DT proximal maximum	Bp	4
3 : DAP proximal maximum	Dp	5
4 : DT processus cuneiforme		
5 : DAP processus cuneiforme		
6 : DAP distal maximum	Dd	10
7 : DT distal maximum	Bd	9

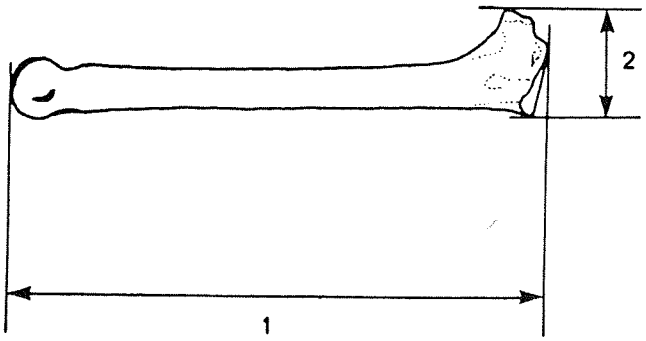

7
5
3
1

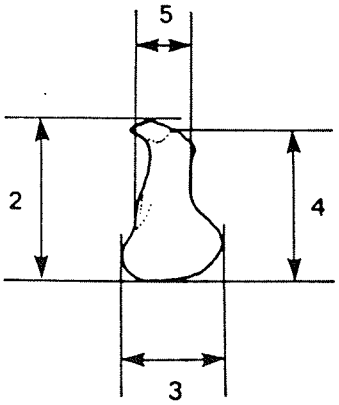

4
2

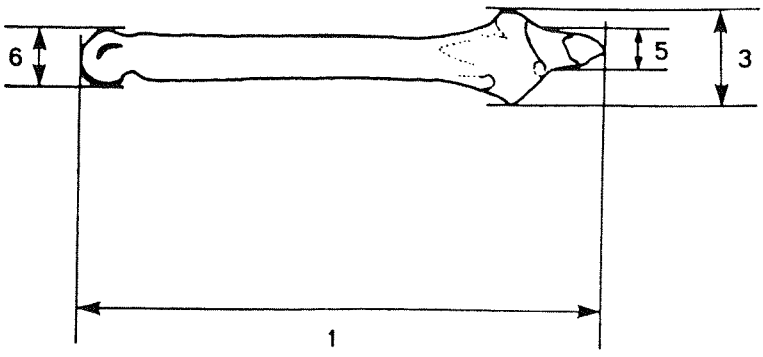
3
5


4
2


1


2
1


5
2
4
3


6
5
3
1

4
2

OISEAUX MESURES DES OSSEMENTS (D'après Mourer-Chauviré, 1975)

1 : Longueur totale

2 : Largeur de l'extrémité proximale

3 : Diamètre de l'extrémité proximale

4 : Largeur de l'extrémité distale

(4) : Largeur de la facette sternale (coracoïde)

5 : Diamètre de l'extrémité distale

6 : Largeur de l'os au milieu

(A, B, C) : coracoïde

(D, E, F) : humérus

(G, H, I) : radius

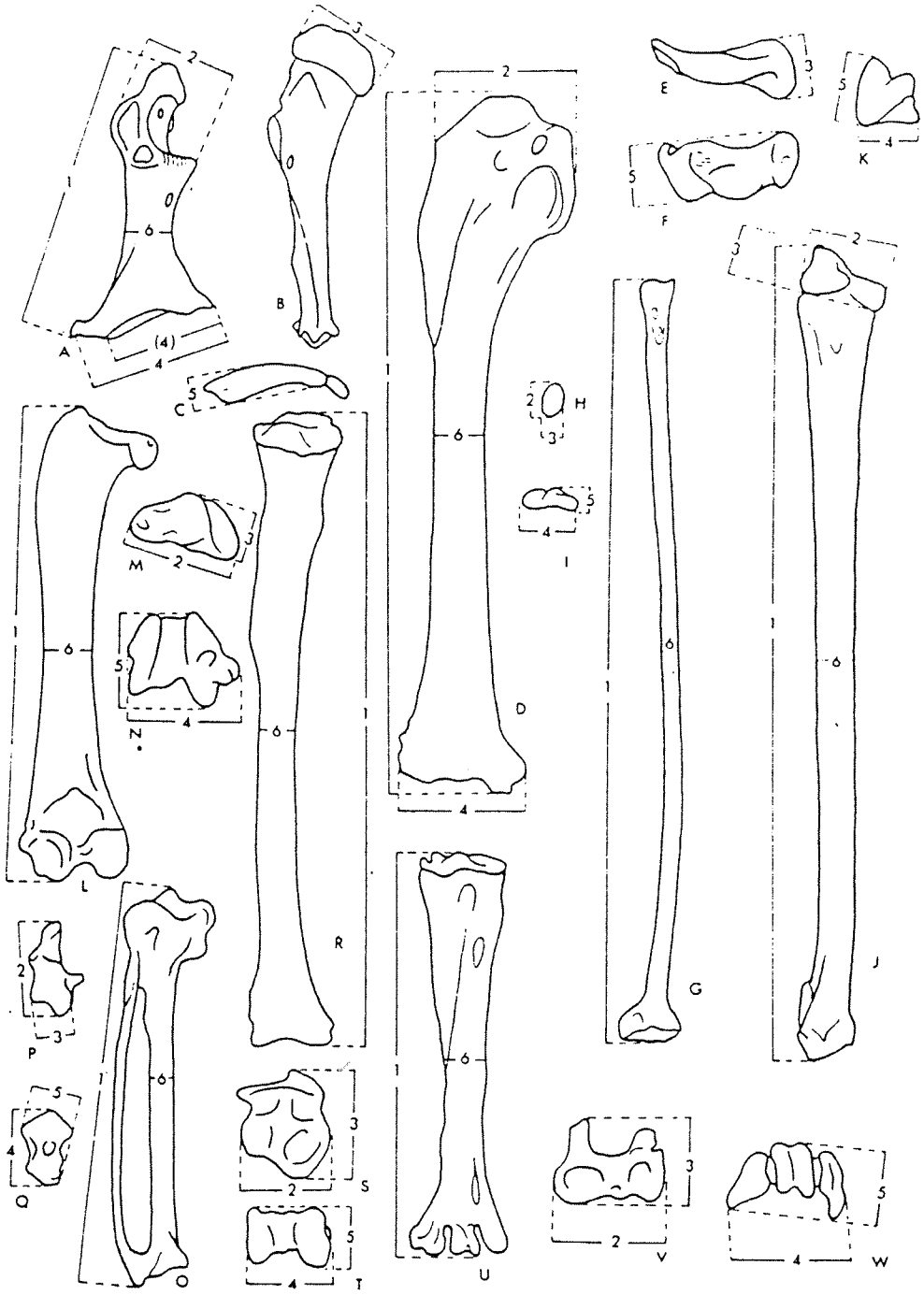
(J, K) : ulna

(L, M, N) : fémur

(O, P, Q) : carpométacarpien

(R, S, T) : tibiotarse

(U, V, W) : tarsométatarsien


A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W

LISTE DES FIGURES :

Fig. 1 - Cadre géographique actuel de la Caune de l'Arago.....3

Fig. 2 - Cadre géologique de la Caune de l'Arago.....4

Fig. 3a - Coupe longitudinale de la Caune de l'Arago.....6

Fig. 3b - Coupe transversale de la Caune de l'Arago.....8

Fig. 4 - Carte altitudinale du département des Pyrénées-Orientales.....18

Fig. 5 - Présentation générale de la plaine de Tautavel.....20

Fig. 6 - Schéma de la répartition altitudinale des petits mammifères en liaison avec les étages et la végétation dans le département des Pyrénées-Orientales. (D'après Fons et al., 1980).....25

Fig. 7 - Bufo : ilion G. Face latérale externe.
A : B. bufo actuel.
B : B. bufo R54765.
C : B. calamita actuel.
D : B. calamita R54778.....44

Fig. 8 - Bufo : vertèbre sacrée et urostyle.
A : B. bufo actuel. Vert. sacrée, face dorsale.
B : B. bufo R54776. Vert. sacrée, face dorsale.
C : cf. Bufo bufo R54771. Urostyle, face ant. et lat.
D : B. calamita R54780. Urostyle, face ant. et lat....47

Fig. 9 - Rana : ilion.
A : R. temporaria actuelle. Ilion G, face lat. ext.
B : R. cf. temporaria.R54762. Face lat. ext.
C : R. cf. temporaria.R54762. Vue occlusale.
D : R. cp. esculenta actuelle. Ilion G, face lat. ext.
E : R. cp. esculenta. R54786. Ilion D, face lat. ext..49

Fig. 10 - Vipera cf. berus : vertèbre troncale.
A : face latérale.
B : face postérieure.....56

Fig. 11 - Insectivores.
A : Erinaceus davidi. R54244. M1/ G. Vue occlusale.
B : Sorex cf. araneus. R75653. Humérus droit, ext. distale. Face antérieure.
C : Crocidura sp. R75655. Humérus gauche, ext. distale. Face antérieure.....66

Fig. 12 - Schématisation de la nyctalodontie. D'après Menu (1987).....69

Fig. 13 - Schématisation de la myotodontie. D'après Menu (1987).....69

Fig. 14 - Nomenclature des molaires des Chiroptères.
D'après Menu (1987).....70

Fig. 15 - Pipistrellus cf. nathusii. C-M3/ D. R54418.
A : Vue latérale externe.
B : Vue occlusale.....97

Fig. 16 - Chiroptères : humérus D, extrémités distales.
faces externe, interne et postérieure.
A : Myotis myotis.
B : Pipistrellus cf. nathusii.
C : Rhinolophus euryale-mehelyi.....97

Fig. 17 - Rhinolophus euryale. P4/-M3/ D. R54521.
Vue occlusale.....98

Fig. 18 - Chiroptères : radius D, extrémités distales.
A : Rhinolophus sp.
B : Myotis cf. myotis.....99

Fig. 19 - Myotis myotis : molaires, vue occlusale.
A : M/2-M/3 G. R54522.
B : M1/ ou M2/ . R54549.....99

Fig. 20 - Nomenclature des molaires des Gliridae.
D'après Stelhin et Schaub (1951)
et de Bruijn (1966).....107

Fig. 21 - Sciuridae et Gliridae. (Vue occlusales).
A : Marmota sp. P/4.
B : Citellus sp. P/4 D. R54993.
C : Eliomys quercinus. M1/ G. R75287.
D : Eliomys quercinus. P/4 D. R75309.
E : Eliomys quercinus. P4/ D. R75313.
F : Glis sp. M/2 G. R75285.....110

Fig. 22 - Nomenclature des molaires des Cricetidae.
D'après Mein et Freudenthal (1971).....116

Fig. 23 - Allocricetus bursae.
Diagramme de dispersion des M1/.....124

Fig. 24 - Allocricetus bursae.
Diagramme de dispersion des M2/.....125

Fig. 25 - Allocricetus bursae.
Diagramme de dispersion des M/1.....126

Fig. 26 - Allocricetus bursae.
Diagramme de dispersion des M/2.....127

Fig. 27 - Allocricetus bursae. Molaires, vue occlusales.
A : M1/-M3/ G. R75002.
B : M/1-M/3 D. R75205.....128

Fig. 28 - Nomenclature des molaires des Arvicolidae.
D'après Marquet (1989).....132

Fig. 29 - Dicrostonyx torquatus. M/1. Vue occlusale.....141

Fig. 30 - Pliomys lenki. Diagramme de dispersion des M/1.....145

Fig. 31 - Arvicolidae : M/1 (vue occlusale).
A : Microtus gregalis. M/1 D. R75537.
B : Microtus gregalis. M/1 G. R75910.
C : Microtus malei-oeconomus. M/1 D.
D : Terricola vaufreyi. M/1 G.....150

Fig. 32 - Microtus brecciensis morphotype "mediterraneus"
A : M/1 G.
B : M/1 G.
C : M/1 D.
D : M/1 G.....151

Fig. 33 - Arvicolidae rhizodontes : molaires (vue occlusales).
B : Pliomys lenki. M/1 D. R76069. (type "lenki").
C : Pliomys lenki. M/1 G. R76070. (type "lenki")....152

Fig. 34 - Pliomys lenki morphotype "épiscopaloïde".
A : M/1 G. R75714.
B : M/1 G. R76080.
C : M/1 G. R76015.
D : M/1 G. R75086.
E : M/1 G. R76078.....153

Fig. 35 - Nomenclature des molaires des Muridae.
D'après Michaux (1971).....155

Fig. 36 - Apodemus sylvaticus : molaires (vue occlusale).
A : M1/-M2/ G. R75382.
B : M/1-M/2 D. R75392.....166

Fig. 37 - Répartition générale des lagomorphes dans le gisement (en % d'après le N.M.I.).....167

Fig. 38 - Columba livia : diagramme de dispersion des carpométacarpiens.....206

Fig. 39 - Répartition générale des petits vertébrés de la Caune de l'Arago (en % d'après le N.M.I.).....224

Fig. 40 - Rongeurs : hiérarchie du moment d'ordre 2.....249

Fig. 41a - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.): sols D et E.....252

Fig. 41b - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols F et G.....253

Fig. 41c - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols H et I.....254

Fig. 41d - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : sols J et K.....255

Fig. 41e - Distribution des rongeurs en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.) : synthèse (sols D à K).....256

Fig. 42 - Rongeurs regroupés en catégories climatiques : analyse factorielle des correspondances. Projection selon les axes 1 et 2.....259

Fig. 43 - Rongeurs regroupés en catégories climatiques : analyse factorielle des correspondances. Projection selon les axes 2 et 3.....260

Fig. 44 - Rongeurs regroupés en catégories climatiques : analyse factorielle des correspondances. Projection selon les axes 1 et 3.....261

Fig. 45 - Rongeurs (espèces) : AFC. Projection selon les axes 1 et 2.....264

Fig. 46 - Rongeurs (espèces) : AFC. Projection selon les axes 1 et 3.....265

Fig. 47 - Répartition des oiseaux en fonction de leurs affinités écologiques (en % d'après le N.M.I.).....277

Fig. 48a - Cénogrammes : sols E, F et G.....294

Fig. 48b - Cénogrammes : sols H, I, J et K.....295

Fig. 49 - Carrés I16 et H17 : diagrammes de répartition des objets dans les couches du sol G.....301

Fig. 50 - Distribution des petits vertébrés dans les sols G et H.....304

Fig. 51a - Régime alimentaire de Nyctea scandiaca et d'Asio flammeus.....305

Fig. 51b - Régime alimentaire d'Accipiter gentilis et d'Accipiter nisus.....306

Fig. 51c - Régime alimentaire de Falco peregrinus et de Vulpes vulpes.....307

Fig. 51d - Régime alimentaire d'Athene noctua, de Tyto alba et de Strix aluco.....308

Fig. 51e - Régime alimentaire de Bubo bubo dans différentes régions d'Europe.....309

Fig. 52 - Profils de représentation des ossements des micromammifères et des lagomorphes dans les sols G et H.....313

Fig. 53 - Profils de représentation des ossements des petits vertébrés dans les sols G et H.....314

Fig. 54a - Comparaison des profils de représentation des ossements de micromammifères de l'Arago avec les profils obtenus pour les assemblages actuels de F. tinnunculus (Faucon crécerelle) et Vulpes vulpes (Renard).....316

Fig. 54b - Comparaison des profils de représentation des ossements de micromammifères de l'Arago avec les profils obtenus à Tighenif et dans les assemblages actuels de Bubo bubo (Grand-duc).....317

Fig. 55a - Comparaison des profils de représentation des ossements de lagomorphes de l'Arago avec les profils obtenus pour les assemblages actuels de Busard Saint-Martin (Circus cyaneus) et de Renard (Vulpes vulpes).....319

Fig. 55b - Comparaison des profils de représentation des ossements de lagomorphes de l'Arago avec les profils obtenus à Tighenif et dans les assemblages actuels de Grand-duc (Bubo bubo).....320

Fig. 56a - Comparaison des profils de représentation des ossements des petits mammifères (micros + lagos) de l'Arago avec les profils obtenus pour les assemblages actuels de Circus cyaneus (Busard Saint-Martin) et de F. tinnunuculus (Faucon crécerelle).....321

Fig. 56b - Comparaison des profils de représentation des ossements des petits mammifères (micros + lagos) de l'Arago avec les profils obtenus pour des assemblages actuels de Grand-duc (Bubo bubo) et de Renard (Vulpes vulpes).....322

Fig. 57 - Profils de représentation des ossements d'oiseaux dans les sols G et H de la Caune de l'Arago.....329

Fig. 58 - Comparaison des profils de représentation des ossements des oiseaux de l'Arago avec le profil obtenu dans un assemblage actuel de Bubo bubo (Grand-duc) dans les Bouches-du-Rhône.....325

Fig. 59 - Comparaison entre les proportions des parties distales et proximales des membres par rapport à la moyenne des abondances relatives.....328

Fig. 60 - Schématisation de la conservation des ossements d'Oryctolagus cuniculus. D'après Faro (1979), modifié.....342

Fig. 61 - Schématisarion de la conservation des ossements de Columba livia et de Pyrrhocorax graculus.....343

LISTE DES TABLEAUX :

Tabl 1. - Stratigraphie du remplissage de la Caune de l'Arago.....10

Tabl. 3 - Bilan des datations du remplissage de la Caune de l'Arago.....11

Tabl. 4 - Répartition de la faune dans le remplissage de la Caune de l'Arago.....14

Tabl. 5 - Caractères morphologiques des vertèbres troncales des Ophidiens du Quaternaire européen. D'après les données de Hoffstetter (1939), Rage (1974), Baïlon (1985) et Szyndlar (1984).....53

Tabl. 6 - Principaux critères morphologiques de différenciation des vertèbres troncales des genres : Malpolon, Elaphe et Coluber.....54

Tabl. 7 - Erinaceus davidi. Dimensions de la P4/.....60

Tabl. 8 - Erinaceus davidi. Dimensions de la M1/.....60

Tabl. 9 - Talpa. Dimensions des ossements.....62

Tabl. 10 - Talpa. Dimensions des ossements (suite).....63

Tabl. 11 - Musaraignes. Dimensions de l'humérus (DT distal)...65

Tabl. 12 - M. schreibersi. Dimensions du radius.....68

Tabl. 13 - M. schreibersi. Dimensions de l'humérus.....68

Tabl. 14 - Eptesicus. Dimensions de l'humérus.....71

Tabl. 15 - Nyctalus. Dimensions de l'humérus.....72

Tabl. 16 - Myotis myotis. Dimensions de la M/3.....75

Tabl. 17 - Myotis myotis. Dimensions de la M/1.....76

Tabl. 18 - Myotis myotis. Dimensions du radius.....77

Tabl. 19 - M. myotis-M. blythii. Dimensions du radius.....77

TabL. 20 - Myotis blythii. Dimensions du radius.....77

Tabl. 21 - Myotis myotis. Dimensions de l'humérus.....78

Tabl. 22 - M. myotis-M. blythii. Dimensions de l'humérus.....78

Tabl. 23 - Myotis blythii. Dimensions de l'humérus.....78

Tabl. 24 - Myotis myotis. Hauteur sous la M/3.....78

Tabl. 25 - Petits murins. Dimensions des humérus.....80

Tabl. 26 - Pipistrellus. Longueur C-M/3 (=mesure 2).....82

Tabl. 27 - Pipistrellus. Longueur P/4-M/3 (=mesure 5).....83

Tabl. 28 - Pipistrellus. Longueur C-P/4 (=mesure 3).....83

Tabl. 29 - Pipistrellus. Longueur M/1-M/3 (=mesure 6).....84

Tabl. 30 - P. pipistrellus. Dimensions de l'humérus.....85

Tabl. 31 - P. nathusii. Dimensions de l'humérus.....85

Tabl. 32 - Pipistrellus. Dimensions du radius.....86

Tabl. 33 - R. ferrumequinum. Dimensions de la C1/.....88

Tabl. 34 - R. ferrumequinum. Dimensions de la P/4.....88

Tabl. 35 - R. ferrumequinum. Dimensions de la M/1.....89

Tabl. 36 - R. ferrumequinum. Dimensions de la M/2.....89

Tabl. 37 - R. ferrumequinum. Dimensions de l'humérus.....90

Tabl. 38 - R. euryale. Longueur P4/-M3/ (=mesure 3).....91

Tabl. 39 - R. euryale. Longueur M1/-M3/ (=mesure 5).....92

Tabl. 40 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de la P/4.....93

Tabl. 41 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de la M/1 et de la M/2.....94

Tabl. 42 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de la M/3.....94

Tabl. 43 - R. euryale-mehelyi. Dimensions de l'humérus.....96

Tabl. 44 - R. euryale-mehelyi. Dimensions du radius.....96

Tabl. 45 - Citellus. Dimensions de la M2/.....100

Tabl. 46 - Marmota. Dimensions du métacarpe IV.....102

Tabl. 47 - Marmota. Dimensions du métatarse IV.....103

Tabl. 48 - Marmota. Dimensions du métacarpe II.....103

Tabl. 49 - Eliomys quercinus. Dimensions de la P/4.....105

Tabl. 50 - Eliomys quercinus. Dimensions de la P4/.....106

Tabl. 51a - Glis sp. Dimensions de la M/1.....109

Tabl. 51b - Glis sackdillingensis. Dimensions de la M/1.....109

Tabl. 52 - Glis minor. Dimensions de la M/1.....109

Tabl. 53 - Glis glis. Dimensions de la M/1.....109

Tabl. 54 - Castor fiber. Dimensions de la P/4.....112

Tabl. 55 - Castor fiber. Dimensions de la M/1.....112

Tabl. 56 - Castor fiber. Dimensions de la M/2.....113

Tabl. 57 - Castor fiber. Dimensions de la M/3.....113

Tabl. 58 - Castor fiber. Dimensions du talus.....113

Tabl. 59 - Castor fiber. Dimensions du calcaneum.....113

Tabl. 60 - Castor fiber. Dimensions de l'humérus.....114

Tabl. 61 - Castor fiber. Dimensions du métatarse III.....114

Tabl. 62 - Castor fiber. Dimensions du métatarse V.....114

Tabl. 63 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M1/.....119

Tabl. 64 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M2/.....120

Tabl. 65 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M3/.....120

Tabl. 66 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/1.....121

Tabl. 67 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/2.....122

Tabl. 68 - Allocricetus bursae. Dimensions de la M/3.....123

Tabl. 69 - Microtus gregalis. Dimensions de la M/1.....131

Tabl. 70 - Microtus brecciensis. Dimensions de la M/1.....135

Tabl. 71 - M. malei-oeconomus. Longueur des M/1.....139

Tabl. 72 - Dicrostonyx. Dimensions de la M/1.....141

Tabl. 73 - Terricola vaufreyi. Longueur de la M/1.....146

Tabl. 73a - Arvicola. Evolution de l'épaisseur d'émail durant le Pléistocène d'Europe centrale. D'après W.D. Heinrich (1990).....149

Tabl. 74 - Apodemus. Dimensions des molaires supérieures.....164

Tabl. 75 - Apodemus. Dimensions des molaires inférieures.....165

Tabl. 76 - Comparaison du rapport L/l des M2 des Mulots de la Caune de l'Arago avec d'autres gisements du Pléistocène moyen.....166

Tabl. 77 - Lepus. Dimensions du radius.....170

Tabl. 78 - Lepus. Dimensions du radius (suite).....171

Tabl. 79 - Lepus. Dimensions du fémur.....172

Tabl. 80 - Lepus. Dimensions du tibia.....173

Tabl. 81 - Lepus. Dimensions du calcaneum.....174

Tabl. 82 - Lepus. Dimensions du talus.....175

Tabl. 83 - Lepus. Dimensions du métacarpe II.....176

Tabl. 84 - Lepus. Dimensions du métacarpe III.....176

Tabl. 85 - Lepus. Dimensions du métacarpe IV.....177

Tabl. 86 - Lepus. Dimensions du métacarpe V.....177

Tabl. 87 - Lepus. Dimensions du métatarse II.....178

Tabl. 88 - Lepus. Dimensions du métatarse III.....178

Tabl. 89 - Lepus. Dimensions du métatarse IV.....179

Tabl. 90 - Lepus. Dimensions du métatarse V.....179

Tabl. 91 - O. cuniculus. Dimensions des incisives supérieures.184

Tabl. 92 - O. cuniculus. Dimensions des incisives inférieures.185

Tabl. 93 - O. cuniculus. Dimensions des P/3.....186

Tabl. 94 - O. cuniculus. Dimensions de la scapula.....187

Tabl. 95 - O. cuniculus. Dimensions de l'humérus.....188

Tabl. 96 - O. cuniculus. Dimensions du radius.....189

Tabl. 97 - O. cuniculus. Dimensions de l'ulna.....190

Tabl. 98 - O. cuniculus. Dimensions du fémur.....191

Tabl. 99 - O. cuniculus. Dimensions du tibia.....192

Tabl. 100 - O. cuniculus. Dimensions du calcaneum et du talus.193

Tabl. 101 - Aquila chrysaëtos. Dimensions de la phalange 2 du doigt II postérieur.....195

Tabl. 102 - A. chrysaëtos. Dimensions du radius.....195

Tabl. 103 - A. chrysaëtos. Dimensions du coracoïde.....196

Tabl. 104 - Comparaison entre Columba livia de l'Arago et Columba livia de La Fage et de Saint-Estève (test t de Student).....200

Tabl. 105 - Columba livia. Dimensions du coracoïde.....202

Tabl. 106 - Columba livia. Dimensions de l'humérus.....202

Tabl. 107 - Columba livia. Dimensions du radius.....203

Tabl. 108 - Columba livia. Dimensions de l'ulna.....203

Tabl. 109 - Columba livia. Dimensions du carpométacarpien.....204

Tabl. 110 - Columba livia. Dimensions du fémur.....204

Tabl. 111 - Columba livia. Dimensions du tibiotarse.....205

Tabl. 112 - Columba livia. Dimensions du tarsométatarsien.....205

Tabl. 113 - Pyrrhocorax pyrrhocorax. Dimensions de l'ulna.....211

Tabl. 114 - Pyrrhocorax pyrrhocorax. Dimensions du carpométacarpien.....211

Tabl. 115 - P. graculus. Comparaison des populations.....212

Tabl. 116 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du coracoïde.....213

Tabl. 117 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions de l'humérus.....213

Tabl. 118 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du radius.....214

Tabl. 119 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions de l'ulna.....214

Tabl. 120- Pyrrhocorax graculus. Dimensions du carpométacarpien.....215

Tabl. 121 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du fémur.....215

Tabl. 122 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du tibiotarse....216

Tabl. 123 - Pyrrhocorax graculus. Dimensions du tarsométatarsien.....216

Tabl. 124 - Corvus pliocaenus. Dimensions du tarsométatarsien.....217

Tabl. 125 - C. pliocaenus. Dimensions de la phalange 1 du doigt III postérieur.....218

Tabl. 126 - C. pliocaenus. Dimensions de l'humérus et du tibiotarse.....218

Tabl. 127 - Corvus. Dimensions du tarsométatarsien.....219

Tabl. 128 - Biostratigraphie du Pléistocène moyen et supérieur de France d'après les rongeurs. D'après J.Chaline (1986).....221

Tabl. 129 - Synthèse des différentes datations proposées pour l'âge des restes humains de la Caune de l'Arago. D'après Guérin et Faure (1991).....223

Tabl. 130 - Répartition des amphibiens dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....228

Tabl. 131 - Répartition des reptiles dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....232

Tabl. 132 - Répartition des insectivores dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....236

Tabl. 133 - Répartition des chiroptères dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....240

Tabl. 134 - Répartition des rongeurs dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....251

Tabl. 135 - Répartition des lagomorphes dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....267

Tabl. 136 - Répartition des oiseaux dans les niveaux étudiés (N.M.I.).....281

Tabl. 137 - Méthode des cénogrammes : Distribution et poids (Log Y) des espèces.....290

Tabl. 138a - Résumé des différentes étapes d'altération et de concentration conduisant à la formation de gisements fossilifères et montrant les différentes possibilités de réduction de l'assemblage initial. D'après Behrensmeyer (1975), adapté de Clark et al. (1967).....298

Tabl. 138b - Résumé des principaux critères d'aide à la détermination taphonomique de l'origine d'un assemblage de microvertébrés. D'après Denys (1985).....298

Tabl. 139 - Pourcentages de représentation des ossements des petits mammifères de la Caune de l'Arago dans les sols G et H.....311

Tabl. 140 - Pourcentages de représentation des ossements de petits mammifères dans les assemblages actuels de différents prédateurs (d'après P.Andrews, 1990)...312

Tabl. 141 - Pourcentages de représentation des ossements d'oiseaux de la Caune de l'Arago dans les sols G et H et dans une aire actuelle de grand duc située dans les Bouches-du-Rhône.....324

Tabl. 142 - Comparaison entre les proportions des parties distales et proximales des membres par rapport à la moyenne des abondances relatives.....327