



**HAL**  
open science

**Contributions de l'archéozoologie et de l'analyse  
biochimique à l'étude de la conservation osseuse dans le  
Pléistocène supérieur de la grotte du Portel (Ariège,  
France)**

Abderrahmane El Fouikar, Armelle Gardeisen

► **To cite this version:**

Abderrahmane El Fouikar, Armelle Gardeisen. Contributions de l'archéozoologie et de l'analyse biochimique à l'étude de la conservation osseuse dans le Pléistocène supérieur de la grotte du Portel (Ariège, France). Quaternaire, 1994, 5 (1), 10.3406/quate.1994.2009 . hal-01415430

**HAL Id: hal-01415430**

**<https://hal.science/hal-01415430>**

Submitted on 14 Dec 2016

**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.

Contributions de l'archéozoologie et de l'analyse biochimique à l'étude de la conservation osseuse dans le Pléistocène supérieur de la grotte du Portel (Ariège, France)

In: Quaternaire - Volume 5 - Numéro 1 - 1994. pp. 3-11.

---

Citer ce document / Cite this document :

El Fouikar Abderrahamane, Gardeisen Armelle. Contributions de l'archéozoologie et de l'analyse biochimique à l'étude de la conservation osseuse dans le Pléistocène supérieur de la grotte du Portel (Ariège, France). In: Quaternaire - Volume 5 - Numéro 1 - 1994. pp. 3-11.

doi : 10.3406/quate.1994.2009

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate\\_1142-2904\\_1994\\_num\\_5\\_1\\_2009](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate_1142-2904_1994_num_5_1_2009)

---

## Résumé

Cette double approche de la conservation d'assemblages osseux du Pléistocène supérieur de la grotte ouest du Portel met en évidence le rôle prédominant des conditions géochimiques et taphonomiques sur la conservation du fossile et établit un lien entre structure anatomique de l'os et potentiel de conservation des protéines. Les résultats complémentaires obtenus permettent de faire le lien entre les différents modes d'altération osseuse, au-delà de la conservation différentielle classique.

## Abstract

The study of the pleistocene's faunas shows clearly the descremenating charts of the animals skeleton elements. It stands to reason that the bones conservating procedures act directly on the assemblage representativity. Therefore we choose to joint both methods in conservation study: in one hand, there is the archaeozoological study and in the other hand the biochemical study witch consists in organic material preserved quantification. Both methods procède on a research all along the stratigraphy (fig. 1). Three complexes result of the proteins quantity analysis (tab. 2). Layers F and FI results individualised clearly and anatomical sampling values obtained are almost similar, in exception of layer F longs bones case (tab. 1). We can generally say that a good correlation exists between the stratigraphy and the protéine study results when we put aside the middle biochemical complex. It's probable that the silly clay and stenl E layer domiciliate above the complex were obstacle of all perturbations which favorised organic matter conservation. The anatomical results show that this well conservation phenomenon is specific for long bones and don't act on other layers. It's difficult to imagine that only geochemical and fossil's age are responsible of this difference. It seems reasonable to attribuate these phenomena to biological and taphonomical agents intervention (human kind and carnivorous). Transportation frequency (abrasion marks) is more important in upper layers (fig. 2); it prove many perturbations caused by carnivorous. Moreover bone's surface rounded frequency show an important linching that maybe caused by amino acids ruins.

Layers from FI to G (fig. 3) are specially characterized by human occupation (scratches and fracturation impacts). Condition of bones alteration seems to be a specific anthropic action.

Horses anatomical samples come from F, F2 and F3 layers. We propose a global representation where long bones are most representated in the population than short and plat bones (tab. 1). Bones surrounded with flesh are selected by human, whereas carnivorous have involved a diminution the distal extremity of bone, particulary in the F layer.

The amino acids' rates which are homogène (fig. 4, 5, 6) from one layer to another confirm the role of taphonomical agents in the bones conservation's process. These results clearly prove that there are several conservations (anatomical, archaeological, paleontological and geochemical).

# CONTRIBUTIONS DE L'ARCHEOZOOLOGIE ET DE L'ANALYSE BIOCHIMIQUE A L'ETUDE DE LA CONSERVATION OSSEUSE DANS LE PLEISTOCENE SUPERIEUR DE LA GROTTTE DU PORTEL (Ariège, France)



Abderrahmane EL FOUIKAR\* et Armelle GARDEISEN\*

## RESUME

Cette double approche de la conservation d'assemblages osseux du Pléistocène supérieur de la grotte ouest du Portel met en évidence le rôle prédominant des conditions géochimiques et taphonomiques sur la conservation du fossile et établit un lien entre structure anatomique de l'os et potentiel de conservation des protéines. Les résultats complémentaires obtenus permettent de faire le lien entre les différents modes d'altération osseuse, au-delà de la conservation différentielle classique.

**Mots clés :** Conservation, taphonomie, biochimie, acides aminés, Pléistocène supérieur, restes fauniques, Pyrénées, France.

## ABSTRACT

### CONTRIBUTION OF THE ARCHAEOZOOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ANALYSES TO THE STUDY OF THE BONES CONSERVATION FROM THE UPPER PLEISTOCENE CAVE «LE PORTEL» (Ariege, France)

The study of the pleistocene's faunas shows clearly the descremenating charts of the animals skeleton elements. It stands to reason that the bones conservating procedures act directly on the assemblage representativity. Therefore we choose to joint both methods in conservation study: in one hand, there is the archaeozoological study and in the other hand the biochemical study witch consists in organic material preserved quantification. Both methods procede on a research all along the stratigraphy (fig. 1). Three complexes result of the proteins quantity analysis (tab. 2). Layers F and F1 results individualised clearly and anatomical sampling values obtained are almost similar, in exception of layer F longs bones case (tab. 1). We can generally say that a good correlation exists between the stratigraphy and the proteine study results when we put aside the middle biochemical complex. It's probable that the silty clay and steril E layer domiciliat above the complex were obstacle of all perturbations which favorised organic matter conservation. The anatomical results show that this well conservation phenomenon is specific for long bones and don't act on other layers. It's difficult to imagine that only geochemical and fossil's age are responsible of this difference. It seems reasonnable to attribuate these phenomena to biological and taphonomical agents intervention (human kind and carnivorous). Transportation frequency (abrasion marks) is more important in upper layers (fig. 2); it prove many perturbations caused by carnivorous. Moreover bone's surface rounded frequency show an important lincing that maybe caused by amino acids ruins.

Layers from F1 to G (fig. 3) are specially characterized by human occupation (scratches and fracturation impacts). Condition of bones alteration seems to be a specific anthropic action.

Horses anatomical samples come from F, F2 and F3 layers. We propose a global representation where long bones are most represented in the population than short and plat bones (tab. 1). Bones surrounded with flesh are selected by human, whereas carnivorous have involved a diminution the distal extremity of bone, particulary in the F layer.

The amino acids' rates which are homogene (fig. 4, 5, 6) from one layer to another confirm the role of taphonomical agents in the bones conservation's process. These results clearly prove that there are several conservations (anatomical, archaeological, paleontological and geochemical).

**Key-words :** Preservation, Taphonomy, Biochemistry, Amino acids, Upper Pleistocene, Faunal remains, Pyrenees, France.

\* Laboratoire d'Anthropologie, URA 184, Faculté Nord, 13916 MARSEILLE Cedex 20.

## 1 - INTRODUCTION

Il est désormais admis (Leroi-Gourhan, 1955; Bouchud, 1975; Poplin, 1977) que l'archéozoologue se trouve devant un échantillon osseux et dentaire plus ou moins représentatif de l'échantillon originel. Le problème de la représentativité de cet échantillon et par conséquent de la faisabilité d'une analyse qu'elle soit d'ordre paléocologique, paléthnographique, paléoenvironnementale, paléontologique, archéozoologique... doit être systématiquement soulevé. En ce sens, les études taphonomiques, qui s'intéressent à tous les aspects du passage des organismes de la biosphère à la lithosphère (Efremov, 1940; Olson, 1980), tentent de reconstruire l'histoire des fossiles, depuis la mort de l'animal jusqu'à leur découverte (Shipman, 1981). C'est à partir de l'étude des vestiges osseux que la taphonomie contribue à «résoudre les problèmes liés à la conservation différentielle des os qui peut être due à des phénomènes physico-chimiques (...), à des comportements animaux ou à l'action humaine» (Guérin & Faure, 1987: 822). Toutefois, la mise en évidence des modes de formation d'un gisement sur la base des fossiles osseux est délicate. Des mécanismes tels que l'expérimentation ou la répartition des ossements associés à des analyses géochimiques ont déjà été mis en évidence (Voorhies, 1969).

Il est évident que les processus de conservation osseuse interviennent directement dans la représentativité de l'assemblage et c'est à ce titre qu'il nous a paru

intéressant de coupler deux méthodes d'étude de cette conservation: la première passe par une analyse des caractères extrinsèques des ossements (Poplin, 1973), la seconde est d'ordre biochimique et consiste en une analyse des quantités de matières organiques préservées. Cette double approche s'inscrit dans une démarche qui s'attache à rechercher les causes plus générales de la conservation différentielle établie sur la base de la représentation relative des éléments du squelette. Le travail qui suit se fonde sur des données tirées d'un site du Quaternaire pyrénéen, particulièrement bien adapté à ce genre de recherche.

## 2 - PRESENTATION DU GISEMENT

L'entrée de la grotte ouest du Portel est un porche obstrué par des dépôts würmiens et se situe à 410 mètres d'altitude sur le versant sud du massif du Plantaurel appartenant à la chaîne des petites Pyrénées ariégeoises. Un sondage d'environ 10 mètres carrés de surface et de quatre mètres de profondeur réalisé par Jean et Joseph Vézian de 1949 à 1985 (Vézian, 1989) a permis de reconnaître une stratigraphie comprenant 13 couches principales notées de A à M du haut vers le bas (fig. 1).

D'un point de vue archéologique, le gisement se subdivise en quatre ensembles:

- 1 ensemble supérieur comprenant les couches A à B
- 2 ensembles moustériens C-D et «F» (F, F1, F2, F3,

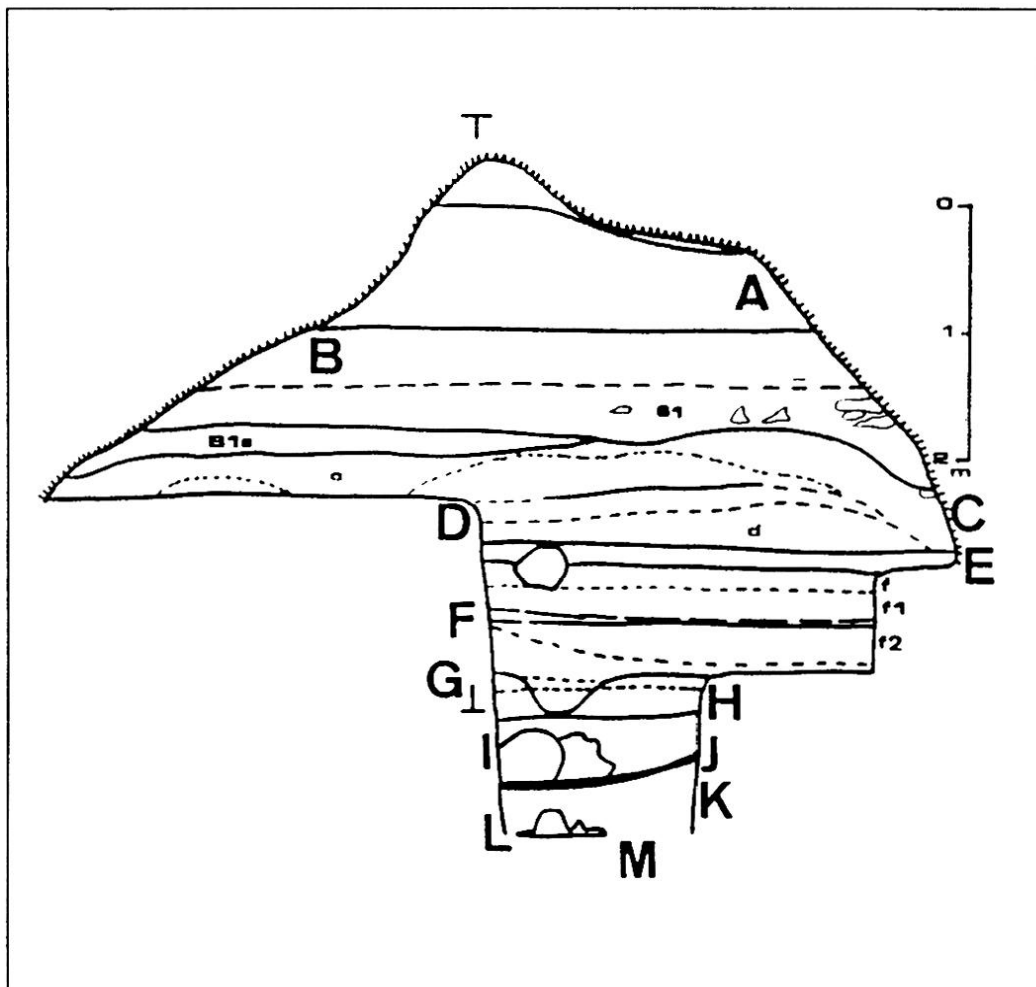


Fig. 1: Coupe stratigraphique transversale de la fouille (d'après Vézian, 1989).

Fig. 1: Transversal stratigraphic sequence the Portel (from Vezian, 1989).

### G) séparés par la couche E stérile

- 1 ensemble inférieur de H à M.

L'assemblage osseux se caractérise par la dominance des carnivores sur les herbivores dans les ensembles inférieur et supérieur. A l'inverse, et malgré une présence constante des Carnivores, les deux ensembles moustériens témoignent de l'apport dans la grotte d'une majorité d'herbivores étroitement liés aux occupations néandertaliennes (Gardeisen, 1988). Les variations fauniques observées au Portel, à savoir une dominance des formes de milieu ouvert telles que le Renne, le Cheval, le Bison, avec des espèces montagnardes (Bouquetin, Chamois) associés au Cerf de grande taille, au Mammouth et au Rhinocéros laineux, situent le remplissage dès la fin du stade 4 jusqu'au stade 3, ce qui correspond approximativement à l'ancienne dénomination de würmien II (Gardeisen, 1994).

## 3 - METHODES

### 3.1 - MISE EN EVIDENCE ET ETUDE DES CARACTERES EXTRINSEQUES

Les séries d'échantillons anatomiques sont issues des couches F, F2 et F3. Ce choix a été généré par l'abondance et la variété des restes de chevaux. Nous avons en effet opté de ne travailler que sur une seule espèce animale; le choix du Cheval, à l'encontre du Renne également très abondant, est lié à la robustesse de ses ossements et à la facilité de prélèvements de portions épaisses dans l'os compact. Par ailleurs, ces couches sont des ensembles homogènes, de même nature archéologique, qui ont essentiellement subi des perturbations liées aux passages alternés des Hommes et des Carnivores.

L'analyse taphonomique permet d'envisager l'os comme un marqueur de la constitution du gisement et de tous les événements géochimiques, climatiques ou biologiques (Hommes, Carnivores...) intervenant dans la mise en place du remplissage. Ce type d'analyse implique une étude détaillée de toutes les marques visibles sur les surfaces osseuses (altérations diverses, fragmentation

d'origine mécanique, fracturation d'origine biologique, marques de «boucherie» et d'exploitation animale) destinée à une interprétation de l'origine de l'assemblage osseux et des conditions d'enfouissement (Gardeisen, 1994). L'approche taphonomique devient donc un test préalable à toute étude archéozoologique (Moigne, 1983).

Les décomptes fauniques (NR, NMI) sont effectués par couche, sur l'ensemble de la stratigraphie, élément anatomique par élément anatomique sans distinction de côté, de sexe ou d'âge. Les ossements sont examinés un par un afin de relever les marques qu'ils portent sur leur surface.

Dans un premier temps, nous avons tout particulièrement porté notre attention sur les marques d'origine mécanique ou physico-chimique observables sur les ossements telles que charriage, émoussés et altération (fig. 2). Les marques de charriage (striations inorganiques sur la surface osseuse) sont induites par le déplacement des ossements quel que soit l'agent perturbateur, à partir du moment où les marques engendrées ne sont pas considérées comme étant volontaires. L'émoussé traduit une action de ruissellement ou lessivage qui modifie la forme originelle du fragment et de ses plans de fracture: on distingue alors les émoussés de bords (sur les plans de fracture) des émoussés de face (qui impliquent que les bords sont également émoussés, soit un second niveau d'émoussé plus important). L'altération désigne toute modification osseuse (à l'exclusion du charriage et des émoussés) d'origine mécanique ou physico-chimique: il peut s'agir de fissuration, desquamation, piquetage de dissolution (en milieu acide) ou encore de concrétionnement (oxydes de manganèse).

En parallèle, nous avons relevé systématiquement les marques d'origine biologique à savoir celles attribuées aux carnivores (coups, impacts de dents, rognage) et les marques évidentes d'action humaine (impacts de fracturation, stries de découpe et de décarnisation).

Dans un second temps, les décomptes anatomiques ont été effectués sur l'assemblage des chevaux des couches F, F2 et F3. Ils portent sur un total de 1566 restes osseux, les dents isolées ayant été exclues des

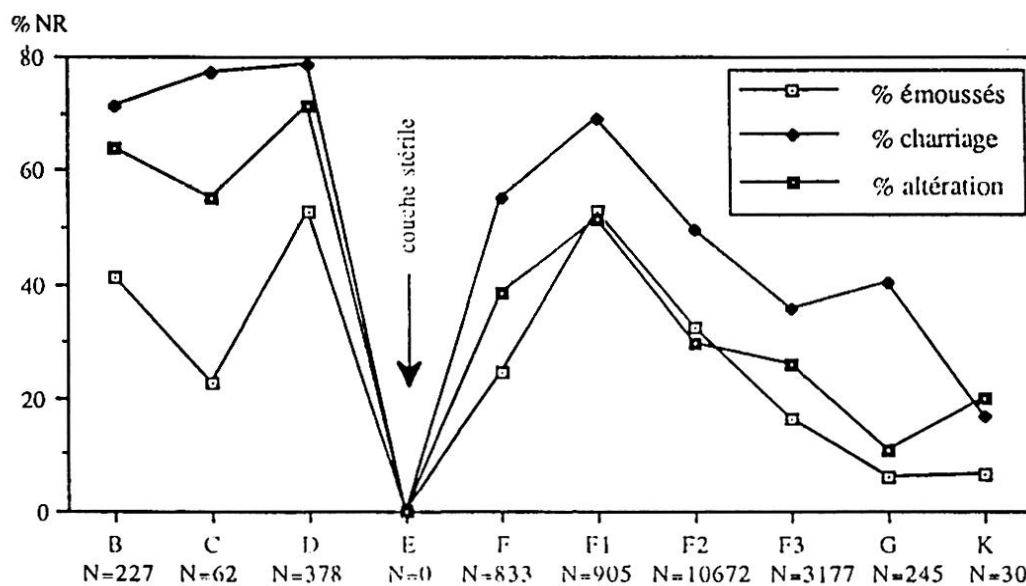


Fig. 2: Evolution stratigraphique des marques d'origine mécanique ou physico-chimiques (NR total = 16648).

Fig. 2: Stratigraphic evolution of mechanical, physical and chemical marks (Total number of pieces: NR total = 16648).

décomptes. Ces couches ont été sélectionnées non seulement parce que les restes de chevaux y étaient abondants et variés mais également en raison de l'importance des traces d'origine humaine et animale qu'elles rescellent. Ainsi, la couche F se caractérise par une répartition équivalente entre marques d'origine humaine et carnivore alors que les couches F2 et F3 sont dominées par l'emprise anthropique (fig. 3). Les décomptes anatomiques sont réalisés par type d'os en nombre de restes (NR) et en nombre minimum d'individus (NMI). Par ailleurs, le NMI global par couche a été établi sur la base des restes dentaires. Enfin, les NMI par type et NMI global ont servi à calculer un taux de représentation (TR) par type d'os:  $TR = \frac{NMI_{type}}{NMI_{global}} \times 100$  (tab. 1). Ce taux permet de quantifier la représentativité de chaque os au sein de sa couche de provenance: il témoigne des processus de conservation différentielle, conséquences d'actions à la fois chimiques et biologiques (Hommes, Carnivores) par niveau stratigraphique et établit une sorte de hiérarchie dans la conservation squelettique (fig. 4, 5, 6).

### 3.2 - APPROCHE BIOCHIMIQUE

Le choix des échantillons osseux a été effectué selon deux critères:

\* Stratigraphique: nous avons prélevé un fragment au moins dans chacune des couches définies. Pour les couches les plus riches, nous sommes allés jusqu'à neuf ossements. Ceci nous a permis de couvrir 5,20 mètres de remplissage avec 36 échantillons. Les ossements ont été prélevés de façon aléatoire, sans critère anatomique ou spécifique, notre seul souci étant de sélectionner des parties compactes, essentiellement des fragments de diaphyses d'os longs épais et bien conservés (tab. 2).

\* Anatomique: ayant fixé notre choix sur le Cheval qui est une des espèces les mieux représentées, nous avons prélevé, dans la mesure du possible, un fragment au moins de chaque région osseuse et ce, dans les couches F, F2 et F3. Cependant, pour le carpe et le tarse, nous n'avons sélectionné qu'un seul os afin de ne pas alourdir l'échantillonnage (tab.1).

### Extraction des acides aminés

Les échantillons osseux sont lavés à l'eau distillée et séchés à l'air libre puis grattés sur quelques millimètres afin d'éliminer toute contamination postérieure à la fouille (acétate de cellulose ayant servi à leur consolidation, encre de chine...). Une portion de quelques grammes est sélectionnée dans la partie compacte du fossile en évitant la spongiosa puis cet échantillon est broyé à l'aide d'un mortier en agathe jusqu'à l'obtention d'une fine poudre.

Dans un premier temps, 0,2 à 0,5 mg de cette poudre sont dissous dans l'acide chlorhydrique 6N. Cette opération s'effectue dans un tube en verre dont l'extrémité est scellée après le dégagement gazeux, l'ampoule ainsi obtenue est placée à l'étuve à 110°C pendant 24 heures pour une hydrolyse totale de toutes les protéines fossiles (Ball, 1985). A la fin de l'hydrolyse, l'une des extrémités de l'ampoule est ouverte pour permettre l'évaporation de l'excès d'acide dans un bain d'huile thermostaté à 70°C et sous air comprimé. Le culot restant est dissous dans de l'acide fluorhydrique 5N, placé au réfrigérateur pendant 30 minutes puis centrifugé; le surnageant est évaporé dans les mêmes conditions afin d'éliminer les ions calcium présents dans le fossile. Le résidu obtenu est dilué dans 3 ml d'eau distillée puis passé dans une colonne de résine échangeuse d'ions qui permet la fixation des acides aminés; cette résine (Dowex 50W x 4 Fluka) est constituée de billes porteuses de groupement acide sulfonique. Le décrochage des acides aminés retenus sur la résine se fait par le passage d'une solution d'ammoniaque 2N suivi d'un lavage à l'eau distillée. En dernier lieu, les échantillons récupérés sont lyophilisés. La séparation des formes «D» et «L» de l'acide aspartique et la mesure des taux de racémisation sont effectués par la chromatographie liquide à haute performance (El Fouikar, 1990).

La quantité totale en acides aminés est estimée par un dosage colorimétrique utilisant l'acide 2, 4, 6 trinitrobenzène-sulfonique (Snyder et Sobocinsky, 1975).

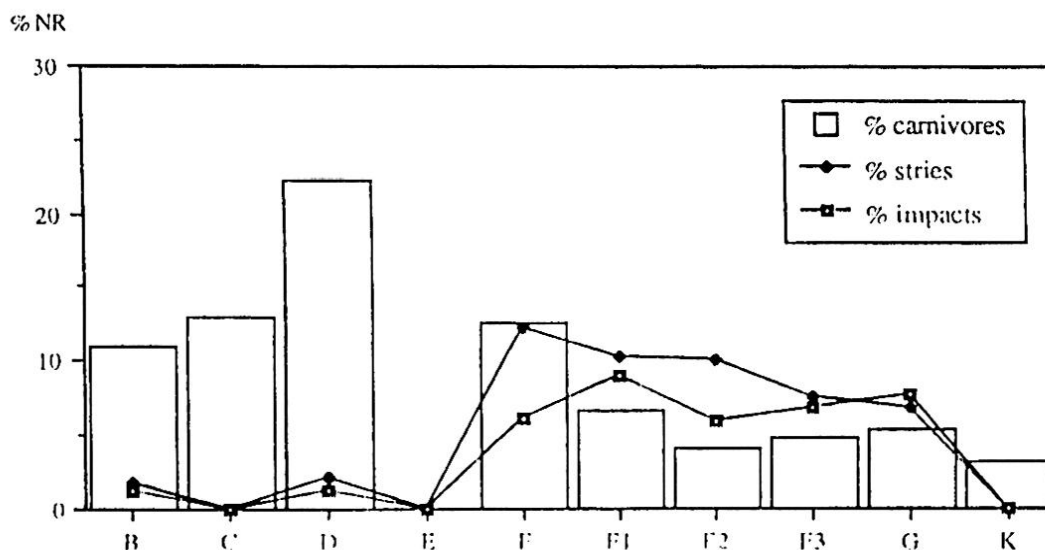


Fig. 3: Evolution stratigraphique des marques d'origine biologique (NR total = 16648).

Fig. 3: Stratigraphic evolution biological marks (Total number of pieces: NR total = 16648).

| CHEVAL<br>anatomie    | F (NMI global=6) |     |      | Quantité AA<br>en mg/g d'os | F2 (NMI global=36) |     |      | Quantité AA<br>en mg/g d'os | F3 (NMI global=10) |     |    | Quantité AA<br>en mg/g d'os |
|-----------------------|------------------|-----|------|-----------------------------|--------------------|-----|------|-----------------------------|--------------------|-----|----|-----------------------------|
|                       | %NR              | NMI | TR   |                             | %NR                | NMI | TR   |                             | %NR                | NMI | TR |                             |
| crâne (Cr)            | 13,8             | 4   | 66,7 | 3,42                        | 6,9                | 8   | 22,2 |                             | 8,6                | 7   | 70 |                             |
| mandibule os (Mb)     | 3,1              | 1   | 16,7 | 1,52                        | 3,1                | 4   | 11,1 | 0,235                       | 6                  | 3   | 30 | 2,4                         |
| vertèbre (Vert)       | 4,6              | 1   | 16,7 | 1,9                         | 4,4                | 2   | 5,6  |                             | 6                  | 1   | 10 | 3,54                        |
| côte (Cô)             | 1,5              | 1   | 16,7 | 1,79                        | 1,9                | 1   | 2,8  |                             | 2,4                | 1   | 10 | 3,24                        |
| scapula (Sca)         | 1,5              | 1   | 16,7 | 3,17                        | 0,4                | 3   | 8,3  | 3,1                         | 0,7                | 2   | 20 | 4,88                        |
| humérus (Hu)          | 6,2              | 2   | 33,3 | 8,24                        | 7,3                | 8   | 22,2 | 6,81                        | 6,4                | 5   | 50 | 8,67                        |
| radius (Ra)           | 7,7              | 2   | 33,3 | 14,63                       | 12,1               | 30  | 83,3 | 7,24                        | 9,5                | 9   | 90 | 8,73                        |
| ulna (Ul)             | 1,5              | 1   | 16,7 |                             | 2,5                | 9   | 25   | 3,35                        | 2,2                | 7   | 70 |                             |
| carpe (C)             | 1,5              | 1   | 16,7 | 4,71                        | 10,5               | 14  | 38,9 | 3,7                         | 13,7               | 9   | 90 | 8,55                        |
| métacarpe (Mc)        | 4,6              | 2   | 33,3 | 7,56                        | 6,8                | 12  | 33,3 | 5,83                        | 8,6                | 6   | 60 | 7,52                        |
| coxal (Co)            |                  |     |      | 6,82                        | 0,1                | 1   | 2,8  | 4,18                        | 0,4                | 2   | 20 | 6                           |
| fémur (Fe)            | 13,8             | 5   | 83,3 | 21,24                       | 14,8               | 24  | 66,7 | 8,55                        | 10,8               | 8   | 80 | 9,22                        |
| tibia (Ti)            | 21,5             | 4   | 66,7 | 12,36                       | 10,2               | 25  | 69,4 | 6,72                        | 8,6                | 9   | 90 | 7,73                        |
| tarse (T)             | 1,5              | 1   | 16,7 |                             | 3,9                | 7   | 19,4 | 7,58                        | 1,3                | 2   | 20 |                             |
| métatarse (Mt)        | 6,2              | 2   | 33,3 | 6,75                        | 3,4                | 7   | 19,4 | 6,25                        | 3,8                | 3   | 30 | 6,3                         |
| phalange I (Ph I)     | 3,1              | 1   | 16,7 |                             | 4,5                | 8   | 22,2 | 4,75                        | 3,5                | 4   | 40 | 5,48                        |
| phalange II (Ph II)   | 3,1              | 1   | 16,7 |                             | 1,4                | 3   | 8,3  | 5,54                        | 1,1                | 2   | 20 |                             |
| phalange III (Ph III) |                  |     |      |                             | 1,1                | 4   | 11,1 |                             | 1,1                | 2   | 20 | 5,65                        |
| <b>NR os/couche</b>   | <b>65</b>        |     |      |                             | <b>910</b>         |     |      |                             | <b>452</b>         |     |    |                             |

**Tab. 1: Représentation en NR/NMI et analyse biochimique des différents types d'ossements de chevaux.**

*Tab. 1: Representation (NR = number of pieces / NMI = minimum number of individuals) and biochemical analyses of anatomical Horses samples.*



| Couches | profondeur en mètre (Z) | D/L Aspartique racémisation | Quantité AA (mg/g) | Complexes stratigraphiques |
|---------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|
| B       | 1,25                    | 0,145                       | 12,06              | complexe supérieur         |
| B       | 1,5                     | 0,159                       | 9,67               |                            |
| B1o     | 1,65                    | 0,168                       | 13,36              |                            |
| B1      | 1,8                     | 0,209                       | 9,25               |                            |
| B1A     | 2                       | 0,2                         | 9,1                |                            |
| C       | 2,5                     | 0,2                         | 12,49              |                            |
| C1      | 2,8                     | 0,21                        | 14                 |                            |
| D       | 2,25                    | 0,19                        | 12,16              |                            |
| D1      | 2,7                     | 0,198                       | 10,59              |                            |
| E       |                         |                             |                    |                            |
| F       | 2,7                     | 0,186                       | 26,16              | complexe moyen             |
| F       | 2,8                     | 0,22                        | 26,25              |                            |
| F       | 2,9                     | 0,195                       | 25,7               |                            |
| F1      | 3,1                     | 0,161                       | 27,07              | moyen                      |
| F1      | 3,2                     | 0,228                       | 16,01              |                            |
| F2A     | 3,2                     | 0,212                       | 6                  | complexe inférieur         |
| F2      | 3,32                    | 0,197                       | 9,36               |                            |
| F2      | 3,45                    | 0,267                       | 7,67               |                            |
| F2      | 3,55                    | 0,287                       | 4,34               |                            |
| F2      | 3,38                    | 0,28                        | 5,3                |                            |
| F2      | 3,43                    | 0,254                       | 3,38               |                            |
| F2      | 3,5                     | 0,243                       | 4,18               |                            |
| F2      | 3,5                     | 0,228                       | 3,72               |                            |
| F2      | 3,35                    | 0,223                       | 7,58               |                            |
| F3      | 3,4                     | 0,252                       | 5,54               |                            |
| F3      | 3,62                    | 0,226                       | 5,95               |                            |
| F3      | 3,65                    | 0,246                       | 8,69               |                            |
| G       | 3,68                    | 0,326                       | 5,84               |                            |
| G       | 3,79                    | 0,23                        | 7,57               |                            |
| H       | 3,85                    | 0,32                        | 6,5                |                            |
| H       | 3,92                    | 0,342                       | 7,27               |                            |
| I       | 4,07                    | 0,35                        | 4,41               |                            |
| I       | 4,12                    | 0,325                       | 3,65               |                            |
| K       | 4,75                    | 0,386                       | 5,85               |                            |
| L       | 5,05                    | 0,45                        | 5,7                |                            |
| L       | 5,2                     | 0,48                        | 4,67               |                            |

Tab. 2: Analyses biochimiques de l'échantillonnage stratigraphique.

Tab. 2: Biochemical analyses of stratigraphic samples.

#### 4 - RESULTATS ET DISCUSSION

Les taux de racémisation et les quantités de protéines exprimées en milligramme d'acides aminés (AA) par gramme d'os sont présentés dans le tableau 2. La figure 7 montre l'évolution des taux de racémisation en fonction de la profondeur de l'échantillon en stratigraphie: on remarque que le taux augmente avec la profondeur.

Les mesures des quantités en acides aminés déterminent trois complexes (tab. 2): un complexe inférieur à faibles quantités d'AA (moyenne = 5,86mg/g, écart-type = 1,68), un complexe moyen à fortes quantités d'AA (moyenne = 24,24mg/g, écart-type = 4,63) et un complexe supérieur à quantités intermédiaires (moyenne = 11,41mg/g, écart-type = 1,82). Le premier englobe les couches de la base L à F2, le second F1 et F et le troisième les niveaux supérieurs de B à D.

L'étude des protéines conservées dans les os d'origine anatomique variée montre que les quantités de protéines pour les couches F2 et F3 sont voisines l'une de l'autre quelle que soit la partie anatomique considérée. Les valeurs sont comprises entre 0,235 et 7,58 (couche F2) et 2,4 et 9,22 (couche F3). Pour la couche F, ces valeurs varient de 1,52 à 8,27 si on excepte le radius, le fémur et le tibia pour lesquels les valeurs sont plus élevées, comprises entre 12,36 et 21,24. Ce sont des valeurs comparables qui ont été obtenues à partir de l'échantillonnage stratigraphique qui comportait essentiellement des fragments de diaphyse d'os longs.

On sait que les quantités en protéines et les taux de racémisation retrouvés au sein des fossiles dépendent de facteurs multiples parmi lesquels les dégradations mécaniques et chimiques et l'âge de l'échantillon.

Considérant les résultats obtenus, il apparaît que la conservation des protéines est fonction de la stratigraphie. Les trois complexes stratigraphiques qui s'individualisent concernent les couches de B à D1 pour le complexe supérieur; F et F1 pour le complexe moyen et de F2 à L pour le complexe inférieur. L'originalité du complexe moyen (couches F et F1) réside dans les valeurs particulièrement élevées d'acides aminés (tab. 2).

La couche E sus-jacente à F est stérile du point de vue archéologique; elle est constituée par un dépôt limono-argileux très compact d'une épaisseur de 20 à 25 centimètres qui a vraisemblablement fait obstacle à toute circulation d'eau venant de la surface. Les niveaux situés au-dessous (en particulier les couches F et F1) ont été ainsi protégés et la conservation du matériel protéique a été bien meilleure que dans la couche supérieure. Cependant, quand on considère l'origine anatomique des os, il apparaît que la conservation est meilleure pour les os longs. Or, les os longs des ensembles F et F3 ont une quantité d'acides aminés plus faible que ceux de la couche F2. La géochimie et l'âge du fossile ne sont donc pas seuls responsables de cette différence; d'autres

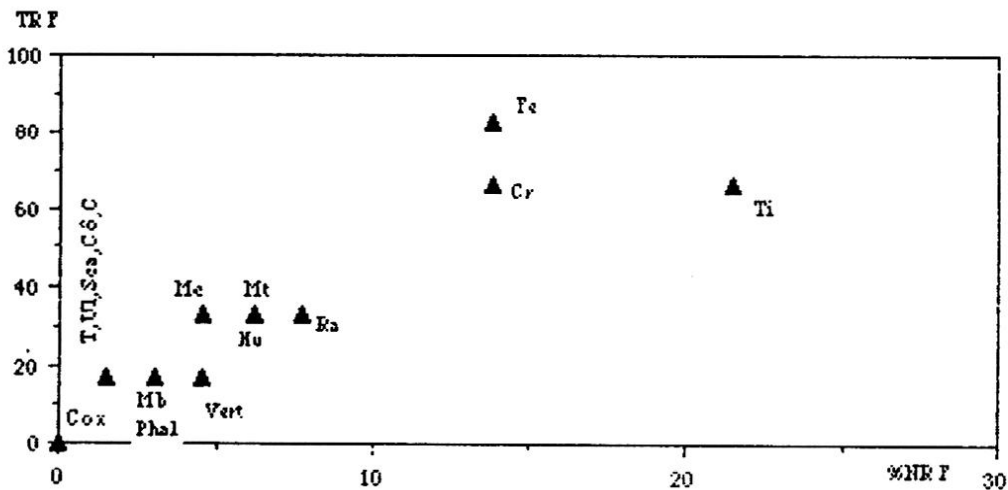


Fig. 4: Représentativité des ossements de chevaux de la couche F (voir légende tab. 1).

Fig. 4: Representation of Horses bones (Layer F).

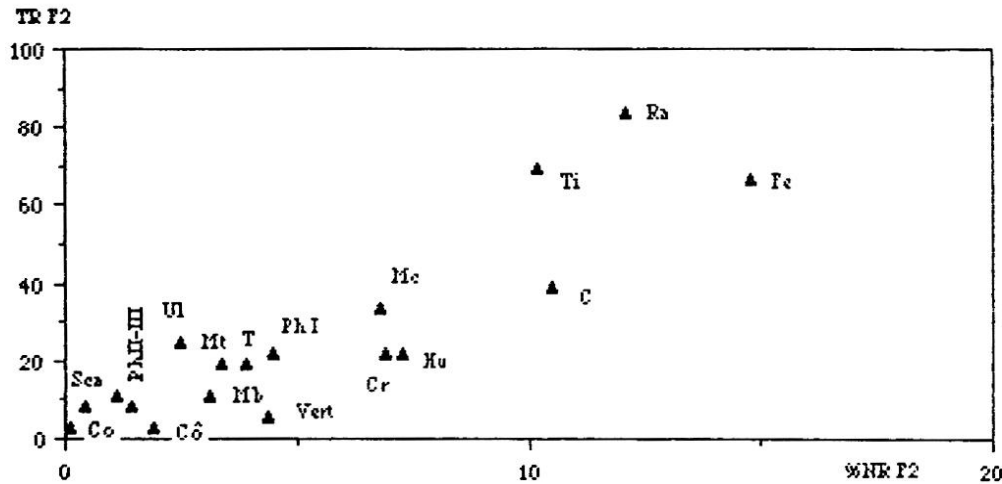


Fig. 5: Représentativité des ossements de chevaux de la couche F2 (voir légende tab. 1).

*Fig. 5: Representation of Horses bones (Layer F2).*

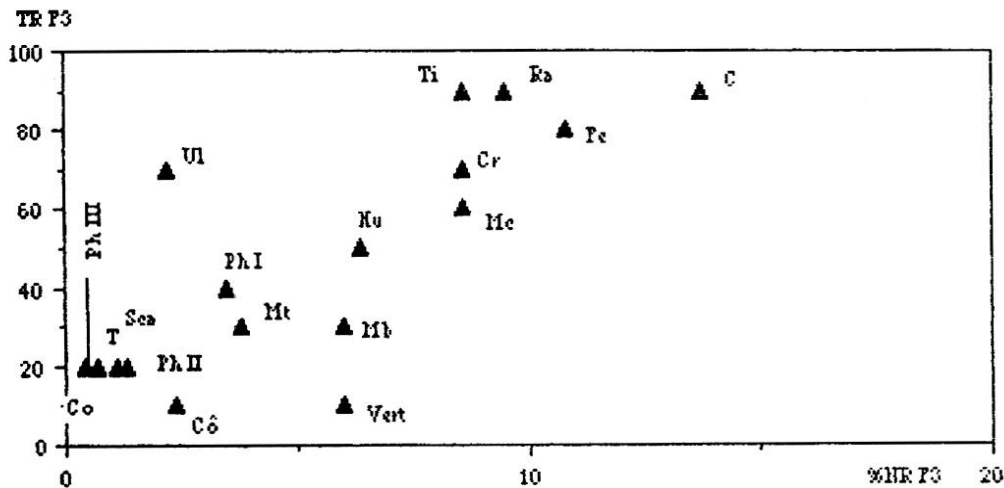


Fig. 6: Représentativité des ossements de chevaux de la couche F3 (voir légende tab. 1).

*Fig. 6: Representation of Horses bones (Layer F3).*

facteurs sont intervenus, qui sont attribuables aux agents d'origine biologique que sont l'Homme et les Carnivores.

Les fréquences de marques de charriage observées sur les ossements des niveaux supérieurs (B, C, D) sont élevées, pouvant aller jusqu'à 80 % des restes (fig. 2) ce qui traduit de nombreux phénomènes de perturbations essentiellement liés aux occupations successives de divers Carnivores, en particulier Hyènes, Blaireaux et Ours. Dans ces couches, l'impact des Carnivores se matérialise par la présence d'ossements porteurs de marques de dents et de rognage (fig. 3). Ce matériel osseux présente également des fréquences d'éroussés qui indiquent un lessivage important pouvant être à l'origine des pertes en acides aminés de ces os. Les taux de charriage et d'éroussés se maintiennent dans les couches F et F1 puis diminuent progressivement vers les niveaux inférieurs. De plus, la nature de ces éroussés diffère entre les deux complexes supérieur et moyen avec des taux d'éroussés de face largement majoritaires dans le complexe supérieur ce qui confirme l'intensité du lessivage. A l'inverse, ce sont les éroussés de bord, marqueurs d'un lessivage moindre, qui dominent les complexes moyen et inférieur. On notera également que les couches de F1 à G (fig. 3) sont davantage

caractérisées par les occupations humaines dominantes celles des Carnivores. Ces faits se manifestent par des fréquences d'ossements striés ou porteurs d'impacts de fracturation constants. L'état d'altération (sens large) des os est donc davantage dépendant des actions anthropiques qui induisent un choix et une exploitation sélectifs des carcasses.

L'étude archéozoologique des restes de chevaux issus des couches F, F2 et F3 montre que toutes les parties du squelette sont conservées mais que les fréquences de restes osseux par type anatomique varient d'une couche à l'autre. De façon générale, on note cependant une représentation privilégiée des os longs, en particulier ceux du membre postérieur et une moins bonne représentation des os courts et des os plats du type scapula, coxal ou assimilés tels que le crâne, les côtes et les vertèbres, la mandibule. On rencontre toutefois des particularités propres à chaque couche qui peuvent s'expliquer en partie par la teneur des os en acides aminés. Les os longs (fémur, tibia, radius) présentent les plus fortes concentrations en acides aminés du point de vue de la conservation des protéines (tab. 1). En terme de représentation anatomique, ce sont également les plus nombreux et les plus représentatifs de la population initiale (voir les taux de représentation: TR). Ceci s'ex-

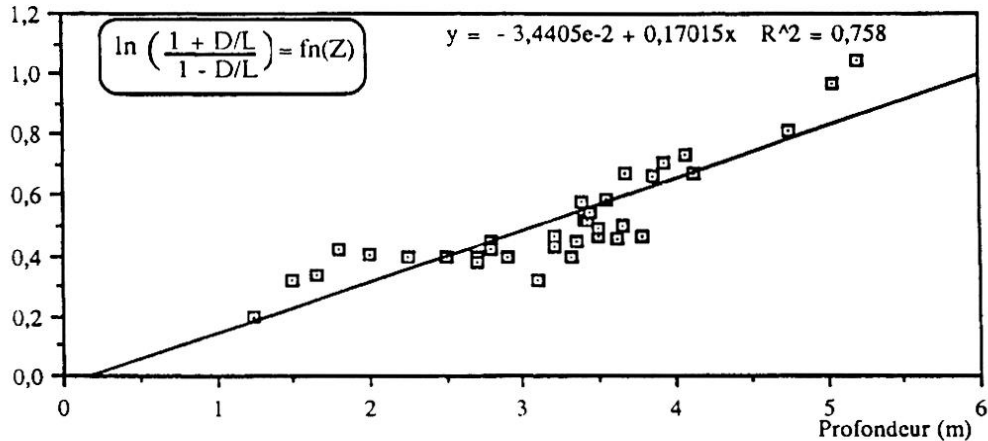


Fig. 7: Racémisation de l'échantillonnage stratigraphique.

*Fig. 7: Racemization of stratigraphic samples.*

plique facilement par le fait que ces ossements sont porteurs de viande d'où la sélection effectuée par l'Homme; ce choix raisonné est également confirmé par les modes d'exploitation systématique de ces parties: stries et impacts de fracturation volontaires (Gardeisen, 1994). De plus, leur structure anatomique les rend résistants à tous les phénomènes d'altérations (mécaniques, géochimiques). L'humérus s'individualise au sein des os longs par une assez faible représentation anatomique alors que sa teneur en protéines le place à la suite des autres os longs. Il présente les mêmes processus d'exploitation anthropique mais il semble que la perte en restes (NR) s'explique par une plus forte sensibilité à la fracturation; de fait, le nombre de fragments déterminés s'en trouve réduit. On observe le même phénomène pour l'ulna qui a subi un traitement étroitement associé à celui du radius. Cependant, sa conservation en terme de NR et NMI est très faible, sans doute à cause des problèmes de détermination anatomique et spécifique. D'un point de vue théorique, on pourrait s'attendre à une équivalence entre radius et ulna. La faible teneur en protéines montre sa grande sensibilité aux agents d'altération mais ce résultat doit être considéré avec prudence puisqu'un seul échantillon a été analysé. Les os des extrémités des membres se regroupent dans un ensemble plus ou moins homogène. En effet, tous ces ossements se caractérisent par leur robustesse et leur compacité, même s'ils appartiennent pour les métapodes aux os longs et pour les carpes, torses, phalanges aux os courts. Les taux d'acides aminés obtenus, homogènes d'une couche à l'autre, viennent appuyer ces constatations. Les différences observées en terme de représentativité (NR, NMI) dans ces couches ne peuvent s'expliquer que par les modes d'exploitation des carcasses: la couche F s'individualise de F2 et F3 par une activité carnivore plus marquée (fig. 3) qui se traduit par un déficit de restes d'extrémités des membres (fig. 4). Dans les couches F2 et F3 où l'activité humaine domine, on remarque une bonne représentation du carpe et du métacarpe mais toujours de faibles fréquences des autres portions délaissées par l'Homme et appréciées des carnivores (fig. 5 et 6). On a rassemblé dans un même groupe les ossements les moins bien conservés (scapula, mandibule, vertèbres, côtes). Ces éléments sont caractérisés par leur fragilité qui amplifie les phénomènes de fragmentation et d'altération entraînant à la fois leur faiblesse numérique et leur perte notable en matière

protéique. Le crâne est relativement bien représenté malgré la fragmentation dont témoigne l'ensemble des restes de la tête. Celle-ci se décompose en effet en divers ossements dont les propriétés mécaniques induisent différents degrés de résistance aux altérations: ainsi, les NMI crâniens ont été établis à partir des os pétreux et des condyles occipitaux qui sont les plus robustes. Ceci explique les taux de représentation (TR) obtenus qui placent le crâne dans le groupe des os longs (fémur, tibia, radius). Cependant, c'est un fragment de maxillaire qui a été analysé et qui a donné un taux en protéine se rapprochant des ossements les moins conservés (scapula, mandibule, vertèbres, côtes). A l'inverse, le coxal montre une bonne conservation en matière organique alors que sa représentation en restes et en individus est dérisoire. Sa quasi absence dans l'assemblage de Cheval (NR = 3) ne peut se justifier que par l'abandon du bassin sur le lieu d'abattage, en raison de son volume.

## 5 - CONCLUSION

La résistance mécanique des os due à une construction massive et à la réduction de la cavité médullaire favorise leur conservation mais l'abondance de la chair qui les entoure provoque souvent leur destruction soit par des agents biologiques (Hommes, Carnivores), soit par putréfaction (Guthrie, 1976). Dans le cas de remplissages archéologiques, ces agents biologiques bouleversent toutes les hypothèses de conservation «théorique»: ils consomment les chairs mais aussi fracturent les ossements dans le but de récupérer la moelle osseuse riche en éléments nutritifs. Ces phénomènes engendrent une fracturation importante du matériel osseux à laquelle s'ajoutent les processus d'enfouissement (géochimie) et de fragmentation mécanique des restes déjà fragilisés (poids des terres, piétinement...). Ceci implique par ailleurs que succèdent à cette conservation anatomique et événementielle des conservations d'ordre archéologique (ramassage des os à la fouille) et paléontologique (problèmes de détermination anatomique et spécifique des fragments). Il n'y a donc pas une conservation-type qui propose une échelle de valeurs juxtaposable à tout gisement mais une conservation propre à un niveau archéologique donné, avec ses propres conditions géochimiques et archéozoologiques. L'intérêt de notre double approche est de cerner ces deux composantes intervenant dans l'histoire et la

composition des assemblages fauniques par un échantillonnage suffisant pour faire la part entre altération géochimique et taphonomique.

## BIBLIOGRAPHIE

- BALL, G., 1985** - Contribution à la datation absolue des sites préhistoriques par l'étude comparée des protéines fossiles d'une même couche archéologique, D.E.S. Université de Provence, Aix-Marseille I, 39p.
- BOUCHUD, J., 1975** - La conservation différentielle des os et le problème des mesures biométriques. In: *Problèmes actuels de Paléontologie. Evolution des Vertébrés*. Colloque international du C.N.R.S., 218, Paris 1973, 861-871.
- EFREMOV, J.A., 1940** - Taphonomy: a new branch of paleontology. *Pan. American Geologist*, 74, 81-93.
- EL FOUIKAR, A., 1990** - Contribution à l'étude des ossements fossiles du Lazaret (Nice): racémisation des acides aminés. D.E.A. du Muséum national d'Histoire naturelle, Institut de Paléontologie humaine, 75 p.
- GARDEISEN, A., 1988** - La faune de la grotte ouest du Portel: premiers résultats. *Bull. S.P.F.*, 85 (9), 275-276.
- GARDEISEN, A., 1994** - Restes fauniques et stratégies de chasse dans le Pléistocène supérieur de la grotte ouest du Portel (Ariège, France). Thèse de l'université Paul Valéry, Montpellier III, 485 p.
- GUTHRIE, R.D., 1967** - Differential preservation and recovery of pleistocene mammals remains in Alaska. *Journal of Paleontology*, 41, 243-246.
- LEROI-GOURHAN, A., 1955** - Interprétation des vestiges osseux. *Congrès Préhistorique de France*, 14ème session, Strasbourg, 1953, 377-394.
- MOIGNE, A.M., 1983** - Taphonomie des faunes quaternaires de la Caune de l'Arago, Tautavel. Thèse de 3ème cycle, Museum National d'Histoire Naturelle, Université Paris VI, 342 p.
- OLSON, E.C., 1980** - Taphonomy: its history and role in community evolution. In: *Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*, A.K. Behrensmeier et A.P. Hill Ed., Univ. Chicago Press, 5-19.
- POPLIN, F., 1973** - Interprétation ethnologique des vestiges animaux. In: *L'Homme, hier et aujourd'hui, Recueil d'Etudes en hommage à A. Leroi-Gourhan*, Ed. Cujas, 345-354.
- POPLIN, F., 1977** - Problèmes d'ostéologie quantitative relative à l'étude de l'écologie des hommes fossiles. In *Approche écologique de l'homme fossile, suppl. Bull. A.F.E.Q.*, 47, 63-68.
- SHIPMAN, P., 1981** - Life history of a fossil. *An introduction to taphonomy and paleoecology*. Harvard University Press, 222 p.
- SNYDER, S.L. et SOBOCINSKY, P.Z., 1975** - An improved 2, 4, 6 trinitrobenzene sulfonic acid method for the determination of amines. *Analytical Biochemistry*, 64, 284-288.
- VEZIAN, J., 1989** - Les fouilles à l'entrée du Portel ouest (Loubens, Ariège) - Stratigraphie générale et passage du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur. *Bull. Soc. préhist. Ariège*, 44, 225-261.
- VOORHIES, M., 1969** - Taphonomy and population dynamics of an early pliocene vertebrate fauna Knox Country Nebraska. *Contr. Geol., spec. pap. 1*, Wyoming Press.