



Università degli Studi di Ferrara

DOTTORATO DI RICERCA IN
SCIENZE UMANE

International Doctorate in Quaternary and Prehistory (IDQP)

CICLO XXX

COORDINATORE Prof. Carlo Peretto

Les vertébrés fossiles des sites paléolithiques inférieurs :

Pirro Nord 13 (Mode I, Italie)

et Tighennif (Acheuléen, Algérie).

Etude taphonomique et archéozoologique

Settore Scientifico Disciplinare L-ANT/01

Dottorando

RAZIKA CHELLI-CHEHEB

Tutore

**MARTA ARZARELLO
ISABEL CACERES
MOHAMED SAHNOUNI**

(firma)

(firma)

Anni 2014/2015 - 2016/2017



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -



Je dédie ce travail à ma famille, mon cher mari et notre très chère fille, qui m'ont soutenu et encouragé tout au long du chemin de cette recherche.

Remerciements

Au terme de ce travail, j'ai le plaisir d'adresser mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

Avant tout, je tiens à préciser que ce travail n'aurait pu être mené à bien sans la bourse Doctorale d'Erasmus Mundus « *International Doctorate Quaternary and Prehistory* » qui m'a été attribuée en janvier 2015. Un immense remerciement pour tous les membres et les responsables de ce programme.

Mes sincères remerciements au Pr. Carlos Peretto et Pr. Marta Arzarello, qui m'ont accueillis au sein de département Umanistici de l'Université de Ferrara en Italie et m'ont permis de réaliser cette recherche

Je ne pourrai assez remercier mes superviseurs Pr. Marta Arzarello, Dr. Isabel Cáceres, et le Pr. Mohamed Sahnouni et, qui m'ont orienté et guidé tout au long de cette recherche fascinante. Pour leur confiance, leurs soutiens, leurs conseils et la richesse de nos discussions ; qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Je tiens à remercier sincèrement tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils portent à mon sujet de recherche et pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Un grand merci au Dr. Isabel Caceres qui a encadré et dirigé cette recherche. Pour son enthousiasme, ses encouragements, sa patience, sa compréhension, ses conseils et ses réflexions pertinentes sur les aspects méthodologiques et les perspectives de cette étude.

Je tiens également à remercier infiniment Pr. Marta Arzarello de m'avoir confiée la faune de Pirro Nord pour l'intégrer dans cette recherche. Un grand merci pour ses conseils, sa compréhension et ses discussions ; et je profite pour remercier tous les membres de la mission archéologique de Pirro Nord.

Je suis particulièrement reconnaissante au Pr. Mohamed Sahnouni de m'avoir permis d'étudier le matériel faunique de Tighennif. Pour nos nombreuses discussions, ses conseils, ses encouragements et sa confiance, qu'il trouve ici l'expression de toute ma gratitude et de ma considération.

Mes sincères remerciements au Pr. Robert Sala de m'avoir accueilli à URV durant ma mobilité et de m'avoir donné l'occasion et la chance d'être en contact avec les chercheurs de l'IPHES.

Je remercie infiniment la Dr. Rosa Huguet de m'avoir incité aux études archéozoologiques des premiers hominidés en Europe. Qu'elle trouve ici l'expression de ma considération.

Des remerciements particuliers à Julie Arnaud et toutes personnes ayant permis de faciliter toutes mes démarches administratives lors de mon arrivée en famille à Ferrara.

Mes remerciements au Pr. Sala Benedetto, pour ses pertinentes explications et orientations sur la paléontologie des macro mammifères de Pirro Nord.

Je remercie la Dr. Ursula Thun Hohensteindu ainsi que toute l'équipe de Laboratoire d'archéozoologie à Unife, departamento Umanistici

Un grand merci à Mr. Slimane Hachi, directeur du CNRPAH de m'avoir permis d'étudier la faune de Tighennif entreposé dans les réserves du Centre.

Je tiens à remercier Zoheir Harichane, pour ces conseils, ses orientations et sa disponibilité concernant le matériel archéologique recueilli à Tighennif.

Merci au Pr. Jan Van Der Made, de m'avoir transmis sa passion pour la paléontologie au cours de mon évolution, dont les connaissances furent un apport essentiel dans ma formation.

De sincères remerciements au Pr. Djillali Hadjouis, qui m'a initié à l'étude des macro mammifères quaternaires et m'a orienté vers l'archéozoologie, et qui a toujours trouvé du temps pour répondre à mes questions, malgré ses nombreuses occupations.

Je présente mes remerciements pour la Dr. Souhila Merzoug, d'avoir partagé sa passion pour l'archéozoologie, ses conseils, ses explications et ses remarques pertinentes.

Je remercie également le Pr. Abdelkader Haddouche, dont ses conseils ont été importants dans la réalisation de ce travail.

Je souhaite également remercier la Pr. Malika Hachid, pour ses précieux conseils, commentaires et ses encouragements lors de nos rencontres au CNRPAH.

Mes remerciements au Pr. Maya Saidani, et Dr. Louiza Galleze pour leurs conseils et leurs encouragements.

Je remercie sincèrement le Pr. Abdelkader Derradji pour ses conseils et ses remarques sur le contexte géologique et géomorphologique du site de Tighennif.

Je ne pourrais jamais assez remercier Fouad Cheheb et Yassine Moussaoui pour leur soutien, leur patience et leurs compétences dans les traitements des illustrations.

Je voudrai sincèrement remercier ma collègue Nezha Mammeri et Linda Benmansour, pour leurs judicieux conseils et corrections.

Je remercie le Dr. Salah Abdessadok pour ses nombreux conseils et ses explications sur la formation sédimentologique du gisement de Tighennif.

Mes remerciements aux équipes d'excavations dans le gisement de Tighennif, Institut d'Archéologie d'Alger et l'Université de Sétif.

Nous remercierons les membres de *l'Association de l'Homme de Palikao* pour leur soutien sur terrain durant toutes les campagnes de fouilles, ainsi pour leur générosité pour les pauses café.

Merci aux étudiants et personnels de l'Université de Ferrara, Claudio Berto, Guido Montanari Canini, Sharada Visweswara Channarayapatna, Ram Charan Shankaraiah, Tedele Solomon, Haftom Berhan Taeza, Carmela Vacaro, qui ont su si gentiment m'accueillir et m'aider dans ma découverte des rouages de la *vita ferrarese*.

Je tiens à remercier tout particulièrement chacun des membres de l'IPHES pour leur hospitalité et leur amitié durant ma mobilité. Mes sincères remerciements à Antonella Pedernana, Souhila Roubache, Fatima Zohra El Aouni, Laxmi Tumung, Behrouz Bazgir, Medin Tsegai, Amjad Amri, pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Toute ma gratitude et ma reconnaissance vont aux professeurs d'URV, UNIFE, IPH, MNHN.

Mes sincères remerciements à Naanaa Sehil, Saida Ben Sadok, Redha Benchernine, Farid Kherbouche, Aldjia Hamlat, Nadia Saidani, Latifa Sari, Djamel Yataghan, Smail Idir, Yassine Moussaoui, Nadia Kandi, Kamel Boulaghraief, Rahma Belambri, Akila Djelid, Saloua Chibane, Yasmine Mouhoubi, Azzedine Fergui, Samia Aouimer, Yassine Sidi Salah, Dhaouia Chérifi, Latifa Marouf, Farah Chemrikh, Nacim Mazouni, Mustapha Aouicha, Mameri Missipsa, Rym Siziani, Nacima Smail, Arezki Bouray, pour leurs réflexions partagées, leurs conseils et leurs encouragements.

Des vifs remerciements à : Hakima, Souad, Samia, Sarah, Ryad et Mohamed (service informatique) ; à Farida et Safia (bibliothèque), à Nadia et Nesrine (secrétariat) et à Sarah (service personnel), pour leur aide et leur amitié.

Mes tendres remerciements, ma gratitude et ma reconnaissance vont à ma famille, mon cher mari et notre très chère fille, pour leur immense soutien pendant ces longues années d'études, même si cela n'a pas toujours été facile.

Abstract

The mode of subsistence and obtaining of animal food resources by the first represent of the genus *Homo* in North Africa and outside Africa is an important component to better understand the evolution of this human line, as well as the technology development. Several agents, processes and taphonomic mechanisms interact for a time and a defined space, in which they carry a series of changes and alterations on the remains of animals during their fossilization.

This present work concerns the taphonomic and archaeozoological study of vertebrates of two lower Paleolithic sites, with "human intervention" as a common element, although they differ from each other in relation to chronology, sedimentary and geographical characteristics. The first complex is that of Pirro Nord 13 in Italy, the oldest (Lower Pleistocene), in a karstic system; and the second is that of Tighennif (early Middle Pleistocene) in Algeria, which is an open air accumulation in a fluvio-lacustrine sedimentary context.

The elaboration of our taphonomic analysis generates several questions; 1) the two assemblages come from two archaeological sites have divergences (sedimentary context, geographic location and chronology); 2) is it possible to isolate and identify the different agents, processes and taphonomic mechanisms involved in the formation of these two sets? ; 3) are they really different from a taphonomic point of view? ; 4) if so, are these differences the result of the environment, geographical location or chronology? ; 5) if not, what brings them together?

The methods used in this research are based on archeological taphonomy and have taken into account the anatomical and taxonomic composition, mortality profiles, differential fossil conservation, various utility indices, fragmentation and taphonomic modifications documented on the bone surfaces.

The research confirms the initial hypothesis of the involvement of hominids in the modifications of PN13 fossil remains. The analysis of this assemblage provided new data on the first subsistence activities of the first *Homo* in Europe. This site has delivered a lithic set of mode 1 technology associated with the remains of vertebrates forming Pirro Nord Faunal Unit. Overall, the fossil assemblage analysis identified traces of human activities related to faunal exploitation, such as cut marks and intentional bone breakage; indicating that these first hominins were responsible for some of the modification of this sample, confirmed by other taphonomic evidence. The type of access that hominids have developed on animal carcasses is not identified, although there is competition between them and carnivores over animal resources. The lithic remains discovered have shown that they were part of the subsistence strategies adopted by the first hominins who occupied Europe. The results obtained by the taphonomic analysis of the PN13 bone assembly contributed to questions related to research on human evolution and also raised new questions that considerably delayed the age of early human occupation in Europe at the beginning of the Lower Pleistocene. In addition, Pirro Nord 13 is added to the map of establishment and dispersal of the

first hominids across the European continent; and it brings with other European sites a better understanding of subsistence behaviors and allows to offer an overview of the variability and chronology of subsistence behaviors that allowed them to survive and ensure the occupation of Europe from the Early Lower Pleistocene.

With regard to the analysis of Tighennif's assemblage, new results and discussions have been established on the main characteristics of the first Acheulean occupations in North Africa. Postdepositional changes are abundant and similar in both assemblages, consisting mainly of manganese oxide, water activity, and root-etching of vegetation roots. Despite these taphonomic features, it was possible to identify evidence of hominid and carnivore activity. Intentional breakage bone and cut marks indicate an anthropogenic exploitation of meat and marrow. Carnivore activities are poor, identified by the presence of teeth marks. Lithic artefacts represent a coherent and fresh assemblage including small debiting elements. Technologically, the lithic assemblage is of the typical Acheulean tradition (mode 2), manufactured on limestone, flint and quartzite. The data provided by the site suggest that Tighennif hominins from 1,0 Ma had the skills to successfully exploit animal resources, allowing early access to ungulates of different size classes. The data obtained from this study contributed to issues related to the subsistence behaviors of *Homo erectus sensu lato* in North Africa, provided a great insight into subsistence behaviors that allowed them to survive, ensure the reproduction and continuity of occupation in North Africa since the beginning of the Lower Pleistocene. Also, new questions were raised concerning the chronology of the site and the adaptations of *Homo erectus* to the environment and climate in this region between 0.8 and 1.0 Ma.

Both assemblages analyzed, and the conclusions of this thesis, open up new perspectives for different cultural studies of Middle Pleistocene in North Africa and Lower Pleistocene in Europe.

Key-words: cut marks, use-wear, subsistence activities, Oldowan, Early Pleistocene, Pirro Nord 13, Tighennif, Early Middle Pleistocene, Acheulean, *Homo erectus*, and North Africa.

Résumé

Le mode de subsistance et d'obtention des ressources alimentaires animales par les premiers représentant du genre *Homo* en Afrique du Nord et hors d'Afrique est une composante importante afin de mieux comprendre l'évolution de cette lignée humaine, au même titre que le développement technologique. Plusieurs agents, processus et mécanismes taphonomiques interagissent durant un temps et dans un espace défini, dans lesquels ils portent une série de changements et d'altérations sur les restes d'animaux au cours de leur fossilisation.

Ce travail porte sur l'étude taphonomique et archéozoologique des vertébrés de deux sites paléolithiques inférieurs, avec « l'intervention humaine » comme élément commun, bien qu'ils diffèrent l'un de l'autre par rapport à la chronologie et aux caractéristiques sédimentaires et géographiques. Le premier complexe est celui de Pirro Nord 13 en Italie, le plus ancien (Pléistocène inférieur), dans un système karstique ; et le second est celui de Tighennif (début du Pléistocène moyen) en Algérie, qui est une accumulation de plein air dans un contexte sédimentaire fluvio-lacustre.

L'élaboration de notre analyse taphonomique engendre plusieurs questions ; 1) les deux assemblages proviennent de deux sites archéologiques présentant des divergences (contexte sédimentaire, localisation géographique et chronologie) ; 2) est-il possible d'isoler et d'identifier les différents agents, processus et mécanismes taphonomiques impliqués et intervenus dans la formation de ces deux accumulations ? ; 3) sont-elles vraiment différentes d'un point de vue taphonomique ? ; 4) si oui, ces différences sont-elles la conséquence de l'environnement, de la localisation géographique ou de la chronologie ? ; 5) si non, qu'est-ce qui les rapproche ?

Les méthodes utilisées dans cette recherche sont basées sur la taphonomie archéologique et ont pris en compte la composition anatomique, taxonomique, les profils de mortalité, la conservation différentielle des fossiles, les différents indices d'utilité, la fragmentation et les modifications taphonomiques documentées sur les surfaces osseuses.

La recherche confirme l'hypothèse initiale de l'implication des hominidés dans les modifications des restes fossiles de PN13. L'analyse de cet assemblage a livré de nouvelles données concernant les premières activités de subsistance des premiers représentants du genre *Homo* en Europe. Ce site a livré un ensemble lithique de technologie de mode 1 associée aux restes des vertébrés formant l'Unité Faunique de Pirro Nord. Dans l'ensemble, l'analyse de l'assemblage fossile a permis d'identifier des traces d'activités anthropiques liées à l'exploitation faunique, des traces de découpes (cut marks) et des fracturations intentionnelles d'os ; en indiquant que ces premiers hominidés étaient responsables d'une partie de la modification de cet échantillon, confirmée par d'autres preuves taphonomiques. L'identification du type d'accès que les hominidés ont développé sur les carcasses d'animaux n'a pas été isolée avec précision, bien qu'il existe une compétition entre eux et les carnivores sur les ressources animales. Les vestiges lithiques

découverts ont montré qu'elles faisaient partie des stratégies de subsistance adoptées par les premiers hominidés qui occupaient l'Europe. Les résultats obtenus par l'analyse taphonomique de l'assemblage osseux de PN13 ont contribué aux questions liées à la recherche sur l'évolution humaine et ont également soulevé de nouvelles questions qui ont considérablement repoussé l'âge des premières occupations humaines en Europe au début du Pléistocène. De plus, Pirro Nord 13 s'ajoute à la carte d'établissement et de dispersion des premiers hominidés à travers le continent européen ; et il apporte avec d'autres sites européens une meilleure compréhension des comportements de subsistances et permettent de proposer un aperçu de la variabilité et de la chronologie des comportements de subsistance qui leur a permis de survivre et d'assurer l'occupation de l'Europe dès le lobe du Pléistocène inférieur.

En ce qui concerne l'analyse de l'assemblage de Tighennif, de nouveaux résultats et discussions ont été établies sur les principales caractéristiques des premières occupations acheuléennes en Afrique du Nord. Les modifications postdépotionnelles sont abondantes et similaires dans les deux assemblages, principalement constitués d'oxyde de manganèse, d'activité de l'eau et des traces de racines de végétation. Les modifications taphonomiques indiquent que les fossiles ont été enfouis après une petite exposition à l'air libre. Malgré ces caractéristiques taphonomiques, il a été possible d'identifier des preuves d'activités d'hominidés et de carnivores. La fracturation intentionnelle de l'os et les cut marks indiquent une exploitation anthropique pour la viande et la moelle. Les activités de carnivores sont pauvres, identifiées par la présence de marques de dents. Les artefacts lithiques représentent un assemblage cohérent et frais incluant les petits éléments de débitage. Technologiquement, l'assemblage lithique est de la tradition Acheuléenne typique (mode 2), manufacturés sur une variété de roches telles que le calcaire, grès, silex et quartzite. Les données fournies par le site suggèrent que les hominidés de Tighennif à partir de 1,0 Ma avaient les compétences nécessaires pour exploiter avec succès les ressources animales, en permettant un accès primaire aux carcasses d'ongulés de différentes classes de taille. Les données obtenues par cette étude ont contribué aux questions liées aux comportements de subsistance d'*Homo erectus sensu lato* d'Afrique du Nord, ont apporté une grande appréhension des comportements de subsistances qui leur a permis de survivre, de se reproduire et d'assurer la continuité de l'occupation de l'Afrique du Nord depuis le début du Pléistocène inférieur. Egalement, de nouvelles questions ont été soulevées concernant la chronologie du site lui-même et les adaptations d'*Homo erectus* à l'environnement et au climat régnant dans la région entre 0,8 et 1,0 Ma.

Les deux assemblages analysés, et les conclusions de cette thèse, ouvrent de nouvelles perspectives pour différentes études culturelles du Pléistocène moyen en Afrique du Nord et du Pléistocène inférieur en Europe.

Mots-clés: cut marks, *use-wear*, activités de subsistance, Oldowan, Pléistocène inférieur, Pirro Nord 13, Tighennif, début du Pléistocène moyen, Acheuléen, *Homo erectus*, Afrique du Nord.

TABLES DES MATIERES

- Première partie

Chapitre I : Introduction.

Introduction	3
Structure du travail	4
Problématiques	5
Objectifs	7
Hypothèses	8

Chapitre II : Concept théorique

II. 1. Le Pléistocène inférieur Européen	11
II. 2. Pléistocène moyen en Afrique du Nord	16
II. 2. 1. La tradition de type Oldowan.....	17
II. 2. 2. Mode 2- type Acheuléen.....	19
II. 2. 3. L'Acheuléen au Maghreb.....	22
II. 3. L'acquisition des ressources animales	24
II. 3. 1. La chasse.....	25
II. 3. 2. Le charognage.....	27
II. 4. Les types d'occupation	31
II. 5. La subsistance des premiers hominidés	34
II. 5. 1. La subsistance des premiers hominidés en Europe- Pléistocène inférieur.....	36
II. 5. 2. La subsistance des hominidés du Paléolithique inférieur en Afrique du Nord.....	39

Chapitre III : Matériel et méthodes d'analyses

III. 1. Définition de la taphonomie	52
III. 2. Matériel d'étude	55
III. 3. Méthodes d'analyse	55
III. 3. 1. La représentation squelettique et spécifique.....	56
<i>La quantification</i>	57
III. 3. 2. L'estimation de l'âge des animaux.....	58
III. 3. 3. Les classes de poids des animaux.....	59
III. 3. 4. La fracturation.....	60
III. 3. 5. Fracturations produites par les carnivores.....	62
III. 3. 6. Les altérations/modifications taphonomiques.....	63
III. 3. 6. 1. Les modifications d'origines anthropiques.....	64
III. 3. 6. 1. 1. Les stries de boucherie / découpe.....	65
III. 3. 6. 1. 2. Fracturation produite par les hominidés.....	68
III. 3. 6. 1. 3. L'os aménagé/utilisé.....	70
III. 3. 6. 2. Les altérations causées par les carnivores.....	73
III. 3. 6. 3. Les altérations postdépotionnelles.....	76
III. 3. 6. 3. 1. Les modifications par action de rongeurs.....	76
III. 3. 6. 3. 2. Les altérations produites par les insectes.....	77
III. 3. 6. 3. 3. Les altérations produites par l'exposition en plein air.....	77
III. 3. 6. 3. 4. Le transport hydrique.....	79
III. 3. 6. 3. 5. Les altérations produites par l'abrasion.....	81
III. 3. 6. 3. 6. Les altérations causées par le piétinement.....	82

III. 3. 6. 3. 7. Les altérations produites par les racines de végétation	84
III. 3. 6. 3. 8. Les processus chimiques	84
III. 3. 6. 3. 9. Le manganèse.....	85
III. 3. 6. 3. 10. La concrétion.....	86
III. 3. 6. 3. 11. Les déformations.....	86
III. 4. Les fréquences de la représentation squelettique	87
III. 5. Les types d'accumulations	90
III. 5. 1. Accumulations produites par les hominidés	90
III. 5. 2. Les accumulations produites par les carnivores.....	92
III. 5. 2. 1. L'éthologie des carnivores	92
III. 5. 2. 2. Accumulations produites par les hyènes	93
III. 5. 2. 3. Accumulations produites par les grands félidés.....	95
III. 5. 2. 4. Accumulations réalisées par les canidés	96
III. 5. 2. 5. Accumulations produites par les lynx	97
III. 5. 2. 6. Accumulations produites par les ursidés.....	97
III. 5. 3. Accumulations par agents mécaniques	98
III. 5. 4. L'interaction entre hominidés / carnivores	99
III. 6. L'ethnoarchéologie	101
III. 7. La répartition spatiale.....	102

-Deuxième partie

Chapitre IV : Site de Pirro Nord 13, Italie

IV. 1. Le contexte géographique de Pirro Nord.....	109
IV. 2. Le contexte géologique de Pirro Nord.....	109
IV. 3. La chronologie de Pirro Nord	110
IV. 4. L'historique de recherche.	111
IV. 5. La stratigraphie et la sédimentologie de Pirro 13	115
IV. 6. Le registre lithique de Pirro Nord.....	117
IV. 6. 1. La matière première lithique.....	118
IV. 6. 2. La taphonomie et l'enfouissement.....	118
IV. 6. 3. La technologie et le débitage	119
IV. 6. 4. Les comportements économiques et comparaison.....	120
IV. 7. Le paléoenvironnement à Pirro Nord	121

Chapitre V : Taphonomie du site de Pirro Nord 13

V. 1. La représentation squelettique et spécifique.....	129
V. 2. Les classes d'âges.....	132
V. 3. Les classes de poids.....	133
V. 4. La fragmentation / fracturation	136
V. 5. Les modifications et les altérations taphonomiques	139
V. 5. 1. Les modifications anthropiques	140
V. 5. 1. 1. Les traces de découpe.....	140
V. 5. 1. 2. La fracturation anthropique.....	145
V. 5. 2. Les modifications causées par les carnivores.....	147
V. 5. 3. L'origine de l'accumulation	156
V. 5. 4. Les processus postdépositionnels.....	158

V. 5. 4. 1. Les modifications produites par les rongeurs.....	158
V. 5. 4. 2. Météorisation – <i>Weathering</i>	159
V. 5. 4. 3. La pression de sédiments	160
V. 5. 4. 4. Le piétinement.....	161
V. 5. 4. 5. Les traces de racines de plantes	162
V. 5. 4. 6. L’abrasion / l’arrondissement et le polissage.....	163
V. 5. 4. 7. L’oxydation.....	165
V. 5. 4. 8. La concrétion	165
V. 5. 4. 9. La corrosion chimique	166
V. 6. L’indice de l’utilité alimentaire - nutritive.....	167
V. 7. Le Ratio Epiphyse-Diaphyse	170
V. 8. Discussion et synthèse interprétative	172
V. 9. Le scénario probable de l’accumulation de l’assemblage à PN13.....	186
V. 10. Conclusions	188

-Troisième partie

Chapitre VI : Gisement de Tighennif

VI. 1. Géologie et géomorphologie	195
VI. 2. La lithostratigraphie.....	196
VI. 2. 1. Le Secondaire	196
VI. 2. 1. 1. Le Trias.....	196
VI. 2. 1. 2. Le Jurassique	197
VI. 2. 1. 3. Le Crétacé.....	197
VI. 2. 2. Le Tertiaire	197
VI. 2. 3. Le Quaternaire ;	198
VI. 3. Historiques de recherches	200
VI. 4. La chronologie.....	202
VI. 5. La stratigraphie	204
VI. 6. L’homme de Tighennif.....	209
VI. 6. 1. Les restes humains récupérés.....	209
VI. 6. 2. L’Analyse comparative des spécimens.....	210
VI. 6. 3. La position systématique d’ <i>Atlanthropus</i>	212
VI. 6. Les études paléontologiques	216
VI. 7. Travaux taphonomiques précédents	220
VI. 8. Les interprétations pléoenvironnementales.....	223
VI. 8. 1. Les données stratigraphiques	223
VI. 8. 2. Les données écologiques selon la faune	225
VI. 8. 3. Les données géochimiques isotopiques	228
VI. 9. Le registre lithique.....	230

Chapitre VII : Taphonomie du site à hominidés de Tighennif

VII. 1. La représentation squelettique et spécifique.....	239
VII. 2. Les classes d’âges.....	244
VII. 3. Les catégories de poids.....	245
VII. 4. La fracturation/fragmentation.....	254

VII. 5. Les modifications et les altérations taphonomiques	257
VII. 5. 1. Les modifications anthropiques.....	258
VII. 5. 1. 1. Les traces de découpe.....	258
VII. 5. 1. 2. La fracturation anthropique	269
VII. 5. 1. 3. Outils sur matière dure animale.....	278
VII. 5. 2. Les modifications causées par les carnivores	285
VII. 5. 3. Les altérations et modifications postdépositionnelles	292
VII. 5. 3. 1. La météorisation – <i>Weathering</i>	292
VII. 5. 3. 2. Le piétinement – <i>Trampling</i>	295
VII. 5. 3. 3. L’abrasion - Arrondissement et Polissage	297
VII. 5. 3. 4. La pression de sédiments.....	302
VII. 5. 3. 5. Les traces de racines de plantes	304
VII. 5. 3. 6. L’oxydation	306
VII. 5. 3. 7. La concrétion	307
VII. 5. 3. 8. La corrosion chimique	307
VII. 6. L’indice de l’utilité alimentaire.....	311
VII. 7. Stratégie de subsistance	316
VII. 8. Le Ratio Epiphyse-Diaphyse	318
VII. 9. Discussion et synthèse interprétative.....	322
VII. 10. Conclusions	347

-Quatrième partie

Chapitre VIII : Discussion générale et conclusions

VIII. 1. Discussion générale	355
VIII. 1. 1. Comportements de subsistance - mode 1 en Europe.....	361
VIII. 1. 2. Comportements de subsistance – mode 2 en Afrique	364
VIII. 2. Conclusions générales.....	368
VIII. 3. Réflexions et perspectives.....	374

Chapitre IX : Bibliographie

Bibliographie.....	377
Liste des figures	445
Liste des tableaux.....	453

Première partie

Chapitre I
Introduction

Introduction

Au cours des dernières décennies, de nombreuses découvertes dans le monde de la préhistoire ont renouvelé nos connaissances sur les premiers peuplements et les premières communautés préhistoriques, leur comportement, leur mode de vie et leur capacité cognitive. L'émergence de la fabrication d'outils en pierre et la gestion du feu sont deux événements les plus significatifs dans l'évolution culturelle des hominidés.

« ... Le premier outil taillé contient déjà un processus d'anticipation où s'enclenche en cascades un dialogue entre la pensée et la matière. La succession d'actes apparemment limités aux techniques offre une logique manifeste par laquelle les lois du monde ont été successivement défiées... » (Marcel Otte, 2017, présentation)

Antérieurement, la définition d'un site archéologique paléolithique se limitait à la concentration de vestiges lithiques. Plus tard, certains auteurs tels qu'Henri Martin et Davidson Black ont tenté d'orienter cette perception vers le comportement et l'écologie des hominidés ; vision issue de l'association des restes fauniques fossiles avec les outils lithiques offrant des données pertinentes sur les activités d'hominidés (Potts, 1988).

L'augmentation de la consommation de viande, de la moelle et la transformation des aliments nous a rendu humains (Bunn, 2006 ; Zink et Lieberman, 2016). Les plus anciens comportements techno-économiques et aptitudes cognitives des hominidés, datés entre 2,6-2,3 Ma, sont documentés à Gona (Kada Gona), à Hadar (vallée inférieure de l'Omo) en Ethiopie et à West Turkana (Lokalalei) au Kenya (Prat et al., 2005). L'association, dans ces sites, des vestiges lithiques avec des restes d'ongulés conservant des cut marks prouve que la fonction principale de ces artefacts en pierre était la boucherie (Domínguez-Rodrigo et al., 2005).

Aujourd'hui, les études des faunes constituent un apport capital à l'étude de la préhistoire. L'identification des espèces, de leur environnement et de leur relation avec l'homme forme une évidence cruciale de l'ancienneté de l'espèce humaine. Cette discipline ou tout simplement l'archéozoologie est l'étude comportementale des hominidés à travers l'analyse des restes fauniques présents dans des sites archéologiques. En commun avec les méthodes issues de la taphonomie et de la paléontologie, les restes fossiles sont analysés afin de tirer le maximum d'informations caractérisant les comportements de ces hominidés tout au long de leur évolution. Aussi, l'ethnographie et les méthodes analogiques comparatives sont utilisées, néanmoins avec prudence, car l'éthologie animale

et le comportement humain ont pu varier avec le temps, et il n'est donc pas possible d'extrapoler directement les comportements actuels au passé (Shipman, 1981) ; bien que les analogies modernistes sont bien considérées.

Le présent travail aborde d'un point de vue archéologique l'étude de deux assemblages fauniques ayant comme éléments communs l'intervention humaine et le mode d'occupation en plein air, bien qu'ils diffèrent l'un de l'autre par rapport à la chronologie et les caractéristiques sédimentaires et géographiques. Le premier complexe est celui de Pirro Nord 13 en Italie, le plus ancien (Pléistocène inférieur), dans un système karstique ; et le second est celui de Tighennif (début du Pléistocène moyen) en Algérie, qui est une accumulation de plein air dans un contexte sédimentaire fluvio-lacustre. Ces deux associations montrent la présence des évidences de différents mécanismes et processus taphonomiques qui ont abouti à la formation de l'accumulation. Cela, nous conduit à une analyse comparative permettant d'aborder les faits complexes autour des processus taphonomiques intervenant dans la formation des sites de plein air et ceux du karst.

Structure du travail

Tenant compte de ce qui a précédé, notre analyse archéozoologique et taphonomique sera répartie sur quatre parties. La première (chapitre I, II et III) sera consacrée aux différents cadres conceptuels et théoriques concernant les deux assemblages fauniques ; et qui devront présenter leurs propres caractéristiques différentes les unes des autres ; par rapport à la chronologie, l'état actuel de connaissance sur les hominidés du Pléistocène inférieur en Europe et ceux du début du Pléistocène moyen en Afrique du Nord et leurs comportements et stratégies de subsistance. Aussi, nous exposerons les différentes méthodes qui vont être appliquées dans notre présente analyse.

La deuxième partie (chapitre IV et V) traitera le complexe du site de Pirro Nord 13, avec la description du site, la chronologie, le paléoenvironnement, le registre archéologique (faune et lithique) recueilli et les travaux de recherches réalisés. Par la suite, viendra l'analyse taphonomique avec la présentation des résultats, la discussion interprétative et enfin la conclusion.

Dans la troisième partie (chapitre VI et VII), nous aborderons le gisement de Tighennif, avec la description du site, la chronologie des dépôts archéologiques, le paléoenvironnement, les restes d'*Homo erectus/ergaster* récoltés dans ce gisement et enfin

les différents travaux menés sur le matériel récupéré dans ce site. Postérieurement, nous enchaînerons avec la présentation des résultats, suivie d'une discussion interprétative et une conclusion.

Enfin, la quatrième et dernière partie (Chapitre VIII et IX) sera une synthèse générale récapitulative pour lier et combiner les différentes informations taphonomiques obtenues dans cette étude avec d'autres fournies par d'autres sites ; et il est nécessaire d'esquisser le schéma concernant les processus, agents et mécanismes taphonomiques impliqués et intervenus dans la formation de chaque assemblage examiné et de l'intégrer dans un contexte plus large.

Problématiques

A partir des différents restes fossiles recueillis dans les sites archéologiques, plusieurs disciplines tentent de reconstituer les aspects des stratégies de subsistance des hominidés ayant fréquenté ces sites. Par conséquent, l'analyse taphonomique est une approche incontournable lors d'étude et d'interprétation des différents processus et mécanismes taphonomiques impliqués dans la formation des associations fossiles. Cette approche facilite la reconnaissance des modifications et des changements des entités biologiques du passé en entités taphonomiques. De ce fait, toute étude taphonomique doit être développée et considérée comme un ensemble et non pas en tant que différents stades de connaissances (Fernández-López, 1995).

L'histoire taphonomique permet de distinguer les facteurs de conservation du matériel archéologique, de déterminer les indices permettant de soulever des questions sur les stratégies d'utilisation et la gestion des ressources de subsistance. Ces dernières sont définies comme différentes actions et mesures choisies par les hominidés dans un lieu spécifique et durant un temps défini afin d'obtenir les moyens nécessaires pour survivre et se reproduire en tant qu'individus et groupes (Huguet et al., 2013). Les modifications apportées par les hominidés sont multiples et variées, et peuvent influencer sur l'assemblage osseux de différentes façons et à des degrés divers. Les modifications imputables aux hommes sont-elles suffisamment claires pour être diagnostiquées et/ou reliées à un comportement de subsistance ? La distinction entre un comportement axé sur le charognage ou sur la chasse peut-elle être mise en évidence pour ces sites ? En fait, ces évidences, bien que moins fréquentes, sont également cohérentes pour les hominidés du Paléolithique inférieur en Europe et en Asie, et beaucoup plus nombreuses en Afrique ;

suggérant que la chasse pourrait être étroitement liée à l'émergence du genre *Homo* (Semaw, et al., 2003 ; Egeland et al., 2004 ; Dominguez-Rodrigo, et al., 2007 ; Pickering, et al., 2007 ; Dominguez-Rodrigo et al., 2009 ; Bunn et Pickering, 2010 ; Ferraro et al., 2013 ; Dominguez-Rodrigo, et al., 2014).

Le mode de subsistance et d'obtention des carcasses par les premiers représentant du genre *Homo* en Afrique du Nord et hors d'Afrique est une composante importante afin de mieux comprendre l'évolution de cette lignée humaine au même titre que le développement technologique. En effet, cette étude est axée sur l'analyse des deux ensembles fauniques et de leurs relations avec les artefacts lithiques récoltés en association dans ces sites.

Enfin, à côté des comportements de subsistance, certaines des caractéristiques techniques et comportementales également associées au genre *Homo* émergent au Pléistocène inférieur et au moment de la transition au Pléistocène moyen. Les modes d'acquisition des carcasses, sont-elles liées aux changements de ressources (spectre faunique) ; sont-elles liées au groupe d'homme qui les pratique ? L'apparition en Afrique du Nord d'hommes porteurs d'une nouvelle technologie, avec en particulier un nouvel outil, le biface, (mode 2), est-elle responsable du changement de mode d'acquisition des restes de grands herbivores retrouvés associés en grande quantité avec ces artefacts lithiques ?

Plusieurs agents et processus taphonomiques interagissent durant un temps et dans un espace défini, dans lesquels ils portent une série de modifications et d'altérations sur les squelettes des animaux au cours de leur fossilisation. L'élaboration de notre analyse taphonomique engendre plusieurs questions, auxquelles nous tentons d'y répondre. Les deux assemblages proviennent de deux sites archéologiques présentant des divergences (contexte sédimentaire, localisation géographique et chronologie). Par conséquent, est-il possible d'isoler et d'identifier les différents agents, processus et mécanismes taphonomiques impliqués et intervenus dans la formation des accumulations de ces deux assemblages ? ; sont-ils vraiment différents d'un point de vue taphonomique ? Si oui, ces différences sont-elles la conséquence de l'environnement, de la localisation géographique ou de la chronologie ? Si non, qu'est-ce qui les rapproche ? Et quel rôle les agents et les processus taphonomiques ont joué dans l'accumulation de ces associations fossiles ?

Si, l'évidence de l'occupation humaine à Pirro Nord 13 est démontrée par les artefacts lithiques portant des traces d'utilisation dans le traitement de viande remonte à

plus de 1,3 Ma, ce qui est actuellement attesté en Europe avec les sites d'Orce (Fuente Nueva 3 et Barranco León) et ceux d'Atapuerca (Sima del Elefante et Grand Dolina) ; peut-on reconnaître et esquisser les types de stratégies de subsistance de ces premiers hominidés occupant ce continent depuis le début du Pléistocène inférieur.

L'occupation de l'Afrique du Nord par l'*Homo erectus sensu lato* vers 1 Ma (Sahnouni et van der Made, 2009) est attestée dans le gisement de Tighennif avec des restes d'hominidés associés à une technologie lithique du mode 2 de type acheuléen et des restes fauniques portants des traces de boucherie. Différents taxons d'herbivores ont été exploités dans ce site, notamment les animaux de très grande taille tels que l'éléphant, le rhinocéros et l'hippopotame. Dans ce milieu, l'exploitation de cette gamme de poids, peut être liée à un comportement des hominidés de Tighennif ? Peut-on parler d'une relation entre l'exploitation de ces animaux avec l'émergence du biface acheuléen ? Est-il possible de savoir si les schémas de comportements observés chez l'*Homo erectus sensu lato* à Tighennif, durant cette chronologie, constituent une réponse locale aux contextes écologiques et paléoenvironnementaux dans cette zone, ou bien sont-ils des révélateurs d'un schéma acheuléen global en Afrique à cette chronologie ?

Objectifs

L'élaboration de notre présent travail se base sur l'analyse taphonomique et archéozoologique des restes fauniques des macrovertébrés provenant des sites paléolithiques inférieurs. Dans ce sens, l'analyse taphonomique de ces restes nous permettra de comprendre les différents processus et agents taphonomiques liés ou pas, ayant joué un rôle dans la formation des deux accumulations. De ce fait, l'intérêt fondamental de ce présent travail est :

- 1) Identifier anatomiquement et taxonomiquement les restes récupérés dans chaque assemblage afin d'évaluer leur intégrité ; déterminer et quantifier les modifications présentées sur les surfaces de ces restes fossiles ; et isoler, séquencer l'intervention et l'implication des différents agents, processus et mécanismes taphonomiques dans la formation des accumulations.
- 2) Déterminer, analyser et quantifier les modifications anthropogéniques ; et aussi isoler, examiner et quantifier les modifications produites par les carnivores, du fait qu'ils sont considérés comme les principaux concurrents pour les ressources nutritives ; et établir le

type de compétition entre ces deux agents prédateurs sur les ressources alimentaires animales.

3) Évaluer l'incidence des agents post-déposition et fossilo-diagénétiques des processus qui sont intervenus dans les deux associations.

4) Définir le rôle des hominidés dans ces accumulations ; et mettre en évidence le type de stratégie de subsistance appliqué par ces hominidés afin d'obtenir leurs ressources animales ;

Hypothèses

Considérant la problématique et les objectifs précédemment exposés, notre hypothèse se dégage de l'idée que la présence des différentes modifications sur l'assemblage faunique fossile est conditionnée par le type de dépôt archéologique, l'environnement dans lequel il se trouve et les différents agents, processus et mécanismes taphonomiques ayant intervenus dans la formation de l'accumulation.

Daté entre 1,3 et 1,6 Ma, le site de Pirro Nord 13 (Italie) atteste d'une plus ancienne occupation humaine en Europe, telles qu'Atapuerca (TD6 et TE9), Barranco León et Fuente Nueva 3. Les traces de découpe et celles d'utilisation sur les artefacts lithiques à PN13 représente un lien évident entre ces objets lithiques Oldowayens et les processus de traitement des carcasses d'animaux pour la viande. De ce fait, l'occupation de l'Europe devrait être retardés au-delà de 1,3-1,6 Ma ; en raison de la présence des hominidés qui utilisaient déjà des outils lithiques dans le traitement des animaux pour la viande.

A Tighennif, vers un million d'année, l'exploitation des animaux de très grande taille (>1000 kg) est probablement liée au complexe acheuléens ; et une variété de fonctions a été suggérée pour les bifaces Acheuléens, y compris le travail de bois et le traitement des carcasses des grands animaux, souvent interprété comme faisant partie d'une stratégie de subsistance évoluée coïncidant avec l'émergence d'*Homo erectus* / *ergaster*.

Chapitre II

Concept théorique

Différents concepts et méthodes d'archéologie sont mises en évidence pour l'étude des groupes humains dans leur contexte environnemental (Butzer, 1971, 1989). Cela, nous mène à considérer l'étude de ces groupes dans différentes échelles ; locale qui, se concentre sur le site, son registre archéologique fossile et les données écologiques et environnementales en relation avec les conditions du milieu où ils vivaient ; et à l'échelle régionale, qui est une vision des comportements de ces groupes humains sur une période plus longue, et moins précise par rapport à l'échelle locale (Gamble, 1995).

L'intérêt aux restes d'ossements d'animaux dans le registre archéologique a commencé avec l'apparition des travaux de Binford (1978, 1981) et de Brain (1981), en introduisant l'approche taphonomique dans les études archéozoologiques. Cette apport est vital en matière de compréhension de l'interaction des groupes d'hominidés avec leur environnement, de caractériser le type et le fonctionnement du site et de déduire les différents aspects socio-économiques de ces hominidés.

L'économie élaborée par les hominidés du Pléistocène inférieur est soumise aux stratégies de subsistance déployées par eux, selon les décisions rationnelles, afin de concilier les objectifs. Dans ce sens, l'emplacement du camp, la technologie lithique, la mobilité du groupe, sa structure et son organisation sociale, sont des paramètres considérer pour répondre à la question d'économie de ces groupes humains (Huguet, 2007).

Les découvertes des restes fossiles de mammifères associés à des artefacts lithiques ont soulevé un débat sur l'origine de la formation de ces accumulations fauniques et les moyens de se procurer cette source de nourriture carnée. Les hominidés exploitent les ressources animales pour plusieurs raisons, dont la plus importante est l'obtention des ressources énergétiques, aussi la matière première afin de produire et de façonner les outils et les habillements (Lyman, 1994).

II. 1. Le Pléistocène inférieur Européen

L'occupation du continent Européen est attestée depuis le début du Pléistocène inférieur par différents sites, tels que Pirro Nord, Monte Poggiolo, Barranco León, Fuente Nueva 3, Atapuerca TE9, Atapuerca TD6, le Vallonnet, Lézignan-la-Cèbe, Happisburgh 3, Pakefield parmi d'autres (Toro-Moyano, et al., 2013 ; Bermúdez de Castro, et al., 1997, Martínez Navarro, et al., 1997 ; Gabunia, et al., 2000, Parfitt, et al., 2005, Huguet, 2007,

Carbonell, et al., 2008, Arzarello et Peretto, 2010, Parfitt et al., 2010 ; Saladié, et al., 2011, 2014 ; Moncel, et al., 2012a ; Bourguignon et al., 2016 ; Michel et al., 2017).

Le Pléistocène inférieur débute vers 2,58 Ma, phase glaciaire de Biber (MIS 103), jusqu'à 0,78 Ma, phase interglaciaire de Cromer (MIS 19) (Silva et al., 2009). Cette période est caractérisée par une détérioration climatique marquée par la cyclicité et par des changements climatiques affectant l'augmentation des glaciers et la diminution des glaciers formés au Pliocène. Ces phases sont d'une importance capitale dans la dispersion du genre *Homo* (Leroy et al., 2011). Cependant, la zone méditerranéenne européenne qui semble avoir été moins affectées par ces changements climatiques affectant directement la structure de la végétation, la distribution des biomes, y compris les humains et la géographie existante (Hublin, 2009 ; Arsuaga et al., 2014). Dans le bassin de la Méditerranée, l'influence marine, la continentalité la plus basse, la position latitudinale et certaines barrières géographiques interviennent dans l'existence de conditions environnementales douces par rapport à celles identifiées dans le Nord d'Europe.

La région Méditerranéenne est une zone de transition, dont le climat se caractérise par des contrastes annuels et spatiaux marqués par des températures et des précipitations. Le climat est soumis à l'influence des dépressions et des anticyclones installés sur l'Atlantique Nord et à celle des déplacements nord-sud de la zone de convergence intertropicale (Hamouti et al., 2008). Dans ce sens, le paléoenvironnement dans la péninsule italique durant le Pléistocène inférieur, basé sur la biochronologie, indique un autre épisode de renouvellement faunique attestant l'existence d'un environnement ouvert reflétant principalement des conditions arides, avec des milieux humides saisonniers (De Giuli et al., 1986 ; Gliozzi et al., 1997 ; Delfino et Bailon, 2000 ; Bedetti, 2003 ; Arzarello et al., 2009 ; 2017 ; Pavia et al., 2012 ; Petronio et al., 2007 ; Rook et Sardell, 2005, 2013 ; López-García et al., 2015 ; Blain et al., 2016). Parmi les petits mammifères, la présence de *Allophaiomys Ruffoi*, avec un modèle de différenciation de l'émail plus dérivé que celui de Pietrafitta, est significatif (Masini et Sala, 2007). L'Unité Faunique (UF) de Pirro Nord comprend éventuellement de nouveaux taxons d'insectivores, dont la découverte du genre *Hypolagus* en Italie. En revanche, l'observation directe sur l'échantillon assigné à *Allophaiomys ruffoi* de Pirro Nord (De Giuli et al., 1986 ; López-García et al., 2015) ont montré une coïncidence remarquable par rapport à la taille et à la morphologie des espèces de Venta Micena, permettant ainsi la reconnaissance de cette espèce dans le bassin de Guadix-Baza (péninsule ibérique) (Fernández et al., 2014). L'assemblage de vertébrés

récolté à Pirro Nord comprend 20 espèces d'amphibiens et reptiles (Delfino et Bailon, 2000), 47 espèces d'oiseaux (Bedetto, 2003) et plus de 40 espèces mammaliennes (Arzarello et al., 2009 ; Pavia et al., 2012). Les mammifères se caractérisent par la présence de grands carnivores, dont *Homotherium* et *Megatherium* (Petronio et al., 2007) d'Ongulés et de grands porc-épic *Hystrix Refossa* (Rook et Sardell, 2013). La faune de Pirro atteste la plus ancienne occurrence de nombreux taxons en Italie tels que *Capreolus* sp., *Equus altidens* et *Meles meles*. Au Sud de la France, durant le Pléistocène inférieur, les données biochronologiques des macro et micromammifères recueillies dans la grotte du Vallonnet, datée de 1,2 Ma (Michel et al., 2017), caractérisent une faune (Galérien/épi-villafranchien), évoluait dans un environnement forestier bien développé avec l'existence de milieux ouverts steppiques / arides (Renault-Miskovsky et Girard, 1988) sous un climat à cachet continental assez contrasté (Chaline, 1988 ; Stout et al., 2010) ; précisément avec un climat frais et sec à la base de la séquence archéologique, suivi de conditions climatiques tempérées et humides (Michel et al., 2017).

Dans la péninsule ibérique, durant le Pléistocène inférieur, le climat présente un écart entre le Nord avec des conditions froides similaires à celles de l'Europe centrale correspondant à la phase interglaciaire ; et le Sud, où règne les zones boisées avec une végétation à fortes exigences hydriques (Jiménez-Moreno, 2003), avec un climat froid et humide (Furió Bruno, 2003 ; Blain, 2003). L'intervalle entre 1,3-1,0 Ma a été une période chaude et humide avant le refroidissement enregistré au sub chron Jaramillo, comme il a été témoigné à Untermassfeld, et le Vallonnet (1,2 Ma) (Rosas et al., 2006 ; Dietrich Kahlke, 2000 ; Michel., 2017). Les sites de Barranco León et Fuente Nueva 3 sont contemporains des pics interglaciaires particulièrement chauds et humides des Stades Isotopes Marins 43 et 49 (soit entre 1,35 et 1,47 Ma).

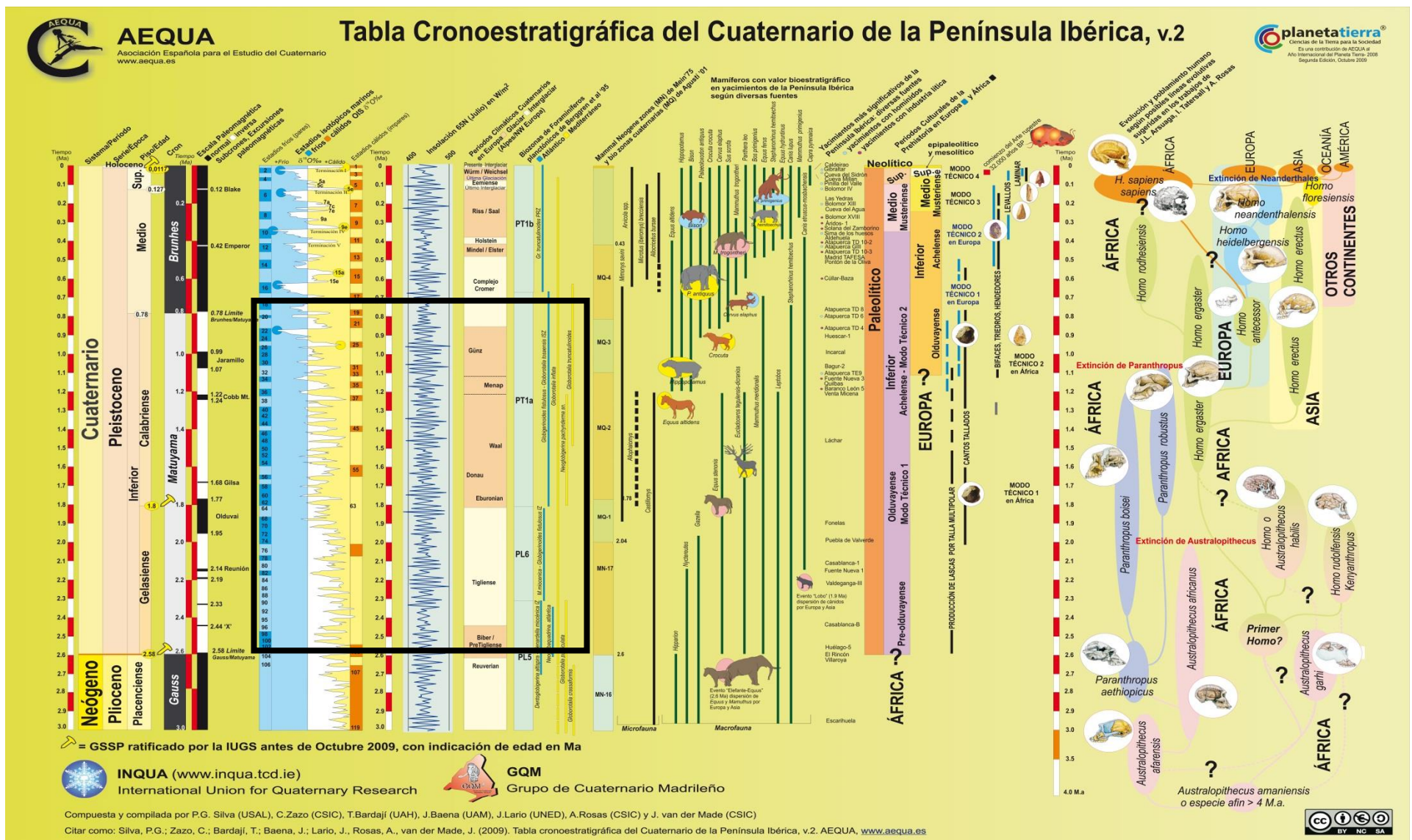


Figure. II. 1. Chronostratigraphie du Quaternaire dans le péninsule ibérique (Silva et al., 2009). Le rectangle noir réfère Pléistocène inférieur en Europe.

Culturellement, le Pléistocène inférieur européen se caractérise par la technologie du mode 1 de type Oldowayen ; dominé par les éclats retouchés ou non et les galets aménagés. Ce techno-complexe lithique se caractérise par une production dédiée à l'obtention d'éclats souvent débités sur des matières premières locales dont morphologie influence les stratégies de production. Ces premières industries lithiques européennes montrent plusieurs caractéristiques communes et un comportement opportuniste assez homogène, bien que certaines particularités puissent être notées, probablement liées et conditionnées par l'environnement et la matière première. Les séquences de réduction sont courtes et largement influencées par la nature et la morphologie des matières premières étant locales (Arzarello et al., 2015 ; Arzarello et Peretto, 2017).

Le plus ancien record, en dehors de Pirro Nord, est Dmanisi en Géorgie, daté de 1,8 Ma (Mgeladze et al., 2011, Lordkipanidze et al., 2013), suivi de Pirro Nord ~ 1,3-1,6 Ma (Gliozzi et al., 1997 ; Marcolini et al., 2013 ; Fernandez et al., 2014 ; López-García et al., 2015), ensuite la Sima del Elefante, Gran Dolina à Atapuerca, datés d'environ 1.2 et 1.0 Ma (Parés et al., 2006, Carbonell et al., 2008 ; Mosquera et al., 2013 ; Huguet et al., 2017), puis Barranco León et Fuente Nueva 3 à Orce, datés de 1,47 Ma (Duval et al., 2008 ; Barsky et al., 2010 ; Toro-Moyano et al., 2011), le Pont de Lavaud datés de 1,1 Ma (Despriée et al., 2009), le Vallonnet daté de 1,2 Ma (Cauche, 2009,; Michel et al., 2017). Dans la péninsule italique, Cà Belvedere di Montepoggiolo atteste aussi d'une ancienne occupation, datée d'environ 1,0Ma (Arzarello et Peretto, 2010).

Dans certains sites, vers 1 Ma, une évolution progressive conduisant à une période de transition vers l'Acheuléen se produise. Cependant, cette période a une définition problématique (Mosquera et al., 2013, Ollé et al., 2013 ; De Lombera-Hermida et al., 2015 ; Bourguignon et al., 2016 ; Sharon et Barsky, 2016) un techno complexe caractérisé par l'abondance de gros outils configurés sur le bord et surtout sur les gros éclats, prédominance du système de réduction centripète et standardisation insuffisante dans la production de éclats (Clark, 1994). Les caractéristiques technologiques de ces industries technologiques concernent les méthodes de production des éclats, la présence / absence, la diversité, la standardisation et la configuration intense des petits outils retouches sur éclats; et la présence / absence de grands outils bifaciaux (Vallverdù et al., 2014a ; Vallverdù et al., 2014b ; Mosquera et al., 2016).

II. 2. Le Pléistocène moyen en Afrique du Nord

Le début du Pléistocène moyen en Afrique du nord coïncide l'interglaciaire Cromer (MIS19), classiquement de 0,78 Ma et se termine par le dernier interglaciaire Eémien de 0,122 Ma (MIS5). Le début de cette période correspond à la transition *Early Middle Pleistocene Transition [EMPT]* ~1,2-0,8 Ma qui concorde à l'initiation de la révolution du Pléistocène moyen (Berger et Jansen, 1994) s'accordant à l'événement de dispersion «fin-villafranchien» et celui d'*Homo*, avec un changement climatique majeur caractérisé par une aridité croissante et un milieu ouvert (deMenocal, 1995, 2004 ; Trauth et al., 2007). Le Pléistocène moyen constitue une phase d'une importance vitale dans l'émergence et la distribution des populations (Silva et al., 2009). En Afrique du Nord, la persistance d'espèces africaines tropicales durant cette période soulignerait l'existence de climats chauds et humides (Coque et Jauzein, 1965).

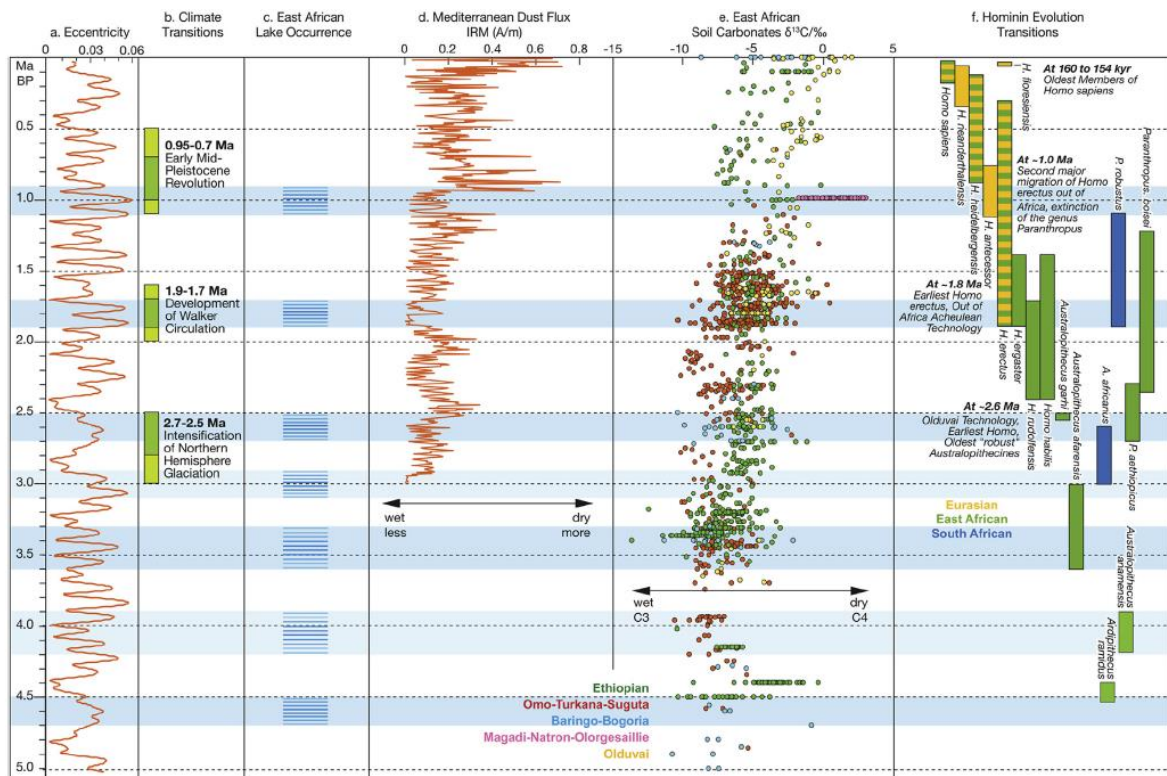


Figure. II. 2. Comparaison des variations d'excentricité (Berger et Loutre, 1991), présence de lacs en Afrique de l'Est (Trauth et al., 2005, 2007, Shultz et Maslin, 2013) avec flux de poussière méditerranéen (Larrasoana et al., 2003), carbonate de sol les isotopes du carbone (Levin, 2013), avec la transition d'évolution des hominidés (Shultz et al., 2012) D'après Maslin et al. (2014)

Le Pléistocène moyen représente une période clé pour comprendre l'occupation systématique de l'Afrique et l'évolution biologique et culturelle des hominidés dans les conditions environnementales variables qui caractérisent ce continent. Afin d'avoir un cadre de référence pour cette partie de notre travail, nous nous sommes limités spatialement à l'Afrique du Nord, précisément le Maghreb. Ce dernier se réfère à une région comprise entre la mer Méditerranée, la bande sahélienne et la Libye.

Actuellement, la caractéristique physiographique dominante dans cette partie du continent africain est le Sahara. Pourtant à une époque, des preuves paléoenvironnementales témoignent des changements climatiques et environnementaux depuis le Plio-Pléistocène avec des périodes de conditions sensiblement plus humides lorsque le Sahara formait un corridor permettant des mouvements libres des premiers humains et de la faune dans les deux sens (Sahnouni, 2012). De telles périodes de conditions environnementales favorables ont dû permettre aux premiers hominidés de se disperser des savanes tropicales de l'Afrique vers les régions tempérées du sud de la Méditerranée (Afrique du Nord).

II. 2. 1. La tradition de type Oldowan

Le continent africain préserve la plus longue liste de manifestations archéologiques du comportement des hominidés et documente largement les différentes étapes de la lignée humaine depuis ses racines. Les premiers artefacts lithiques attribués au Mode 1 sont actuellement connus en Afrique de l'Est et datent approximativement entre 2,6 et 2,5 Ma. Les principaux sites incluent EG10, EG12, OGS6 et OGS7, Gona, Ethiopie (Semaw et al., 1997, 2003) ; Lokalalei, West Turkan, Kenya (Roche et al., 2003) ; Koobi Fora, Est Turkana (Isaac, 1997) ; Olduvai Gorge, Tanzanie (Leakey, 1971) ; Melka Kunture, Ethiopie (Chavaillon et Piperno, 2004). Les sites sud-africains livrant des artefacts lithiques du mode 1 sont Sterkfontein (Kuman et al., 2005) et Swartkrans (Clark, 1992). Ces artefacts sont généralement attribués au complexe industriel Oldowan ; une technologie simple mais nécessite la maîtrise de certaines techniques fondamentales de débitage de la pierre par les hominidés (Sahnouni, 2012)

Les études récentes ont dévoilé la présence de certains nombre de sites paléolithiques inférieurs au Maghreb affirmés dans des contextes primaires témoignant d'une occupation d'hominidés plus ancienne que prévu dans cette région. Des assemblages similaires à ceux d'Oldowan de l'Afrique d l'Est sont connus en Afrique du Nord y

compris Ain Hanech en Algérie (Sahnouni et Heinzelin, 1998, 2005, 2006 ; Sahnouni et al., 2002, 2010, 2013, 2017; Sahnouni, 2012 ; Parès et al., 2014) ; au Maroc atlantique, les assemblages de mode 1 proviennent des sites à proximité de Casablanca (Biberson (1961b) ; en Tunisie, un seul éclat bifacial a été recueilli au Nord-Est de la Côte de la Tunisie (Gragueb et Oueslati, 1990). D'autres artefacts lithiques semblables à ceux d'Oldowan ont été récupérés dans le vaste Sahara Algérien, dont Aoulef (Hugot, 1955), Reggan (Ramendo, 1963), région de la Saoura (Alimen et Chavaillon, 1962) et Bordj Tan Kena (Heddouche, 1980).

Le site d'Ain Hanech (est algérien) découvert par Arambourg (1948) a livré les plus anciennes occurrences archéologiques nord-africaines ; et de 1992-1993, ce site a fait l'objet d'investigations systématiques (Sahnouni, 2012). Ce site est un complexe de sites Plio-Pléistocène avec plusieurs sites paléontologiques et archéologiques en plein air dans des dépôts de plaines inondables en bordure du secteur est du haut plateau algérien, dont, Ain Boucherit, Ain Hanech et El-Kherba (Sahnouni, 1998, Sahnouni et de Heinzelin, 1998, Sahnouni et al., 2002, 2004).

Les espèces d'intérêt biochronologique incluent *Kolpochoeros heseloni*, *Dicerorhinus africanus* et *Anancus* (Sahnouni et van der Made, 2009).

Ces sites ont livrés un très riche assemblage faunique en association avec des outils lithiques attribués au techno-complexe d'Oldowan (Sahnouni, 2006b). La faune fossile est de type Savannah et comprend les proboscidiens (*Anancus*, *Elephas moghrebiensis*), les équidés (*Hipparion libycum*, *Equus numidicus*, *Equus tabeti*), rhinocéros (*Ceratotherium mauritanicum*), hippopotames (*Hippopotamus*), suidés (*Kolpochoerus heseloni*), giraffidés (*Sivatherium maurusium*, *Giraffa pomeli*), bovidés (*Pelorovis howelli*, *Gazella pomeli*, *Oryx eleulmensis*, '*Alcelaphus*', *Numidocapra crassicornis*, *Taurotragus gaudryi*), carnivores (*Vulpes*, *Lycaon*, *Crocuta crocuta*), Mauremys, *Crocodylia* et *Lagomorpha*. La présence d'*Anancus*, de *Dicerorhinus*-like, de *Kolpochoerus*, d'*Equus numidicus* et de *Pelorovis*, espèces inconnus précédemment du site, présume un âge plus ancien à ce site (Sahnouni et van der Made, 2009 ; Hadjouis et Sahnouni, 2006). Les conditions paléoenvironnementales évaluées pour ce laps de temps à partir des restes fauniques et des isotopes radio-carboniques confirment la prédominance d'un paysage herbeux ouvert avec des terres boisées clairsemées témoignant d'une augmentation progressive de l'aridité au fil du temps (Sahnouni et al., 2010). (Sahnouni et van der Made, 2009 ; Sahnouni et al., 2010). Les hominidés de ces sites avaient un accès primaires aux carcasses d'animaux

obtenues comme le montre les activités d'éviscération, de désarticulation, du décharnement et de la fracturation par percussion pour exploiter la moelle médullaire (Sahnouni et al., 2013 ; Cáceres et al., 2017a). De ce sens, Ain Hanech peut être considéré comme lieu d'occupation à court terme (Sahnouni, 2012 ; Sahnouni et al., 2013).

Les plus anciennes évidences de la présence humaine en Afrique du Nord sont bien attestées au site d'Ain Hanech (Algérie) et le site voisin El-Kherba, dont leur chronologie, basée sur la biochronologie de la faune et les données du paléomagnétisme, est entre 1,77-1,95 Ma (Sahnouni, 1998 ; Sahnouni et Heinzelin, 1998; Sahnouni et al. 2002, 2013). Ces sites ont fourni un assemblage lithique de la technologie du mode 1 (Oldowayen) semblable à celui d'Olduvai les *Bed I* et *Bed II* inférieur et à celui de Koobi Fora (Sahnouni et al., 2002). Actuellement, Ain Boucherit, pas loin des sites sus-cités, a révélé de nouvelles preuves archéologique pouvant être considéré parmi les plus anciens (Sahnouni et al., 2017a) avec des évidences d'exploitation faunique par les hominidés (Cáceres et al., 2017a), ainsi que les sites est-africains tels que Gona, datés de 2,6-2,5 Ma (Semaw et al., 2003 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2005), Bouri, 2,5 Ma (de Heinzelin et al., 1999) et Kanjera 2,2 Ma (Ferraro, 2007 ; Ferraro et al., 2013).

II. 2. 2. Mode 2- type Acheuléen

La transition Oldwayen-Acheuléen semble avoir été très rapide, et peu d'assemblages d'artefacts transitionnels peuvent être identifiés, bien que l'apparition de l'Acheuléen à biface (mode 2) dans les registre archéologiques est souvent considéré comme un développement significatif d'évolution culturelle / technologique humaine, par rapport à l'industrie précédente d'Oldowan (Semaw et al., 2009). Les processus cognitifs impliqués dans la conceptualisation des formes d'outils acheuléens et les techniques employées pour réaliser des bifaces diffèrent radicalement de ceux utilisés dans l'Oldowan. Les artisans acheuléens ont plutôt préféré le choix de gros blocs (nucléus) pour enlever de gros éclats afin de produire des bifaces et des hachereaux (Stout, 2002).

L'Acheuléen inférieur

De nombreux sites archéologiques avec des artefacts acheuléens sont bien documentés en Afrique (Figure. II. 3). C'est en Afrique de l'Est que le premier Acheuléen est apparu *in situ* dans les sites tels que Kokiselei au Kenya datant de 1,76 Ma (Roche, 2005 ; Lepre et al., 2011), puis à Konso en Ethiopie vers 1,7 Ma (Beyene, 2003, 2004,

2008 ; Beyene et al., 2013) et à Gona en Ethiopie daté de ~1,7 Ma (Semaw et al., 2009 ; Quade et al., 2004, 2008). Entre 1,5-1,4 Ma, un assemblage Acheuléen est présent à Melka Kunture en Ethiopie (Piperno, 2001).

Des vestiges lithiques de mode 1 technologiquement avancés avec de grands éclats et des nucléus standardisés datant entre 1,6-1,5 Ma ont été documentés à Koobi Fora (Harris et Isaac, 1997 ; Harris et al., 2013) et à Peninj entre 1,5-1,2 Ma (de la Torre et al., 2003 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009) et à Daka de Middle Awash entre 1,0 Ma (Schikh et Clark, 2003). Cependant l'Acheuléen est bien réparti en Afrique australe, dont celui de Sterkfontein avec un potentiel Acheuléen daté entre 1,7-1,4 Ma (Kuman et al., 2007) et Wonderwork daté de 1,6 Ma (Chazan et al., 2008 ; Gibbon et al., 2009). En Afrique du Nord, le premier Acheuléen est illustré près de Casablanca au Maroc atlantique dans la Carrière Thomas 1 Unité L (Biberson 1961 ; Raynal et al., 2002), associé au Pléistocène inférieur tardif, dont la datation par OSL est de 989 ± 208 ka. L'assemblage lithique se compose de bifaces, d'hachereaux, de grands éclats, de nucléus, de chopper, de sphéroïdes et de quelques denticulés (Rhodes et al., 2006).

Le site de Tighennif dans le nord-ouest de l'Algérie est un autre site remarquable par l'association des vestiges du premier Acheuléen, des restes fauniques de mammifères et des restes d'*Homo erectus* (Arambourg 1955, Arambourg et Hoffstetter 1963 ; Balout et al., 1967). Ce site fait part de ce travail et une grande partie bien détaillée lui sera consacrés.

L'Acheuléen moyen

L'Acheuléen moyen, daté entre 1,0-0,6 Ma, probablement coïncidé avec le changement climatique majeur à ~ 1.0 Ma (deMenocal, 1995, 2004, Barham et Mitchell 2008). Bien que cette étape ne soit pas considérée comme stade culturel / technologique, certains auteurs observent un raffinement modeste dans la fabrication du biface (Schick et Clark 2003). Les séquences acheuléennes du site d'Olorgesailie au Kenya datées de 1,0-0,1 Ma, contiennent d'importants artefacts acheuléens (Potts et Ditchfield, 1999 ; Potts et al., 2003). Une augmentation de la distance de transport de la matière première a été constatée dans ce site par rapport à l'Oldwan et le premier Acheuléen (Potts et Teague, 2010).

Les sites importants montrant les assemblages Acheuléens moyens en Afrique de l'Est incluent Gombore II avec 0,84 Ma, (Piperno, 2001), le membre de Dawaitoli dans le

Middle Awash avec 0,7-0,6 Ma (Schick et Clark, 2003) en Éthiopie, et Kilombe et Kariandusi au Kenya, avec 1,0-0,7 Ma (Gowlett et Crompton, 1994).

En ce qui concerne l'Afrique du Nord, l'Acheuléen moyen est présent dans la grotte de Rhinocéros et à la Carrière Thomas (Maroc), dont les datations par ESR montrent 435 ± 85 ka pour le premier et 735 ± 129 ka pour le deuxième (Rhodes et al., 2006). Les restes fauniques sont associés à ceux lithiques, caractérisés par des nucléus discoïdes abondants, des éclats, des hachereaux et des grands bifaces.

L'Acheuléen final / tardif

L'acheuléen tardif se réfère à la période de 600-500 ka jusqu'au 300 ka (Harris et al., 2013). Dans cette phase, les bifaces deviennent plus raffinés, probablement par l'introduction du percuteur tendre. Les sites importants correspondant à cette période sont ceux de Bodo au Middle Awash en Ethiopie, daté de 600 ka, dont une association entre un crâne d'hominidé et des artefacts acheuléens. D'autres sites peuvent être de la même chronologie tels que Isimila en Tanzanie (Howell et al., 1972) et Isenya au Kenya (Roche et al., 1988).

En Afrique australe, les sites acheuléens vers 1,0 Ma, sont regroupés dans l'Acheuléen tardif (Klein 2000) ; Cornelia (1,0-0,7 Ma), Elandsfontein (1,0-0,6 Ma), Power, Kathu Pan et Namib IV (1,0-0,5 Ma), Wonderwerk (0,8-0,3 Ma), Duinefontein 2 (0,29-0,27 Ma). Les bifaces sont également accompagnés d'outils en éclats signalant probablement l'émergence des industries du *Middle Stone Age*. En effet, les derniers artisans de l'Acheuléen tardif ont inventé la technique de Levallois pour produire des éclats de taille et de forme prédéfinies, dont une variante de cette technique Levallois en Afrique australe qui est « technique Victoria West » utilisée pour la production de gros éclats qui sont façonnés en bifaces et en hachereaux (Sahnouni, 2012)

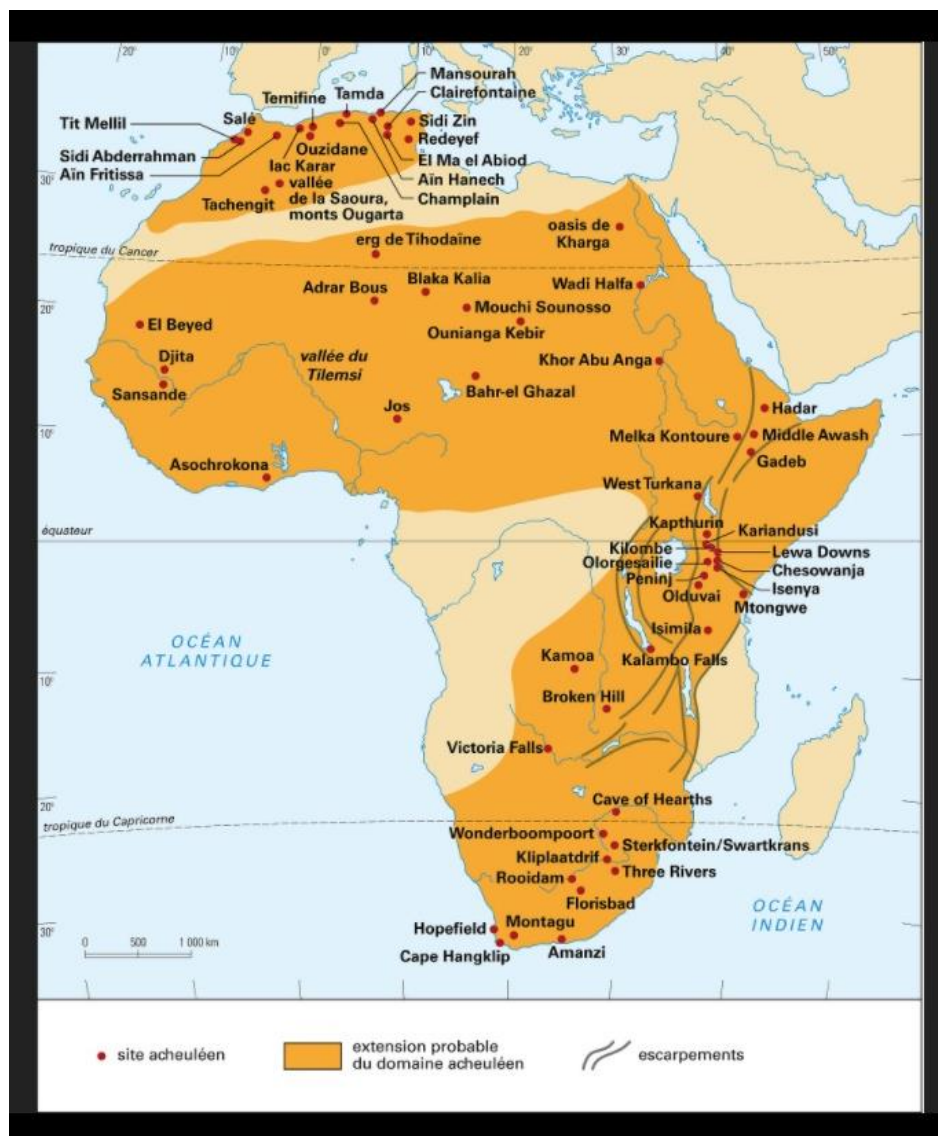


Figure. II. 3. Les sites acheuléens en Afrique (<https://www.universalis.fr/encyclopedie>).

II. 2. 3. L'Acheuléen au Maghreb

L'Acheuléen est mieux représentée par rapport à son précédent l'Oldowan. De nombreux sites sont répartis dans tout le Maghreb et le Sahara montrant un développement technologique remarquable.

Dans la région de Casablanca, les premiers travaux sur une séquence acheuléenne ont été effectués par Neuville et Ruhlman (1941), puis par Biberson (1961b) et récemment revisitée par Raynal et Texier (1989) et Raynal et al. (2002). Les dépôts ont exhibé l'évolution de la tradition acheuléenne au fil du temps sur la côte atlantique marocaine, dont une révision et une amélioration du cadre chronologique. L'Acheuléen inférieur de la Carrière de Thomas 1 unit L, datée de 1,0 Ma (Rhodes et al., 2006), représente la plus ancienne occupation humaine au Maroc Atlantique. Ce site en grotte a livré une industrie

lithique acheuléenne typique associée aux restes fauniques tels que *Loxodonta atlantica*, *Equus mauritanicus*, *Gazella atlantica*, *Kolpochoerus*. Les artefacts lithiques comprennent des bifaces, des trièdres, des nucléus, des galets, des polyèdres, des sphéroïdes ainsi que des denticulés (Raynal et al., 2002).

En Algérie, en plus du gisement de Tighennif, deux autres sites acheuléens ont été nouvellement découverts ; Errayeh (Derradji, 2006 ; Derradji et al., 2017) et Kef Sefiane (Amara, 1981). Ce dernier montre la présence de trois étapes d'un développement local de la tradition acheuléenne ; Acheuléen inférieur, Acheuléen moyen et Acheuléen supérieur.

Situé à 45 km ouest de Tighennif, le site d'Errayeh a livré un outillage lithique riche composé de non seulement d'éléments diagnostics de l'Acheuléen à l'instar de bifaces, hachereaux, trièdres et grands éclats, néanmoins de nucléus, éclats variés et pièces retouchées (Derradji et al., 2017). Les hommes de ce site ont vécu dans un environnement fluvio-lacustre. L'absence de la faune et la difficulté d'établir une chronostratigraphie significative ne permettent pas, pour le moment, de dater avec précision les dépôts archéologiques (Derradji, 2006). L'industrie est très similaire à celle de Tighennif en termes d'utilisation de matières premières et les caractéristiques techno-typologiques (Shanouni, 2012).

Le lac Karâr, situé au nord de la ville de Tlemcen au nord-ouest de l'Algérie, présente une certaine similitude avec le site de Tighennif au moins en ce qui concerne son emplacement sur un ressort artésien. Le registre archéologique recueilli a été étudié par Boule (1900) affirmant la présence de *Loxodonta atlantica*, *Equus mauritanicus*, *Cerathotherium simum*, *Hippopotamus amphibie*, *Sus scrofa*, *Cervus*, *Alcelaphus*, *Conochaetes gnou*, *Ovis* sp. et *Homoioceras antiquus* ; associés aux artefacts lithiques attribués à l'Acheuléen supérieur, avec des bifaces lancéolés et cordiformes, des hachereaux et des grands éclats. Thomas (1977) a considéré que le site était relativement plus ancien que Tihodaine.

En Tunisie, le site de Sidi Zin (nord-ouest de la Tunisie) consiste en une séquence de trois niveaux archéologiques scellés par un dépôt de tuf. Les niveaux inférieurs et moyens ont donné lieu à des assemblages acheuléens dominés par des bifaces lancéolés et cordiformes. Le niveau supérieur est riche en points uni faciales et des hachereaux. La faune associée aux assemblages lithiques comprend : *Elephas*, *Equus*, *Rhinoceros*, *Bos*, des *Gazella* et *Vulpes*, mais aucune datation n'a été réalisée pour ces dépôts (Gobert, 1950).

Le site Tihodaine est l'un des sites remarquables dans le Sahara algérien (Arambourg, 1948 ; Arambourg et Balout, 1955 ; Thomas, 1977). Ces dépôts acheuléens sont constitués de buttes résiduelles partiellement recouvertes par les sables dunaires de l'erg actuel. Les artefacts acheuléens et la faune associée étaient contenus dans des sédiments lacustres. Thomas (1977) a corrélé les dépôts de ce site avec ceux de Sidi Zin, estimé à un âge minimum de 250 Ka. La faune de type éthiopienne contient : *Elephas*, *Equus*, *Mesochœrus*, *Ceratotherium simum*, *Connochaetes*, *Taurotragus* et *Alcelaphus*; les taxons du Sahel-Soudanaise tels que *Gazella* et *Oryx*. L'assemblage lithique recueilli contient des hachereaux et des bifaces étant plus fins que ceux connus à Tighennif (Oussedik, 1972).

Au nord-ouest du Sahara, deux sites acheuléens ont été découverts : la Saoura et Tabelbala-Tachenghit. Les études complètes des dépôts ont montré une séquence du développement de la tradition acheuléenne locale (Chavaillon, 1964 ; Alimen, 1978).

Tous les restes d'hominidés découverts jusqu'à présent au Maghreb sont associés aux activités acheuléennes, ce qui offre de nombreuses opportunités pour aborder le comportement des premiers hominidés au Maghreb tels que'Ain Hanech, Tighennif en Algérie et Casablanca au Maroc (Sahnouni, 2012).

II. 3. L'acquisition des ressources animales

Actuellement, l'un des débats intenses sur les premiers représentants du genre *Homo* se base sur la nature des stratégies de subsistance développées depuis le Plio-Pléistocène ; principalement axé sur la caractérisation de ces premiers hominidés en tant que chasseurs et/ou charognards et, dans le cas du dernier, sur l'accès primaire ou secondaire aux carcasses d'animaux. Les principales sources d'énergies utilisées sont des ressources animales qui ont joué un rôle vital dans leurs régimes alimentaires. Les évidences directes de l'alimentation de ces premiers hominidés sont pour le moment maigres, néanmoins, différents aspects ont été reconnus tels : le développement de la technologie lithique précoce étant une réponse stratégique à la variabilité des comportements de subsistance comme le traitement des carcasses d'animaux (Semaw et al., 1997, 2003 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2005 ; Shea, 2007 ; Harris et al., 2013 ; Harmand et al., 2015 ; Diez-Martín et al., 2015), les changements morphologiques et le développement du cerveau induits par l'adaptation à de nouveaux régimes alimentaires

(Aiello et Wheeler, 1995 ; Wood et Collard, 1999 ; Wood et Richmond, 2000), l'interprétation des analyses isotopiques sur certains échantillons issus des australopithèques (Van der Merwe et al., 2003 ; Peters et Vogel, 2005 ; Wynn et al., 2013), les analyses conduites sur l'usure des dents d'hominidés (Teaford, 2007 ; Pérez-Pérez et al., 2003), la présence de certaines pathologies, comme la périostose due à un excès de vitamine A d'origine animale (Leakey et Walker, 1985), et enfin les adaptations écologiques aux changements environnementaux concernant la recherche de nourriture, déjà débuté vers la fin du Pliocène (Bobe et Behrensmeyer, 2004 ; Ungar et al., 2006).

D'après Kaplan (2000), le bascule vers les ressources alimentaires riches en calories, en grandes quantités et à forte intensité de compétences est responsable de la trajectoire évolutive unique du genre *Homo*, produisant des pressions de sélection co-évolutionnistes qui conduisent à une intelligence extrême, une longue période de développement, un système générationnel de flux de ressources et une vie adulte assez longue.

Au niveau archéologique, il est préférable de parler de l'obtention de l'animal en ce terme, que de prononcer directement la chasse ou le charognage. La reconstitution du mode d'obtention et d'acquisition des carcasses d'herbivores associées aux artefacts lithiques a connue différentes interprétations. Les plus anciennes évidences d'interaction entre les carnivores et les hominidés sur les mêmes carcasses d'animaux sont documentées dès 2,5 Ma (Semaw et al., 2003 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2005). Cependant, de nombreuses questions subsistent quant au mode d'obtention de cette viande ; certaines compétences sont bien nécessaires pour franchir le pas vers l'incorporation de viande quotidiennement. L'obtention de l'animal se base sur la compréhension des stratégies et des techniques utilisées par les hominidés lors de l'approvisionnement en ressources animales. Il existe deux types principaux pour l'obtention des animaux ; la chasse et le charognage, bien que d'autres auteurs considèrent que la capture des petits animaux (vulnérables) est une pratique étant plus proche de la récolte (Isaac et Crader, 1981). Entre la chasse sophistiquée et le charognage simple, il existe un large éventail de méthodes, qui permet d'acquérir les carcasses d'animaux (Bunn et Ezzo, 1993).

II. 3. 1. La chasse

Ce mode d'appréhension de proies est l'activité par laquelle les animaux obtiennent leur mort directement (Huguet et al., 2001) ; exigeant des capacités supérieures à celles

développées dans la majorité des activités de charognage. Selon Linder, (1950), la chasse [...], *signifie une mise à mort dans un but utilitaire, elle est dépourvue de toute signification élevée, elle est du travail, pas du plaisir, et elle est en même temps une nécessité impérative*...En revanche, évoquer la chasse humaine actuelle, aborde un concept plus large et complexe du point de vue économique et social, au-delà d'une simple relation prédateur-proie. Potts et Shipman (1981) avaient longtemps considérée la chasse à l'origine du développement de la coopération sociale entre les êtres humains et de leurs tendances agressives. D'autres chercheurs s'accordent sur l'hypothèse que la chasse devrait être reprise (Tappen, 1995 ; Domínguez-Rodrigo, 1997a, 1997b ; Stanford, 1999).

Tous les types de chasse exigent un impact direct sur la mort de l'animal, et seul l'accès primaire et immédiat des hominidés aux carcasses d'animaux pourra être considéré comme une activité cynégétique. La chasse exige des capacités efficaces et performantes que celles développées dans les situations de charognage ; et elle la disposition de tous les produits acquis (Sandell et Sandell, 1996 ; Wiessner, 2002 ; Bird, et al., 2012), ce qui reflète les articulations sociales des groupes humains (O'Connell et al., 1999 ; Speth et al., 2013).

Certains auteurs soutiennent l'hypothèse d'un développement d'arme de chasse au Pléistocène inférieur comme le témoigne les phytolithes d'*Accacia* sp. sur les bifaces à Piniñj (Tanzanie), résultant d'un travail de bois probablement pour fabriquer des lances dès 1,5 Ma (Domínguez-Rodrigo et al., 2001).

La détermination de la cause et de la nature des facteurs responsables de la mort de l'animal est une tâche complexe non apparente, et son établissement se base sur des informations et des constatations (diagnostic) effectuées sur les ensembles archéologiques. Dans ce sens, de nombreuses variables doivent être considérées comme la sélection de proies (taxon, âge et sexe), le type d'accès aux carcasses (primaire, immédiat et récurrent), ainsi que le traitement et l'exploitation des éléments anatomiques les plus précieux des carcasses.

La chasse présente différents types : la chasse individuelle est la plus pratiquée chez les chasseurs-cueilleurs contemporains (Binford, 1978 ; Hayden, 1981 ; Jones, 1983 ; Howell, 1998 ; Marlowe, 2010), caractérisée par un accès primaire. Différentes techniques ont été utilisées, tels que l'embuscade, l'épuisement, le piégeage et l'interception (Bramble et Lieberman, 2004 ; Liebenberg, 2006 ; Sánchez-Garrido, 2010 ; Stiner 2013 ; Bunn et Gurtoy, 2014). Cependant, la chasse coopérative est une pratique axée sur l'organisation

sociale, dans laquelle les chasseurs sont des collecteurs des pièces individuelles de la même manière que les chasseurs individuelle (Driver, 1990 ; Steele et Baker, 1993 ; Driver et Maxwell, 2013).

Il existe d'autres types de chasse ; communale à aspect cynégétique et social définit comme étant celle dans laquelle plus d'un chasseur implique dans le groupe (Driver, 1995). Ce type se produit sous forme d'événements de prédation de masse, de prédation séquentielle ou même des prises individuelles de grands animaux (Kitanishi, 1996). Dans ce dernier cas, la chasse de grands mammifères s'accompagne nécessairement de la production et de l'utilisation d'un arsenal. [...] *les moyens les plus élémentaires d'attaque et de défense, et par suite les premières armes de chasse, sont certainement le caillou et le bâton. Le caillou qui semble être une arme encore plus primitive et plus naturelle que le bâton et qui devenait beaucoup plus meurtrier quand il présentait des arêtes vives et tranchantes* (de Mortillet, 1890). La contribution des bifaces pour cette fonction a été souvent proposée (O'Brien, 1981) ; de nombreux analyses sur les bifaces et sur les assemblages osseux associés semblent indiquer une utilisation de ces derniers par les hominidés comme outils facilitant les activités de boucherie (Shea, 2007 ; McPherron, 2000).

L'exploitation d'un seul taxon parmi ceux disponibles dans l'environnement est considérée comme chasse spécialisée proposée pour les sites archéologiques (Mellars, 2004). Les données archéologiques actuelles servant de base au modèle de spécialisation en chasse sont une conséquence à de restrictions environnementales (Grayson et Delpech, 2002). Dans les décisions sur ce qu'il faut chasser, un grand nombre de variables peuvent intervenir, telles que la disponibilité, le taux de retour des animaux, les contraintes culturelles, logistiques ou technologiques. Par contre, la chasse opportuniste serait principalement axée sur les taxons rencontrés dans une prédation de type généraliste (Mellars, 1996).

II. 3. 2. Le charognage

La nature des stratégies de subsistance développées par les premiers hominidés du Pléistocène inférieur demeure thème de discussion, principalement sur le mode d'obtention des ressources animales par chasse et/ou charognage ; et la présence d'une des deux activités ne peut pas éliminer l'autre. Bien que l'on sache les premiers hominidés plio-pléistocènes avaient un accès primaire aux carcasses d'animaux, les stratégies appliquées

pour cela restent difficiles à tester. L'explication la plus parcimonieuse, généralement adoptée est qu'ils obtenaient la viande à partir des carcasses avant d'autres carnivores en agissant par chasse et/ou charognage (Domínguez-Rodrigo, 2002).

Le charognage est, par définition, un acte d'acquisition et de se procurer de la nourriture des carcasses d'animaux, non par abattage, néanmoins tués par des causes naturelles ou par des prédateurs carnivores « *La pratique du charognage n'est pas une stratégie opportuniste, ni une activité qui implique l'absence de planification, de développement technologique ou de cohésion sociale. C'est une modalité économique qui peut s'appliquer à des situations de pression ou à toutes les circonstances où elle serait rentable d'un point de vue social et économique (milieu favorable à un excédent de biomasse animale, piège naturel, mort catastrophique, etc.)* (Huguet et al., 2001).

Bien que certains auteurs considèrent le charognage comme source principale d'approvisionnement en ressources alimentaires animales (Binford, 1981, 1985, 1988a, 1988b, Shipman, 1983 ; Shipman et Rose, 1983 ; Stiner, 1990), un débat entre chasse et charognage (Domínguez-Rodrigo, et al., 2007b) a été évoqué, dont le charognage a été considéré en tant qu'une stratégies fondamentales et capitale de subsistance dans l'évolution humaine (Bunn et Pickering, 2010).

En revanche, les auteurs distinguent entre le mode de préhension et d'acquisition par méthode de charognage fait partie de l'hypothèse complexe de pratique de chasse et de stratégie de gestion économiques, basée sur le type d'accès (primaire ou secondaire), le mode d'obtention (actif ou passif) et le temps d'accès aux carcasses (immédiat ou tardif). Dans ce sens, de nombreux modèles ont été décrits (O'Connell et al., 1988 ; Bunn et Ezzo, 1993 ; Joulain, 1993 ; Blasco et al., 2008, 2010 ; Gaudzinski et Roebroeks, 2000 ; Griggo, 2004 ; Marean, 1998 ; Rendu et al., 2012 ; Thompson, 2010).

Un modèle de « séquence à trois étages » a été proposé (Selvaggio, 1994a, 1994b, 1998 ; Blumenschine, 1995 ; Capaldo, 1997 ; Blumenschine et Pobiner, 2007) ; et les études portent sur des assemblages fauniques non archéologiques (expérimentaux). Le modèle « Carnivore-Homme-Carnivore (Blumenschine, 1995) consiste en succession d'agents, dont les grands félins sont les premiers à consommer les proies, puis les hominidés récupèrent la matière médullaire et le cerveau, et en dernier, d'autres carnivores comme les hyènes exploitent la graisse des épiphyses. Par la suite, Domínguez-Rodrigo et

Barba (2006, 2007) s'opposent à ce modèle ; auquel Blumenschine et al. (2007) répondent par la validité et l'authenticité de l'identification des traces engendrées par les carnivores.

La compétition et la pression dans la prédation dans l'environnement peuvent déterminer certaines mesures des assemblages osseux. La réutilisation des proies des grands prédateurs est une activité habituelle dans le contexte écologique actuel et rien ne peut éliminer l'existence de cette activité dans le passé.

Deux formes de charognage ont été distinguées : le charognage passif, et le charognage actif. Ces deux types d'acquisition peuvent correspondre à deux stratégies nutritives distinctes, dont l'une est une recherche de matière animale par une exploitation de ressource fortuite (charognage opportuniste), et l'autre par une planification (charognage planifié). Le scénario de charognage passif montre que ce type de stratégie opportuniste ne peut pas assurer les rendements de viande significatifs. Par conséquent, l'hypothèse de la chasse n'a pas encore été réfutée, ce qui rend le débat chasse et/charognage plus controversé (Domínguez-Rodrigo, 2002) ; et l'hypothèse d'un charognage profitable comme stratégie de subsistance pour les hommes est envisageable (Blumenschine, 1986b ; Selvaggio, 1994a, 1994b ; Pobiner, 2007)

Le charognage passif se base sur l'exploitation des résidus abandonnés par d'autres prédateurs ; il est donc marginal, considéré comme accès secondaire passive, souvent tardif impliquant l'utilisation des restes de viande encore attachée sur l'os, tels que la colonne vertébrale, le cerveau et la matière médullaires contenue dans les membres inférieurs (Binford, 1981). Très courant dans les études des actualistes (Domínguez-Rodrigo, 1997a, 1999 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006a ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2007 ; Domínguez-Rodrigo, et al., 2007c ; Gidna, et al., 2014 entre autres), les différentes reconstitutions des subsistances basées sur de telles stratégies ont été conciliantes aux évidences indiquées par les études sur l'écologie du charognage (Blumenschine, 1988, 1991, 1995a, Pobiner, 2007, 2015). Ce modèle est marginal et comme conséquence l'accès aux carcasses se produirait dans le contexte de la recherche quotidienne des groupes, plutôt individuellement non coopérative (Gamble, 1987 ; Domínguez-Rodrigo, 1994 ; Selvaggio, 1994a ; Capaldo, 1995, 1997, 1998b ; Pobiner, 2015). Les carcasses seraient essentiellement des proies abandonnées ou non surveillés par les grands félins (lions, léopards et dents de sabre), puisque les canidés et les hyènes effectuent un ravage pour les carcasses et ne laissent pas de ressources (Cavallo et Blumenschine, 1989 ; Marean, 1989 ; Lewi, 1997 ; Arribas et Palmqvist, 1999).

La mort par catastrophique en masse représente des opportunités significatives pour le charognage par les hominidés pouvant complètement exploiter les carcasses dans le cas d'un accès primaire ou partiellement dans l'accès tardif (Binford, 1987 ; Blumenschine, 1989 ; Capaldo et Peters, 1995 ; Faith et Behrensmeyer 2006 ; Ferraro et al., 2013). Comme la cause du décès est liée à des phénomènes naturels, cette stratégie aurait pu être utilisée comme ressource saisonnière (Capaldo et Peters, 1995).

Certains auteurs défendent l'hypothèse d'exploitation des ressources par pièges naturels par les hominidés en la considérant comme source d'approvisionnement en viande (Brugal et Jaubert, 1991 ; Díez Fernández-Lomana, et al., 1999b ; Huguet et al., 2001 ; Brugal, et al., 2006 ; Marín-Arroyo, 2013), dans laquelle, la qualité et la quantité de viande récupérées varient selon le type d'accès (primaire ou secondaire) par les hominidés aux carcasses d'animaux. Cependant, l'exploitation des animaux de très grande taille, de plus de 1000 kg (éléphants, rhinocéros et hippopotames) a été considérée comme un charognage (Anconetani et al., 1996 ; Anzidei et al., 2012), en utilisant des lits de rivières et des bassins de boue en tant que piège (Shipman, 1986 ; Binford, 1987 ; Fosse, 1998 ; Mussi, 2005 ; Mosquera et al., 2015).

Le deuxième type de charognage est celui actif par confrontation plus agressive aux prédateurs afin de récupérer les proies intacts, bien que ce comportement est trop risqué pour ces hominidés dans le cas des grands félidés (Domínguez-Rodrigo et al., 1994a ; Treves et Naughton-Treves, 1999). En revanche, ce type de stratégie fournit de grandes quantités de viande et de graisse, du fait que l'accès présumé est secondaire immédiat aux carcasses (O'Connell, et al., 2002).

La plupart des interprétations sur le charognage par les hominidés plio-pléistocènes ont été basées sur des hypothèses vulnérables. Les meilleurs indicateurs de l'interaction entre hominidés / carnivores s'appuient sur l'interprétation de la fréquence et de la distribution des morsures et des cut marks sur les différentes parties des os des membres (Selvaggio, 1994 ; Blumenschine, 1995 ; Capaldo, 1995 ; Domínguez-Rodrigo, 1997a ; Domínguez-Rodrigo, 1999 ; Lupo et O'Connell, 2002).

Certains scientifiques considèrent le charognage comme une source capitale de l'approvisionnement des hominidés du Pléistocène inférieur (Shipman, 1986 ; Binford, 1981, 1985, 1988a, 1988b ; Shipman, 1983, 1986a ; Shipman et Rose, 1983a ; Stiner, 1990, 1991a, 1994), tandis que d'autres chercheurs croient que l'hypothèse de la chasse doit être prise (Tappen, 1995 ; Domínguez-Rodrigo, 1997a, 1997b ; Stanford, 1999). Cependant, le

charognage de carcasses de mammifères est encore attesté et pratiqué de nos jours par des groupes de chasseurs-cueilleurs, tels les Hadza de Tanzanie (O'Connell et al., 1988), ou les Hottentots de Namibie (Clark, 1960).

Le charognage peut être intégré à l'économie de subsistance afin de fournir aux besoins du groupe, comme le cas Hadza (Bunn et al., 1988 ; Bunn, 2001 ; O'Connell et al., 1988). Dans les stratégies paléoéconomiques, le mode de préhension (actif ou passif) l'intervention ou non des autres prédateurs avant l'acquisition des proies (primaire ou secondaire), et le temps ou le délai entre la mort de l'animal et son obtention (accès immédiat ou tardif), sont des variables et des facteurs à considérer lors de l'analyse et de l'interprétation des assemblages fauniques (Bunn et Ezzo, 1993 ; Huguet et al., 2001).

L'exploitation des petits vertébrés, principalement les léporidés, les oiseaux et certains rongeurs <10 kg sont souvent associés au comportement alimentaire de certains carnivores et de certains rapaces (Lloveras et al., 2007), néanmoins ils peuvent constituer une diète pour les hominidés. Durant le Pléistocène inférieur, le petit gibier prend sa place dans le régime alimentaire des hominidés ; et Olduvai Gorge *Bed I-5* (Tanzanie 1,7 Ma) est le premier à fournir les plus anciennes évidences sur la prédation humaine sur les os de petits mammifères (Fernández-Jalvo et al., 1999). Aussi, dans le bassin de Turkana, la consommation des petites taxons aquatiques a été attestée (Braun et al., 2010). En dehors de l'Afrique, des évidences anciennes ont été documentées à la Sima del Elefante (Huguet, 2007 ; Blasco et al., 2011), à Kozarnika (Sirakov et al., 2010), à la Caune de l'Arago (Desclaux, 1992), à Orgnac 3, la grotte du Lazaret et Terra-Amata (El Guennouni, 2001). Bien que l'exploitation de ces petits taxons ait souvent proposée pour la viande, la fourrure ou d'autres fins (Yellen, 1991 ; Hockett et Bicho, 2000 ; Lupo et Schmitt, 2002, 2005 ; Costamagno, 2003 ; Kelly, 2013), les cut marks sur les restes de ces petits animaux sont rares.

II. 4. Les types d'occupation

L'exploitation de l'espace s'incruste dans un système techno-économique spécifique au groupe permettant d'évoquer la restitution du mode de vie des chasseurs-cueilleurs et la gestion de leur territoire à la fois dans l'espace et dans le temps. Les données archéologiques montrent que l'on passe progressivement d'une économie passive et opportuniste de subsistance à une économie volontariste cynégétique ; et cela reflète le passage d'une organisation sociale primitive basée sur le groupe à une organisation plus

complexe, celle de la tribu (Lumley et Boone, 1976). La définition et la caractérisation des lieux d'occupation représentent l'une des thématiques les plus discutées en archéologie. Bien qu'elles soient rudes, les données matérielles qu'offre l'archéologie renvoient et reflètent autant de plans de fonctionnement du cerveau.

Dans les études zooarchéologiques, la considération des travaux ethnographiques et ethnoarchéologiques est capitale, bien que ces modèles présentent des limites pour les périodes du Pléistocène inférieur. Dans ce sens, de nombreux travaux ont été effectués, notamment les Nunamiut (Binford, 1978, 1981), les Hadza (Bunn et al., 1988 ; O'Connell et al. , 1988a, 1988b ; Bunn, 1993), les Kung San (Yellen, 1977), les Ndorobo (Domínguez-Rodrigo et Martí-Lezana, 1996) entre autres.

Traditionnellement, les principaux éléments qui ont permis de définir les types d'occupation reposaient sur des critères quantitatifs (Isaac, 1971) ; et ne sont toutefois pas suffisants. Les travaux ethnographiques développés dans les années 1970 par Binford (1980, 1988a) montrent la relation qui existe entre la mobilité des groupes et le rôle des occupations servant de référence pour de nombreux travaux archéologiques ultérieurs (Lupo et Schmitt, 2005 ; Delagnes, 2006).

De nombreux chercheurs ont identifié divers types de sites (sites d'abattage, ateliers lithiques, occupations à court et à long terme) dans lesquelles différentes activités (maintenance, extractive) étaient organisées en certaines saisons (Conard, 2001). Les habitats du Paléolithique inférieur peuvent être considérés comme le reflet d'une organisation sociale et d'une gestion de l'espace par un groupe (Lumley et Boone, 1976). Leakey, (1971) définit et classe les gisements en quatre types ; 1) les sols d'habitation (*living floors*) ; 2) les sites de boucherie-abattoirs (*kill-sites and butchering-sites*) ; 3) les dépôts associés aux cours d'eau (*channel-sites*) ; et 4) les dépôts de répartition verticale. Par la suite, cela a servi à Isaac (1976, 1978a, 1978b) pour définir le modèle de campement de base (*Home base*), où il approfondi cette question en définissant «*humanness*» autour d'une série de caractéristiques comprenant un comportement symbolique, un langage articulé et, en particulier, des bases d'origine archéologique détectables où le partage intentionnel des aliments a eu lieu. Bien que de nombreux noms aient été donnés à ces lieux, tels que camps de base, lieux / camps référentiels/résidentiels, il reste le territoire qui rassemble les hominidés lors de leurs activités de subsistance et sociales (Isaac, 1978a, 1978b).

D'un point de vue structurel, il apparaît que, globalement, toute répartition spatiale d'habitat est adaptée à sa fonction et à son utilisation (zones de dépotoirs, zones d'activités, foyer) (Lumley et Boone, 1976).

Les sites de boucherie ou les abattoirs représentent généralement des occupations à court terme, où seul un nombre limité d'activités est effectué, et les fréquences d'artefacts lithiques sont relativement faibles par rapport au nombre de carcasses présentes (O'Connell et al., 2002 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2007), ce qui mène à une faible lisibilité archéologique. En général, toutes les activités sont concentrées dans l'espace autour des cadavres et sont confrontées aux étapes initiales de la chaîne opératoire. Une relation fonctionnelle entre les restes des animaux de très grande taille (éléphants) et les artefacts lithiques a été soulignée (Leakey, 1971 ; Isaac et Crader, 1981) ; et reflète les abattoirs. Plus tard, de nombreux auteurs ont gardé la même nomenclature et elle a été exploitée pour désigner les lieux dans lesquels un ou plusieurs animaux sont obtenus et le premier traitement a été effectué pour préparer les carcasses ou les parties à transporter (Speth, 1983 ; Enloe et David, 1997 ; Meltzer, 2006).

Au niveau archéologique, il est capital de chercher les éléments analytiques pour l'évaluation des modes d'occupations d'un site avec plus de précision. A partir de là, Vaquero (1997) a défini trois aspects importants qu'il faut considérer ; 1) la fonctionnalité des occupations, en ce qui concerne les activités réalisées au centre d'interventions, avec les stratégies au niveau régional ; 2) l'intensité d'occupation, qui est en fonction avec la durée et le nombre des membres des groupes ; et 3) l'organisation de l'occupation comme l'organisation et la gestion des activités dans l'espace occupé. Tous ces éléments permettent une approximation du type d'occupation en le comparant aux modèles ethnographiques (Yellen, 1977 ; Binford, 1981, 1988 ; O'Connell et al., 1988a ; Domínguez-Rodrigo et Martí-Lezana, 1996).

Le rôle joué par ces types de sites dans l'organisation territoriale n'est pas toujours facile à définir et à identifier ; et aussi les données ethnographiques montrent que les modèles de mobilité sont diversifiés, flexibles et les reconstitutions basées sur des données archéologiques fragmentées des populations paléolithiques sont donc encore plus délicates (Costamagno et al., 2006).

Les activités anthropiques liées à la faune ne peuvent pas se concevoir comme des catégories structurelles au sens propre du mot. Au cours du traitement de l'animal, plusieurs matériaux ne se conservent pas : ils disparaissent soit par l'action de l'homme,

par celle d'autres prédateurs ou bien par des processus postdépôtionnels, qui peuvent créer des biais importants dans l'assemblage. De nombreux sites ont été classés comme des camps de chasse (Enloe, 2003, Costamagno et al., 2006), des lieux d'abattages spécialisés (Olsen, 1989), un abri (Villa, 2000), des ateliers, des endroits d'extraction (Huguet, et al., 2001) ou des lieux de sépultures (Sala et al., 2015). L'application du concept de la chaîne opératoire permet de reconstituer les séquences opérationnelles d'un site particulier et d'établir des hypothèses sur sa fonctionnalité à une petite échelle régionale puis dans un contexte plus large. Dans cette classification, les études des chaînes opératoires lithiques, des données taphonomiques et des contextes paléoécologiques ont joué un rôle fondamental, principalement dans la mesure de l'interaction et de la compétence dans la formation des sites entre les hominidés et les carnivores (Egeland, et al., 2004), la saisonnalité déduite des profil de mortalité des animaux (Speth, 1987) et l'étendue des ressources exploitées (Blasco et al., 2013). Cependant, il est nécessaire de faire progresser ce domaine de recherche afin de comprendre les différentes interactions humaines avec l'environnement et les relations entre la technologie, les stratégies de subsistance et les modèles d'utilisation des terres (Costamagno et al., 2006)

II. 5. La subsistance des premiers hominidés

Les stratégies de subsistance des premiers hominidés ont fait l'objet de plusieurs travaux de recherches (Binford, 1981, 1988 ; Bunn, 1981 ; Potts, 1984, 1988 ; Blumenschine, 1986, 1989, 1991, 1995 ; Blumenschine, 1995 ; Capaldo, 1995 ; Brantingham, 1998 ; Bunn et Ezzo, 1993 ; Selvaggio, 1994a, 1994b ; Monahan, 1998 ; Domínguez-Rodrigo, 1999a, 2001; Bunn, 2001 ; Stanford, 1999 ; Lupo et O'Connell, 2002 ; Faith et Behrensmeier 2006; Pickering, et al., 2007 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2002, 2005, 2006a, 2007a, 2009b, 2010, 2014 ; Ferraro et al., 2013 ; Pobiner, 2015).

Depuis le début des études archéologiques sur les premiers sites à hominidés, un débat majeur cible la caractérisation d'*Homo* « chasseur et/ou charognard. Les hominidés et les carnivores partagent les mêmes endroits du paysage et, dans certains cas, se nourrissaient des mêmes ressources (carcasses) (Egeland, 2012).

Bien qu'il existe de nombreuses évidences d'obtention des ressources alimentaires animales par la chasse par les hominidés (Domínguez-Rodrigo et Pickering, 2003 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006a ; Domínguez-Rodrigo et al., 2007a ; Domínguez-Rodrigo et al., 2007c ; Pickering et al., 2007 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009b ;

Domínguez-Rodrigo et al., 2010b ; Bunn et Gurtov, 2014 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2014), le type d'accès aux carcasses reste encore l'objet d'un débat intense, principalement celles plus de 1000 kg.

L'hypothèse de la pratique de la chasse des ongulés comme activité régulière, il y a 2,5 Ma, est soutenue par différentes évidences archéologiques (Bunn, 1981 ; Bunn et Kroll, 1986, Bunn, 2001 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2005 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006a ; Domínguez-Rodrigo et al., 2007a ; Pickering et al., 2007 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009b ; Domínguez-Rodrigo et al., 2010b ; Sahnouni et al., 2013 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2014).

Par conséquent, la quantité de viande restante après la consommation de grands carnivores varie largement selon plusieurs facteurs, y compris le taxon et la taille de la carcasse, l'intensité avec laquelle les carcasses ont été massacrées, la matière première de l'outil utilisé et les processus postdépôtionnels (Blumenschine, 1986 ; Pobiner, 2007 ; Selvaggio, 1994 ; Domínguez-Rodrigo, 2008 ; Egeland, 2012). Quoi qu'il en soit, il est devenu évident que l'emplacement anatomique des modifications sur les surfaces osseuses est crucial, sinon plus, que la fréquence de leur apparition (Pickering et Egeland, 2009 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009 ; Egeland, 2012). L'accès primaire aux carcasses est maintenant démontré empiriquement comme une signature taphonomique dominante dans les échantillons zooarchéologiques du Pléistocène de toute l'Afrique (Asfaw et al., 2002, Pickering et al., 2004, 2008).

En effet, une inférence d'accès primaire aux carcasses incite à envisager plusieurs méthodes alternatives pour le réaliser, qui peut probablement être testé en utilisant des données paléanthropologiques (Pickering et Bunn, 2012). Certaines données ethnoarchéologiques actuelles indiquent que lorsque les hominidés fracturent les os longs d'un assemblage pour accéder à la moelle, les fréquences des percussions varient entre 10% à 35% du NISP (Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Blumenschine, 1991 ; Pickering et Egeland, 2006). Cependant, dans le cas où les hominidés ont un accès primaire aux carcasses d'animaux, les fréquences des cut marks représentent environ 5% à 40% de NISP (Bunn, 1982 ; Domínguez-Rodrigo, 1997, 1999 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2005 ; Lupo et O'Connell, 2002). Alors que les fréquences des cut marks dans les situations où les hominidés ont un accès secondaire aux carcasses (après les carnivores) sont typiquement inférieures à 10% du NISP (Domínguez-Rodrigo, 1997 ; Selvaggio, 1998). En revanche,

d'autres études montrent alors qu'il n'y a pas de relation cohérente entre la quantité de viande consommée et les fréquences de cut marks (Egeland, 2003).

D'autres approches concernant les types d'accès aux carcasses ont été testées. Il s'agit des os des membres supérieurs (humérus/fémur) qui ont des quantités importantes de chair et renferment de grands réservoirs de moelle, alors que les os intermédiaires (radio-ulna/tibia) et les membres inférieurs (métapodiaux) ont progressivement moins de ressources associées. Les carnivores sont également conscients de cela et, en fait, suivent ce schéma lors de leur consommation (Blumenschine, 1986). Dans ce cas, il est clair qu'au moment d'accès aux carcasses avant les carnivores, les hominidés découperaient les os ayant les plus grands rendements en éléments nutritifs (Domínguez-Rodrigo, 1997 ; Egeland, 2012). De ce fait, la présence des cut marks sur les diaphyses médianes des membres supérieurs indique probablement un accès primaire aux parties de la carcasse entièrement charnues par les hominidés qui n'auraient aucune raison de mettre un tranchant sur une partie médiane d'os long préalablement défait dans son intégralité par un prédateur félin (Pickering et Domínguez-Rodrigo, 2007).

II. 5. 1. La subsistance des premiers hominidés en Europe- Pléistocène inférieur

Les sites de Pirro Nord, de Monte Poggiolo en Italie ; de Barranco León D et Fuente Nueva-3, de Gran Dolina, de Sima del Elefante et de Vallparadís en Espagne ; de Pont de Lavaud, Le Vallonnet et Lézignan-la-Cèbe en France (Arzarello et al., 2007, 2009, 2012 ; Arzarello et Peretto, 2010 ; Carbonell et al., 2008 ; Crochet et al., 2009 ; Pares et al., 2006 ; Peretto et al., 1998 ; Toro-Moyano et al., 2009, 2013 ; Barsky et al., 2010, 2015 ; Garcia et al., 2014 ; Ollé et al., 2013 ; de Lombera-Hermida et al., 2015), confirment l'hypothèse de l'occupation précoce du continent européen dès le début du Pléistocène inférieur par le genre *Homo* en possession d'une technologie lithique similaire aux industries évoluées du mode 1 de l'Afrique orientale (Leakey 1971 ; Roche, 1988 ; Texier, 1995), et comparable à celle de Dmanisi en Géorgie (Vekua et al., 2002 ; Gabunia et al., 2000 ; De Lumley et al., 2005).

Il est important de noter qu'ainsi qu'on l'observe dans l'éthologie actuelle des prédateurs, les hominidés du début du Pléistocène inférieur européen pouvaient posséder une grande capacité d'adaptation dans leurs comportements ; autant que chasseurs, ils pourraient être charognards, ou opportunistes le plus souvent (Bernal et Moncel, 2004). Les données issues de l'analyse des industries lithiques (mode 1) de ces sites montrent un

schéma d'exploitation de la matière première lié à une activité de récupération de ressources alimentaires animales disponibles dans l'environnement immédiat (action induite mais non anticipée) et non la fabrication d'outils selon un système envisageable (Grégoire, 2009). Fréquemment, les hominidés du Pléistocène inférieur exploitent le territoire proche d'une source de nourriture avec planification induite par la présence d'une ressource nécessitant l'utilisation, et donc la création d'un outillage adéquat à l'exploitation de cette dernière. Dans ce sens, certains des aspects fondamentaux du débat sur la subsistance des premiers hominidés autour d'aspects tels que; le type de carcasses obtenues, les modes d'acquisition, le degré de carnivore, apparaissent déjà en lien avec les bases de subsistance associées au genre *Homo* sp. (Bermúdez de Castro et al., 2010) dès le début du Pléistocène inférieur en Europe (Echassoux, 2009 ; Huguet et al., 2013, 2017 ; Toro-moyano et al., 2013 ; Espigares et al., 2013 ; Saladié et al., 2014 ; Bourguignon et al., 2016 ; Rodríguez-Gómez et al., 2016 ; Pineda et al., 2015, 2017a, 2017b).

Le Pléistocène inférieur européen présente peu de représentation de dépôts archéologiques, ce qui rend les stratégies de subsistance proposées pour les différents ensembles montrent peu de variabilité correspondant à la fois aux larges gammes chronologique et environnementale.

Les sites d'Atapuerca en Espagne présentent un système d'exploitation des ressources animales plus clair. Les hominidés de la Sierra de Atapuerca avaient un accès primaire immédiat aux carcasses d'herbivores basé sur la diversité de ressources sans aucune sélection d'âges, de taxons ou de tailles et dans aucun cas l'accès secondaire aux carcasses ne figure (Huguet, 2007 ; Huguet et al., 2013). A Gran Dolina (TD6), les hominidés effectuent une chasse opportuniste avec un accès primaire immédiat (Huguet, 2007 ; Saladié et al., 2011) et un cannibalisme intergroupe pour défendre l'accès aux ressources sur leurs territoires et d'essayer d'étendre leurs territoires au détriment des groupes voisins (Fernández-Jalvo et al., 1999 ; Carbonell et al., 2010 ; Saladié et al., 2012), ainsi que ce site représente une succession d'occupants ayant des caractéristiques différentes (Saladié et al., 2014). D'autre part, un accès primaire immédiat aux proies par les hominidés est attesté à Sima del Elefante TE9c (Huguet, 2007 ; Huguet et al., 2017). En revanche, à la Station Vallparadís, les ossements modifiés par les hominidés appartiennent aussi bien à des individus jeunes qu'à des individus adultes (Martinez et al., 2010), et le profil de conservation dans cet assemblage suggère que *Pachycrocuta*

brevirostris était le principal agent modificateur de l'association (Madurell-Malapeira et al., 2017).

Dans la partie sud de la péninsule ibérique, sans exclure la chasse opportuniste, la plupart des ressources acquises à Fuente Nueva 3 et à Barranco León sont le résultat d'un piégeage naturel et d'un charognage pour les hominidés et pour les hyènes, néanmoins les étaient les premiers à accéder à la carcasse (Espigares et al., 2013). Les industries lithiques récoltées dans tous les sites appartiennent au mode 1, présentent toutes les étapes d'une chaîne opératoire *in situ* en association avec les restes osseux conservant les traces d'activités anthropiques (Huguet, 2007 ; Toro-Moyano et al., 2009, 2011, 2013 ; Barsky et al., 2010, 2015). L'analyse taphonomique de ces assemblages osseux a révélé la présence de traces de boucherie et de la fracturation des os pour bénéficier de la moelle, comme le montre les différents processus de traitement des carcasses ; décharnement, éviscération, désarticulation et fracturation. Par contre, aucun type de gestion de ressources n'a été identifié en fonction du poids des animaux et/ou de leurs âges (Huguet, 2007 ; Toro-Moyano et al., 2009, 2013).

Dans un autre environnement, dans la grotte du Vallonnet, site paléontologique à indice de fréquentation anthropique (Brugal et Jaubert, 1991), l'acquisition des ressources animales par les hominidés correspond à un charognage passif dans un repaire de carnivores (Arnaud Filoux, 2011). Cette grotte du Paléolithique inférieur d'âge de 1,2 à 1,1 Ma (Michel et al., 2017) a révélée des traces de d'activités anthropiques y compris des industries lithiques et des cut marks sur les os des mammifères. D'après Echassoux (2001, 2004, 2009), l'implication des carnivores dans l'accumulation du Vallonnet était faible et la présence des hominidés était sporadique en alternance avec celle des carnivores. Malgré cela, les groupes humains au Vallonnet devraient chasser le cervidé de taille moyenne (*Pseudodama vallonnetensis*), parfois celui de grande taille (*Praemegaceros* cf. *verticornis*), puis devraient profiter opportunément de restes de carcasses d'animaux chassés par les carnivores ; de bison en particulier (*Bison schoetensacki*) (Echassoux, 2009). Aussi bien, selon Grégoire (2009), les hominidés de cette grotte ont adopté un comportement opportuniste aussi bien dans la recherche des matières premières lithiques que dans l'exploitation des ressources animales.

Les restes de carnivores sont souvent retrouvés associés aux restes de grands mammifères. Connaître le rôle joué par les carnivores dans les contextes où ils coexistent avec les hominidés est capital pour comprendre le degré de compétition au moment où les

groupes d'hominidés ont entrepris des activités liées aux stratégies de subsistance (Saladié et al., 2014). Toutefois, la compétition entre les carnivores et les hominidés est bien évidente à Atapuerca, où les carnivores charognent les carcasses abandonnées par les hominidés ; pourtant ces derniers ne dépendent pas de curée des carnivores (Huguet et al., 2013, Saladié et al., 2014). Par contre, à Fuente Nueva 3, la preuve de la plus ancienne compétition probable entre *Homo* et *Pachycrocuta* (principaux agents modificateurs et accumulateurs au début du Pléistocène en Europe) a été reconnue suite à une séquence de consommation dans laquelle les hominidés sont arrivés en premier, démembrés transporté les membres, et probablement aussi le crâne, et plus tard les hyènes ont consommé le reste de la carcasse d'éléphant (Espigares, 2010 ; Espigares, et al., 2013). Quant au site de Barranco León, le nombre faible de traces des carnivores atteste d'une exploitation des carcasses d'herbivores alternativement par les hominidés et les carnivores (Espigares, 2010 ; Rodríguez-Gómez et al., 2016).

II. 5. 2. La subsistance des hominidés du Paléolithique inférieur en Afrique du Nord

On ne dispose que d'informations limitées sur la subsistance des premiers hominidés du Paléolithique inférieur au Maghreb, basées sur l'étude tracéologique des artefacts lithiques et les analyse taphonomiques des restes fauniques. L'analyse d'*use-wear* effectuées sur une sélection d'artefacts en silex d'Ain Hanech montre que des éclats simples et retouchés ont été utilisés pour la découpe de la viande (Sahnouni et de Heinzelin, 1998 ; Verges Bosch, 2002). Ainsi, d'autres travaux taphonomiques sur les restes fauniques d'El Kherba et d'Ain Boucherit ont révélé des évidences de subsistances des hominidés du Pléistocène inférieur étant en grande partie responsables de la modification osseuse dans ces sites, qui représentent à une chronologie de 1,78 Ma, les premières évidences connues d'activités de boucherie et de capacités de recherche de nourriture sur les grands animaux en Afrique du Nord (Sahnouni et al., 2013 ; Cáceres et al., 2017a).

Par contre, les comportements et les stratégies de subsistance des hominidés acheuléens du Maghreb sont très pauvres. Dans le gisement acheuléen de Tighennif, en Algérie, des évidences d'activités anthropiques sur les restes fauniques ont été documentées, néanmoins aucune étude approfondie n'a été effectuée (Denys et al., 1984) ; et c'est dans ce travail que nous allons analyser les nouveaux assemblages fauniques de ce site.

Dans la partie Nord Atlantique du Maroc, l'analyse taphonomique préliminaire des deux assemblages fauniques, de Grotte à Hominidés (GH) et de Grotte de Rhinocéros (GDR), dans les Carrières Thomas I et Oulad Hamida 1, Casablanca, montre que les carcasses étaient principalement introduites dans les grottes par les carnivores. Les traces de découpe sont complètement absentes sur les fossiles de GH, et rares à GDR, bien qu'il ait une association entre les artefacts lithiques et les fossiles humains. Cependant, la question concernant le lien entre ces hominidés et les autres prédateurs reste soulevée (Daujeart et al., 2012). C'est dans la GH que la première évidence montrant que les hominidés étaient une ressource pour les carnivores (Daujeard et al., 2016).

Dans un contexte un peu plus large, le site Acheuléen de Gesher Benot Ya'aqov, GBY (Israël) montre la grande responsabilité des hominidés dans ce site dans la modification de l'assemblage faunique suggérant que le traitement des carcasses d'animaux a suivi des pratiques systématiques reflétant une connaissance approfondie de l'anatomie et une stratégie comportementale cohérente (Rabinovich et al., 2008).

Les recherches archéozoologiques récentes sur les assemblages acheuléens commencent à produire des résultats intéressants. L'association entre les restes fauniques et les assemblages lithiques à Swartkrans est encore ténue. Pourtant, les assemblages fauniques de Peninj en Tanzanie montrent des différences claires entre les contextes écologiques des accumulations associées aux outils d'Oldowan et ceux associés aux bifaces acheuléens (Domínguez-Rodrigo, 2001). Les activités de boucherie indiquent que les hominidés acheuléens, dans ce site, chassaient ou confrontaient les prédateurs carnivores afin d'obtenir leurs proies, plutôt que de se débarrasser passivement des restes de viande et de moelle laissées par carnivores, comme l'auraient fait leurs ancêtres Oldowayen (Harris et al., 2015).

Le site de FLKW, Gorge d'Olduvai (Tanzanie), daté entre 1,74-1,66 Ma, montre les premières étapes du développement de la technologie acheuléenne ; et constitue le plus ancien site acheuléen associé spatialement et fonctionnellement à l'exploitation de la faune éventuellement par *Homo erectus sensu lato*. L'analyse taphonomique indique que la boucherie de carcasses était l'une des activités répétées sur le site avec accès primaire par les hominidés aux carcasses d'animaux suivi de carnivores (Diez-Martín et al., 2013). D'autres fouilles effectuées sur des sites acheuléens, notamment Olorgesailie et Olduvai Gorge, ont révélé des bifaces acheuléens associés à de vastes vestiges fauniques, dont

l'analyse taphonomique a montré l'implication des hominidés dans l'accumulation (Leakey et Roe, 1994 ; Potts et al., 1999).

Les hominidés de Konso, daté de 1,75 Ma (Beyene et al., 2013) avaient un accès probablement primaire aux différentes parties de carcasses d'herbivores de toute taille, malgré la présence d'une compétition avec les autres prédateurs (grands carnivores). Ainsi les processus de traitement de carcasses les mieux observés dans ce site sont le dépeçage et le décharnement, qui apparaissent relativement maîtrisés comme l'indique l'outillage lithique saillant et le nombre de stries de boucherie observé sur le matériel (Echassoux, 2012).

A partir de 1,5 Ma, les restes fauniques des grands herbivores tels que l'éléphant ont été récupérés dans plusieurs sites acheuléens, comprenant Olduvai Gorge (Leakey, 1971) et le Middle Awash (Clark et al., 1984). Cependant la fréquence des grands mammifères, les sites à carcasse unique, semble augmenter au début de l'Acheuléen moyen et tardif. L'abondance des proboscidiens dans divers sites du Paléolithique inférieur en Afrique et leur relation avec les hominidés reste un sujet de débat (Gaudzinski et Turner, 1999, Haynes, 2005, Villa et al., 2005, Mussi et Villa, 2008). Les os de ces ongulés étaient utilisés pour fabriquer des éclats et des outils y compris des objets semblables aux bifaces de pierre, caractéristiques de l'Acheuléen (Saccà, 2012).

Des stratégies technico-économiques semblent être liées à l'exploitation et à la consommation de carcasses (technologie de boucherie), néanmoins, en plus de traces de boucherie, d'autres activités de subsistance liées à des outils de percussion d'os ont probablement été réalisées à Bell's Korongo (BK4b), Gorge Olduvai daté de 1,35 Ma (Domínguez-Rodrigo et al., 2013 ; Sánchez-Yustos et al., 2017). Les analyses taphonomiques exhibent que l'exploitation systématique des carcasses de méga faune et celles des autres animaux par les hominidés a été *in situ* en quantités supérieures à celles rapportées sur les sites Pléistocènes inférieurs (Domínguez-Rodrigo et al., 2014).

L'association entre les restes de proboscidiens et les vestiges lithiques remonte au Pléistocène inférieur en Afrique. Il existe deux types de sites pouvant être distingués dans le registre archéologique ; sites de carcasses uniques, caractérisés par la présence de la carcasse d'un éléphant avec des outils lithiques associés, tels que Barogali à Djibouti (Berthelet et Chavaillon, 2001), Olduvai en Tanzanie (Leakey, 1971), Áridos I et II en Espagne (Santonja et al., 2001), la Boella (Mosquera et al., 2015), Notarchirico en Italie (Piperno et Tagliacozzo, 2001) ; et ce type de sites a été interprété comme sites d'abattage

(activités de boucherie). Le deuxième type est celui où de nombreux restes d'éléphants forment une composante, parfois dominante, dans l'assemblage faunique associés à des outils lithiques, comme Ambrona et Torralba en Espagne (Santonja et al., 1999), dans lequel une association entre outils lithiques et traces de découpe a été documentée indiquant la visite de ces lieux par les hominidés (Gaudzinski et al., 2005)

La rareté des marques de boucherie sur les carcasses des animaux de très grande taille comme le rhinocéros, l'éléphant et l'hippopotame peut être interprété par l'épaisseur de la peau de ces animaux et de leur grande masse corporelle. De plus, la qualité des traces de boucherie ne reflète pas nécessairement l'intensité de la modification et / ou de l'utilisation de la carcasse (Gaudzinski et al., 2005). Des études actualistes montrent qu'en enlevant la chair de l'éléphant moderne, les os ne sont pas du tout incisés (Haynes, 1991) ou rarement (Crader, 1983) en raison de l'épaisseur des tissus. Par conséquent, l'absence ou la rareté des marques de découpe n'implique pas nécessairement une exploitation marginale des carcasses d'animaux de plus de 1000 kg (rhinocéros, hippopotame, éléphant) en tant que ressource alimentaire au Paléolithique inférieur ; de même pour les autres animaux de petite taille et ceux de taille grande et moyenne (les chevaux et toute la gamme des bovins africains)

Les premiers hominidés utilisaient probablement aussi bien les ressources végétales comme outils que pour la nourriture, mais les preuves sont indirectes et rare. D'autres ressources alimentaires végétales d'*Homo erectus* ne peuvent pas être sous-estimées ; tels que les fruits, les noix, les feuilles, les racines, les tubercules et les graines, qui peuvent avoir été d'importants «aliments de secours» en période de stress environnemental (Harris et al., 2013). Le site de Kalambo Falls a fourni des preuves directes remarquables de l'utilisation des plantes au cours de l'Acheuléen tardif. Aussi, l'utilisation et le contrôle du feu n'a été documenté qu'à partir de 0,79 Ma à Gesher Benot Ya'akov (Israël) (Goren-Inbar et al., 2004).

L'utilisation de l'os par les hominidés semble remonter au Pléistocène inférieur, dans les formations de *Bed I* et *II* d'Olduvai (Leakey, 1971 ; Shipman et Rose, 1988), les rares pièces osseuses travaillées sont connues dans la Formation de Konso, datée d'environ 1,9-1,4 Ma (Echassoux, 2012), et un fragment de diaphyse d'os long (animal de très grande taille) façonné en forme d'un biface par écaillage extensif provient de l'horizon ~ 1,4 Ma de la Formation de Konso (Beyene et al., 2013). Les sites de Sterkfontein, Swartkrans et Drimolen en Afrique du Sud ont tous révélé un outillage osseux datés entre 1-2 Ma

associés aux hominidés *Paranthropus robustus* et premiers *Homo* (d'Errico et Backwell, 2009). D'Errico et Backwell suggèrent que l'introduction de l'os en tant que matière première pour la fabrication d'outils n'apparaît qu'avec le complexe Acheuléen. Saccà (2012) ajoute que les os de grands mammifères, en particulier ceux des éléphants, étaient utilisés pour fabriquer des éclats et des outils y compris des objets semblables aux bifaces en pierre, caractéristiques de l'Acheuléen.

Les antécédents archéologiques et écologiques concernant l'émergence et la dispersion de l'Acheuléen sont encore limités et démontrent une variabilité dans les paramètres paléoécologiques et l'utilisation de matières premières (Semaw et al., 2013). Une multitude de fonctions ont été suggérées pour ces bifaces Acheuléens, y compris le travail de bois et le traitement des carcasses d'animaux, souvent interprétées comme faisant partie d'une stratégie de subsistance évoluée coïncidant l'émergence d'*Homo erectus/ergaster* (Schick et Toth, 1993 ; Jones, 1994).

“...*Bifacial technology is the product of both cultural influences and convergence due to technological and environmental constraints...*” (Otte, 2013)

La chasse était à l'origine du développement de la coopération sociale entre les êtres humains et leurs tendances agressives ; cette activité correspond à un régime alimentaire et elle exigeait une certaine agilité, une aptitude à se concentrer, une habitude de fabriquer des outils et d'exercer sa mémoire (Potts et Shipman, 1983). Avec le mode 2, on constate une complexité de la séquence opérationnelle et les processus de prise de décision impliqués dans la production de bifaces à partir de grands éclats ou de nucléus géants (Semaw et al., 2013). Les stratégies technico-économiques de cet outillage semblent être liées à l'exploitation et à la consommation de carcasses (technologie de boucherie), mais d'autres activités de subsistance liées à des outils de percussion d'os ont probablement été réalisées à BK4b en plus de la boucherie (Sánchez-Yustos et al., 2017). A Peninj, les phytolithes d'*Acacia* sp. ont été attestées sur des bifaces, dont une supposition de fabrication de lance dès 1,5 Ma par des hominidés porteurs d'une technologie de mode 2 (Domínguez-Rodrigo et al., 2001).

Les sites de boucherie de Herto Member (400-100 ka) de la Formation de Bouri présentent un intérêt particulier concernant les bifaces associés à plusieurs sites de boucherie d'hippopotames; ils présentent des signes de modification de l'os induite par les hominidés suggérant que les bifaces ont pu être utilisés pour dépecer les carcasses de ces gros animaux (Harris et al., 2013). Aussi, le travail de bois, de grattage et de polissage des

os sont visibles sur plusieurs arêtes d'artefact acheuléens des sites de Carrière Thomas I et III (Beyries et Roche, 1982) ; il s'agit de deux *Choppers*, un polyèdre, un éclat et un denticulé (Carrière Thomas I); et deux *Choppers* bifaciaux avec deux éclats (Oulad Hamida).

L'Afrique du Nord contient les successions archéologiques qui, avec les différentes études pluridisciplinaire approfondies ont poussées les origines des comportements technologiques et des stratégies de subsistance (Sahnouni et al., 2013, 2017 ; Cáceres et al., 2017a). L'étude et l'analyse des restes fauniques découverts dans le gisement de Tighennif apporteront une importante base de données concernant le développement des comportements de subsistance d'*Homo erectus sensu lato*, détenteurs d'une technologie lithique du mode 2, et feront de grands progrès dans notre connaissance sur les Acheuléens du continent africain.

D'un autre côté, l'assemblage faunique du site de Pirro Nord 13 (Italie), analysé dans notre travail, avec les données des autres sites du Pléistocène inférieur en Europe (Huguet et al., 2013, 2017 ; Espigares et al., 2013 ; Echassoux et al., 2009 ; Michell et al., 2017) apporteront de nouvelles données concernant les comportements et les stratégies de subsistance des premiers représentants du genre *Homo*, porteurs d'une technologie du mode 1 durant cette chronologie en Europe.

Le paléoenvironnement au Paléolithique inférieur au Maghreb

Les dépôts des sites maghrébins du Pléistocène inférieur et moyen souffrent de l'absence d'un cadre chronologique précis. De ce fait, la datation de ces sites du Paléolithique inférieur repose principalement sur la biochronologie et les corrélations inférées des séquences du niveau de la mer entre les sites côtiers de l'Atlantique et les dépôts méditerranéens (Sahnouni, 2012). En effet, la séquence stratigraphique pléistocène la plus étendue est celle de la zone côtière de Casablanca avec une série de sept cycles marins entrecoupés de six épisodes terrestres. Les cycles marins incluent, du plus ancien au plus jeune, Moghrebien, Messaoudien, Maarifien, Anfatién, Harounien, Ouddjian et Mellahien. Les cycles terrestres sont Moulouyan, Salétien, Amirien, Tensiftien, Presoltanien et Soltanien. Les industries des galets aménagés sont datées des épisodes continentaux de Moulouyan et de Salétien, tandis que l'Acheuléen est datés de l'Amérien au Présoltanien (Biberson, 1971). La validité du système chronostratigraphique de Casablanca est opposée par certains auteurs (Beaudet, 1969 ; Texier et al., 1986, 1994), par

rapport au principe alternatif pluvial-aride, la complexité de la corrélation des épisodes climatiques marocaines avec les glaciations européennes et la négligence du rôle du soulèvement quaternaire local (Sahnouni, 2012).

Dans le Sahara, la reconstitution du cadre chronologique s'est basée sur l'alternance des cycles de sédimentation érosive, dont le Mazzélien (début du Pléistocène), le Taourirtien et l'Ougartien (Pléistocène moyen) (Alimen, 1978 ; Chavaillon, 1964).

La plupart des sites d'Oldowan en Afrique ont été trouvés dans les périphéries de la marge du lac de la plaine inondable, principalement dans les zones basses du Rift, tandis que les acheuléens occupent un large éventail d'habitat, y compris des zones plus sèches et plus élevées (Sahnouni, 2012). Des changements majeurs du climat global ont eu lieu entre 1,9 et 1,7 Ma, avec des analyses stables des isotopes du carbone des ongulés et des paléosols, suggérant une expansion des prairies en Afrique de l'Est (Cerling et al., 2013). L'analyse des faunes et l'histoire du lac de l'Afrique de l'Est renforcent ce schéma global en indiquant, non seulement le dessèchement, mais aussi la variabilité extrême de l'environnement y compris les hauts niveaux des eaux lacustres à 1,9-1,7 Ma, (Vrba, 1995 ; Trauth et al., 2007). Il semble probable que ces changements environnementaux, l'augmentation de la saisonnalité et de la variabilité ont joué un rôle significatif dans l'émergence d'*Homo erectus* et de l'Acheuléen (Antón, 2004) ; et peut-être dans les adaptations changeantes de l'Acheuléen moyen et final, néanmoins les agents sélectifs spécifiques stimulant ces changements biologiques et technologiques restent encore à identifier et à intégrer dans les registres environnementaux à petite et grande échelle en Afrique (Rogers et Semaw, 2009).

Peu d'informations disponibles sur les reconstructions paléoenvironnementales et paléoclimatiques des sites paléolithique inférieur au Maghreb, néanmoins, les recherches récentes déduites de la faune, de la stratigraphie et des rapports isotopiques du carbone et du pollen ont pu réaliser certaines restitutions.

Dans les sites Oldowan d'Ain Hanech et d'El-Kherba, des indices sédimentologiques indiquent une zone inondable alluviale éventuellement traversée par un méandre. La faune suggère un paysage ouvert et aride, déduit de la présence de bovins plus hypsodontes, une augmentation dans l'abondance des équidés, et la disparition de la gazelle *Parantidorcas* qui caractérise un paysage moins ouvert (Sahnouni et al., 2010, 2011, 2017b), néanmoins, l'hippopotame et le crocodile d'El-Kherba témoignent d'une présence d'eau stagnante ou d'un environnement fluvial. Une étude isotopique à carbone stable des

carbonates pédogéniques El-Kherba corrobore les indications fournies par la faune. Pourtant, l'hippopotame et le crocodile d'El-Kherba indiquent la présence d'eau stagnante ou d'un environnement fluvial. Une étude isotopique à carbone stable des carbonates pédogéniques El-Kherba corrobore les indications fournies par la faune. Les preuves carbone-isotopes suggèrent que la paléovégétation d'El-Kherba était principalement composée de plantes de type C3, à la fois ligneuses et graminées. De plus, les données montrent une tendance générale positive de diminution des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ lorsque la profondeur augmente, suggérant une augmentation temporelle de la végétation C4 et de l'aridification comme le montrent les valeurs $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates pédogéniques (Sahnouni et al., 2011 ; Sahnouni et al., 2017b), ce qui est cohérent avec la tendance générale du Plio-Pléistocène continental à l'augmentation de l'aridification et à l'expansion des prairies (deMenocal, 1995). En corrélation avec le profil stratigraphique archéologique d'El-Kherba, les faunes suggèrent un paysage ouvert sec ; et qui s'accompagne d'un accroissement temporel de l'aridification entraînant une pénurie de ressources alimentaires et d'approvisionnement en eau par opposition à un habitat riverain qui offre une abondance d'eau et de nourriture (Sahnouni, 2012 ; Sahnouni et al., 2017b).

Les hominidés acheuléens vivaient à la fois dans des habitats lacustres et alluviaux et dans des savanes. À Tighennif, les conditions taphonomiques des fossiles de micro-vertébrés indiquent une accumulation primaire dans un environnement lacustre fermé alimenté par des remontées artésiennes et l'absence d'écoulement de l'eau dans la zone (Denys et al., 1987). Les alcélapinés, les gazelles et les gerbillidés dominent les assemblages fauniques et indiquant un environnement ouvert et aride, néanmoins, les restes d'hippopotames et d'amphibiens suggèrent la présence d'eau (Geraads et al., 1986). Des études d'isotopes de carbone sur des animaux fossiles terrestres de Tighennif ont montré un régime alimentaire presque exclusif de plantes C3 suggérant une écologie de prairie C3 ouverte (Bocherens et al., 1996).

À la carrière de Thomas, l'environnement consistait en une dépression près de la côte dans laquelle un cours d'eau tressé intermittent s'est écoulé, avec des étangs probables et des végétations clairsemées (Texier et al., 2002). L'abondance des alcélapinés, des gazelles et des rhinocéros blancs suggère une savane ouverte mais la gelada, le porc-épic et le lynx reflètent aussi un paysage accidenté (Geraads, 1980). D'un point de vue écologique, les rongeurs des milieux arides et les grands mammifères indiquent un paysage ouvert et sec (Daujeard et al., 2012, 2016).

Au Sahara, les occupations paléolithiques sont associées à des alternances de périodes climatiques «humides-arides», où les périodes humides correspondent aux dépôts lacustres et celles fluviaux aux épisodes arides, liés aux dépôts éoliens et à la dissection des oueds (Sahnouni, 2012). Dans le nord-ouest du Sahara, des assemblages d'Oldowan datant du début du Pléistocène se trouvent dans des sédiments lacustres, associés à des pollens de la flore méditerranéenne suggérant que les hominidés d'Oldowan occupaient la zone pendant une période humide à grande précipitations (Alimen, 1981). La faune du site de Tihodaine présente une hétérogénéité, due à des fluctuations climatique entre humide et aride, avec un couvert végétal caractérisé par un mélange d'espèces méditerranéennes et semi-désertiques ; *Cerathotherium simum*, *Taurutragus* cf. *derbianus*, *Alcelaphus buselaphus*, *Connochaetes* cf. *prognu* et *Canis* cf. *aureus* correspondent à la savane boisée ; et *Gazella* et *Oryx* indiquent un environnement désertique (Thomas, 1977).

Chapitre III

Matériel et méthodes d'analyses

La contribution de la zoologie à l'archéologie préhistorique devient une méthode d'investigation, visant la reconstitution des modèles culturels sur une échelle millénaire et la réponse aux questions telles que la relation entre les hominidés et leur environnement, l'exploitation des ressources économiques et sociales. Afin de réaliser cette compréhension, l'étude des accumulations osseuses est devenue une clé et un champ primordial pour cette enquête (Tagliacozzo, 1993).

L'animal est la colonne vertébrale de l'archéozoologie qui retrace la relation qui existe entre l'homme et le monde animal dans l'objectif de restituer les comportements de l'homme envers ces animaux, en analysant les restes d'animaux provenant des sites archéologiques (Gautier, 1984 ; Chaix et Meniel, 1996 ; Reitz et Wings, 1999). Cette discipline permet :

- La reconnaissance et la description des espèces animales sur lesquels les groupes humains sont intervenus ;
- La détermination de la nature des relations entre les animaux et les groupes humains ou des animaux entre eux et l'origine de ces derniers dans le site (accumulation naturelle, chasse, charognage, etc.), et l'emploi de cet animal ou bien de sa carcasse (consommation, approvisionnement en matière première, rituel...)
- La mise en évidence des conséquences biologiques et / ou environnementales et l'intervention de l'homme (domestication, apprivoisement, modification de l'environnement, etc.) sur les espèces animales ;
- La contribution à la connaissance des groupes humains, leur environnement, leur mode de vie, leur habitat, leur comportement de subsistance, la paléoéconomie, les relations sociales des groupes (partage de tâches, de nourriture...) et la contribution à la connaissance des bases culturelles, la démographie, etc.

Les premières initiations dans l'étude des accumulations fossiles des animaux, réalisées par des géologues et des paléontologues remontent au XIXe, où la coexistence des restes humains et ceux d'animaux ont été considérés comme preuve de l'ancienneté de l'homme. L'avancement de cette étude est due à l'ensemble d'observations faites sur les restes osseux (surfaces, fractures,...) et leur composition taxonomique et anatomique.

L'arrivée de l'œuvre de Raymond Dart Arthur, publié entre 1949 et 1965, a révélé un développement des hypothèses sur l'homme chasseur et la culture « *Osteodontokeratic* ». Les travaux de cet auteur sont une référence dans le domaine des

comportements des premiers hominidés à travers les restes fauniques, bien que d'autres auteurs suggèrent que l'alimentation des premiers hominidés était basée sur le charognage, en récupérant les animaux chassés par les grands prédateurs (Bartholomew et Birdsell, 1953).

Durant les années 70 et 80 du siècle dernier, avec l'apparition du courant américain « *New archaeology* », la discipline « *zooarchaeology* » a bénéficié de nouvelles théories plus fiables et plus solides, ainsi que d'un renouvellement méthodologique, chose qui définit l'archéozoologie comme : discipline scientifique indépendante à objectifs (Clarke, 1973).

Les principaux travaux qui représentent cette nouvelle tendance sont celui de Binford (1981) : *Bone : Ancien Men and Modern Myths* et celui de Brain (1981) : *The Hunters or the Hunted ? An Introduction to African Cave Taphonomy*. L'objectif de ces recherches est d'obtenir un ensemble de critères permettant la déduction de l'activité des carnivores de celle des hominidés dans les sites archéologiques. Ces auteurs ont réalisé leurs travaux grâce aux observations des phénomènes actuels. L'observation de l'éthologie animale et les travaux ethnographiques ont donné naissance à une série d'arguments pour la caractérisation des sites archéologiques. Ces travaux représentent l'introduction de la taphonomie et celle de l'éthnoarchéologie, ainsi qu'une base de données pour les archéozoologues.

Tout simplement, la taphonomie est l'étude des processus affectant la transition des restes d'organismes vivants dans le passés et leurs traces dans la lithosphère comme on l'a vu dans les assemblages préhistoriques. Il existe de nombreux aspects, à partir des processus affectant les organismes individuels à ceux qui touchent des communautés entières, mais à leur niveau le plus bas, les processus sur lesquels reposent les interprétations taphonomiques sont les mêmes (Fernandez-Jalvo et Andrews, 2016)

III. 1. Définition de la taphonomie

En 1927, le géologue et paléontologue allemand Johannes Weigelt publie la première monographie sur la taphonomie des vertébrés intitulée « *Recent Vertebrate Carcasses and their paleobiological implications* » (Weigelt, 1989), où il décrit entre autres le décès, l'enfouissement et le rôle du transport des ossements. Cependant, le terme

taphonomie, formé de la fusion des mots grecs *taphos* (enfouissement) et *nomos* (loi), n'est employé pour la première fois qu'au 1940 par le paléontologue russe I.A. Efremov. D'après ce dernier 1940-1953, la taphonomie est une discipline scientifique, étant définie comme la science qui traite l'enfouissement et la formation des dépôts des restes d'animaux et de végétaux. C'est une science multidisciplinaire, outil et méthode, qui étudie les processus agissant sur les restes fossiles *postmortem*, de plus elle comble les lacunes entre les différentes branches de la biologie, la géologie et la paléontologie. Selon le même auteur, la taphonomie se base sur trois étapes différentes : la tanatocénose qui comprend l'accumulation des vestiges dans la biosphère ; la tafocénose qui englobe les processus de l'enfouissement et enfin l'orictocénose qui est l'ensemble des fossiles conservés. Cette science est une discipline reposant sur le concept d'actualisme et le raisonnement par analogie.

La taphonomie est une approche indispensable dans l'étude et l'interprétation des événements du passé. Actuellement, les archéologues ne peuvent pas se passer de cette discipline qui s'intéresse aux processus et aux mécanismes des formations des sites archéologiques. Elle facilite la reconnaissance des modifications et les changements des entités biologiques du passé en entités taphonomiques. Dans sa première partie, la taphonomie s'est appuyée sur la paléontologie. Plus tard, elle gagnera sa place comme discipline à part.

L'augmentation des connaissances dans cette science doit répondre aux questions posées par la paléontologie ainsi que d'autres disciplines. Afin d'atteindre ses objectifs, la taphonomie s'ajoute avec d'autres sciences comme la sédimentologie, la micromorphologie, la stratigraphie, la biostratigraphie, la paléoécologie, la paléobiologie, la paléobotanique et l'archéologie. Elle tente de reconstituer les processus et tous les agents impliqués dans l'enfouissement des restes fossiles. Par conséquent, toute étude taphonomique doit être entreprise en tant qu'ensemble et non pas en tant que différents stades de connaissance.

Il est très clair que la taphonomie a pris une approche multidisciplinaire, capable d'acquérir des connaissances à partir des autres sciences. Elle peut fournir avec sa propre expérience un procédé capable de synthétiser les processus immémoriaux. Afin d'atteindre ses cibles, la taphonomie, de plus en plus, adopte un domaine expérimental, elle reproduit des phénomènes et des événements qui se sont déroulés dans le passé, chose qui est cruciale dans la compréhension de la formation des sites archéologiques.

Le principe de l'Uniformitarisme est une des bases de la reconstitution des organismes et de l'environnement, en paléontologie, disant que les processus qui se sont déroulés dans le passé lointain s'exercent encore dans nos jours : *le présent est la clé du passé*. Toutefois, la taphonomie, appliquée à l'archéozoologie et à l'ethnoarchéologie focalise son matériel d'étude sur le comportement humain (Simpson et Lazenby, 1970). Il est important de savoir que les environnements des groupes d'animaux et leurs comportements peuvent subir des variations physiques, chimiques et mécaniques au fil des temps (Shipman, 1981). Sur la base de cette proposition et des observations expérimentales, l'archéozoologie a pu développer une masse critique sur les modifications des restes osseux fossiles (Johnson, 1985 ; Lyman et Fox, 1997).

L'identification des modifications fossilo-fauniques, comprend leur description (emplacement, taille, forme, orientation, localisation, fréquence) et l'utilisation des analogies corrélatives, en visant l'identification de l'agent qui en est à l'origine (Gifford-Gonzalez, 1991). Malgré la reconnaissance des agents concrets du passé, en les comparant aux processus actuels, nous nous retrouvons en face d'énormes difficultés selon les variations des critères contextuels (Domínguez-Rodrigo, 1998). Selon Lyman (2004), emprunter un concept n'est pas faux, du fait qu'il s'applique explicitement aux systèmes ouverts, et le recyclage des carcasses d'animaux est en effet un processus caractéristique d'un écosystème ouvert.

La création d'un polymodal, processus dans lesquels plusieurs agents interviennent sur différents ordres, est la ligne principale du développement dans les dernières décennies (Bunn et Ezzo, 1993 ; Selvaggio, 1994a, 1994b, 1998 ; Blumenschine, 1995 ; Lupo, 1998 ; Lupo et O'Connell, 2002 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006). Grâce à ce type de références, les interprétations se multiplient et peuvent être plus larges en ce qui concerne la relation entre les hominidés et les autres agents. Ces derniers sont notre intérêt, dont les agents biologiques, qui agissent durant la phase de nutrition des hominidés. C'est à ce stade que des interactions peuvent se produire entre les différents processus biologiques, humains et non-humains. Les agents qui agissent durant la phase subaérienne et la phase diagénétique sont pris en compte, chose qui nous permettra de reconstruire l'histoire taphonomique et les processus qui sont à l'origine des accumulations osseuses (Capaldo et Peters, 1995 ; Capaldo, 1997 ; Domínguez-Rodrigo, 1998 ; Lyman, 1994).

Actuellement, le champ d'étude de la taphonomie est très large, il touche les signaux taxonomiquement significatifs produites par les entités biologiques du passé

(Fernández-López, 1995). Ainsi, il peut s'agir de dents, d'ossements (fossiles ou non), mais aussi de restes végétaux (bois, charbons de bois, plantes), de carapaces, de coprolithes, de pelotes de régurgitation, ou d'empreintes (Cáceres et al., 2012; Fernández-López, 1995).

III. 2. Matériel d'étude

L'élaboration de notre présent travail s'articule sur l'analyse des restes fauniques fossiles des vertébrés provenant de deux différents sites :

Le premier assemblage est recueilli dans la fissure karstique de Pirro Nord 13, qui remonte au début du Pléistocène inférieur (Villafranchien final), et fut dégagé au cours des campagnes de fouille 2012 - 2015. Ce site a livré une très riche faune dénommée «Unité Faunique de Pirro», associé à des artefacts lithiques du mode 1. L'assemblage de ce site est daté entre 1,3 et 1,7 Ma (Arzarello et al., 2009, 2011, 2012, 2016 ; Arzarello et Peretto, 2010).

Le deuxième assemblage provient du site à hominidés de Tighennif (ex. Ternifine) au Nord-ouest de l'Algérie en Afrique du Nord. La faune de ce site est issue de nouvelles fouilles systématiques des années 2013 - 2016. Ce gisement est une accumulation de plein air, fluvio-lacustre, du Pléistocène inférieur final/début du Pléistocène moyen. Le Paléomagnétisme a donné un âge de 0,7 Ma à ce gisement (Geraads et al., 1986). Ce site a livré les restes osseux fossiles du plus ancien du genre *Homo erectus mauritanicus* en l'Afrique du Nord (Arambourg, 1954, 1955, 1956).

III. 3. Méthodes d'analyse

La première chose à faire, avant même de voir ce que l'archéozoologie étudie, est de caractériser l'ensemble du matériel faunique, la quantité du matériel étudiée et la qualité des analyses appliquées, afin d'avoir une base de données suffisante qui nous permettra d'élaborer des hypothèses consistantes. Les informations que nous allons acquérir dépendront de leurs propres structures naturelles et de leurs compositions physicochimiques et archéo-fauniques. De cette manière, les restes d'origine animale peuvent être divisés en différentes catégories basiques, comme os, dent, bois et chevilles osseuses. Le niveau maximal d'information qu'on pourra recueillir est en relation avec la

quantité et la qualité des caractéristiques paléobiologiques et taphonomiques reconnaissables dans chaque élément.

Une fois l'information obtenue, elle sera classée de telle sorte qu'elle pourra nous apporter et nous informer des caractéristiques de l'ensemble osseux. La base de données informatisée a été conçue avec le programme *Excel*, pour faciliter l'analyse et la gestion statistique des informations obtenues, même celles appliquées à l'archéozoologie et enfin d'autres applications statistiques, comme le programme *Minitab*, *Past*, ont été utilisées afin d'expliquer et d'éclairer les résultats obtenus.

III. 3. 1. La représentation squelettique et spécifique

La construction correcte des profils anatomiques et taxonomiques est une étape indispensable dans l'analyse archéozoologique. La détermination anatomique et taxonomique a eu recours à la classification linnéenne, ce qui a nécessité l'emploi de différents atlas d'anatomie comparée (Lavocat, 1966 ; Barone, 1976 ; Pales et Lambert, 1970, 1971, 1981 ; Schmidt, 1972 ; Varela et Rodríguez, 2004). Ainsi, on s'est référé au matériel archéologique fossile, déjà analysé, et aux collections ostéologiques de référence dans les laboratoires d'analyses.

Les déterminations taxonomiques des deux différents assemblages de l'étude ont été effectuées par les chercheurs en charge de l'étude paléontologique de ces assemblages. Pour Pirro Nord (De Giuli et al., 1986, 1987 ; Azzaroli et al., 1988 ; Masini, 1989 ; Masini et Santini, 1991 ; Mazza et Rustioni, 1992 ; Mazza et al., 1993 ; Rook, 1994 ; Abbazzi et al., 1996 ; Gliozzi et al., 1997 ; Fanfani, 1999 ; Delfino et Bailon, 2000 ; Napoleone et al., 2003 ; Bertini et al., 2010 ; Rook et Martínez-Navarro, 2010 ; Rook et al., 2004 ; Rook et Sardella, 2005, 2013 ; Petrucci et Sardella, 2009 ; Petrucci et al., 2013 ; Salari et al., 2013), et pour ce qui est de l'assemblage du site de Tighennif (Tomassini, 1883 ; Pomel, 1878, 1893-1897 ; Arambourg, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958 ; Arambourg et Hoffsteter, 1963 ; Geraads, 1981 ; Szabo, 1982 ; Denys et al., 1984 ; Geraads et al., 1986 ; Denys et al., 1987 ; Olive, 2005 ; Van der Made, sous presse).

Dans certains cas, quelques restes très fragmentés ne sont pas attribués à une catégorie, soit anatomique ou taxonomique, donc la nécessité de les intégrer dans l'assemblage étudié va nous apporter des informations complémentaires sur les profils squelettiques et taxonomiques présents dans les dépôts (Moigne, 1983 ; Marean, 1998 ;

Bartram et Marean, 1999 ; Pickering et al., 2002). Les critères utilisés pour essayer d'inclure les os non identifiés dans l'assemblage osseux sont généralement basés sur les caractéristiques morphologiques des restes ; celles-ci nous ont permis de faire une description anatomique et une approximation taxonomique de la majorité des restes non identifiés (Huguet et al., 1999 ; Rosell, 2001 ; Cáceres, 2002). En tenant compte de la morphologie des squelettes des mammifères, les fragments non déterminés sont classés en trois catégories, correspondant aux différents segments des carcasses, en se basant sur la présence ou l'absence des parties spongieuses et corticales, des cavités médullaires et des articulations :

a. Os longs : Il s'agit de tous les restes appendiculaires, comme les stylopoles, les zeugopodes, les métapodes et les acropodes, qui possèdent une cavité médullaire, une partie spongieuse et une partie corticale ; la partie diaphysaire pourra présenter des facettes articulaires et des insertions des muscles et des tendons ;

b. Os plats : Concerne tout le squelette axial, le squelette crânien (vertèbres, côtes, crâne et mandibule) et les ceintures (la scapula et l'os coxal). La majorité de ces restes se présentent avec l'os spongieux ;

c. Os articulaires : Se sont des restes carpiens, tarsiens, basipodiens et sésamoïdes. Ils se composent principalement d'os spongieux compact et dense, avec une ou plusieurs facettes articulaires.

La quantification

Cette étape est l'axe principal de notre présent travail. Elle nous permettra de déterminer la structure de l'échantillon faunique fossile. Il existe plusieurs méthodes et paramètres appliqués à la quantification des assemblages osseux (Binford, 1978, 1981, Lyman, 1994 ; Rietz et Wings, 1999) et les indices sont les suivants :

-Le nombre de restes (NR) : Il s'agit de la première quantification qui se calcule dans un assemblage osseux. Le NR inclut tous les restes fauniques récupérés, donnant ainsi des informations sur l'état de conservation des restes.

-Le nombre de spécimens identifiés (Number of Identified Specimens NISP) : Ce sont les restes identifiés jusqu'au niveau spécifique (Bate, 1937). Le NISP nous informe de la composition de l'ensemble osseux diversifié ou bien uniforme (Martínez-Moreno, 1998). L'application de cet indice présente des limites : ex. il ne tient pas en compte de la

fragmentation des restes, de telle sorte que l'importance des pièces anatomiques ou bien des taxons s'en trouve exagérée ou minimisée. Il est important de faire une différence entre les spécimens et les éléments (Grayson, 1984), Car, un échantillon peut être un élément complet ou non, alors qu'un élément peut être composé d'un ou de plusieurs NISP.

- **Le nombre minimal d'éléments (NME) :** Cet indice correspond aux éléments anatomiques quelles que soit leurs latéralités. Il nous permettra de connaître la fréquence des parties anatomiques conservées. Cela nécessite de prendre en compte les différentes variables de chaque fragment osseux identifiable : la zone, la face, sa position dans le squelette et son âge. Il existe différentes méthodes pour le calculer. Selon Marean et Spencer (1991), le NME se décompte par l'estimation des circonférences des diaphyses. Stiner (1991) conseille de prendre en compte des points de référence (*Landmarks*), comme les foramens nutritifs ou les insertions musculaires. Les dents isolées ont été liées à la mandibule et au maxillaire, en prenant en considération l'âge et l'usure de l'élément, afin de calculer le NME. D'autre part, les fragments de bois ont été inclus avec les fragments de crâne.

- **Le nombre minimal d'individus (NMI) :** Cet indice permet de valoriser l'abondance relative des différentes espèces présentes dans un ensemble et la quantité de biomasse qu'il représente (Binford, 1978). Dans notre cas, le NMI est établi selon l'élément anatomique le plus fréquent, en tenant compte de la latéralité, du poids et de l'âge de l'animal (Brain, 1981).

III. 3. 2. L'estimation de l'âge des animaux

L'estimation de l'âge des individus a pour objectif de définir la population animale, d'établir le profil de mortalité des différentes espèces présentes dans l'assemblage et de déterminer l'utilisation et la fonctionnalité du site. Selon Stiner (1994), l'établissement des profils de mortalité sert d'avantages dans la reconnaissance des stratégies d'acquisition mises en place par les hominidés, chasse et / ou charognage, et déterminer l'origine d'accumulations fauniques, homme et / ou carnivore.

Cette approximation s'est basée sur les pièces dentaires (Moigne, 1983; Grant, 1982 ; Stiner, 1998), les stades de fusion des épiphyses des os (Eisenmann, 1979 ; Brown et Chapman, 1991a, 1991b ; Schmidt, 1972 ; Barone, 1976 ; Silver, 1980) et enfin les dimensions et les morphologies des bois et des chevilles osseuses (Bourlière et Spitz,

1975 ; Armitage et Hills, 1982). Par conséquent, nous avons établi quatre grandes catégories d'âge :

Enfantine : Il s'agit des taxons avec une dentition déciduale et dont la dentition définitive est en stade d'éruption. Les os longs des animaux de cette catégorie ne sont pas complètement fusionnés,

Juvenile : Ce sont des animaux dont nous n'avons vraiment pu définir avec précision la catégorie (entre enfantine et adulte),

Adulte : La dentition définitive est totalement éruptive et les os long sont soudés aux épiphyses,

Sénile : Ils se présentent avec une dentition définitive très usée.

Le souci majeur de cette estimation d'âge est la difficulté d'établir l'âge de la mort avancée chez les individus séniles, qui ne présentent aucune différence dans le grade de la fusion des os avec les adultes. D'autre part, plusieurs espèces du Pléistocène ne prennent pas en compte les études ontogénétiques, donc leur attribution à un groupe d'âge se fait d'une manière générique : De plus, la fusion des os diffère d'un individu à l'autre dans la même espèce. Les pièces dentaires sont les plus utilisées dans les sites archéologiques, grâce à leur résistance devant les agents destructifs fossilo-diagénétiques et biostratigraphiques ; la plupart du temps, elles sont utilisées dans la quantification du matériel faunique.

III. 3. 3. Les classes de poids des animaux

En ce qui concerne les os non identifiés, il faut bien les classer dans une catégorie, pour cela, nous les avons ordonnés selon la taille et le poids de l'animal (quand c'est faisable) afin de réaliser une approximation. Cette catégorie prend en compte l'âge et le poids des taxons (Huguet, 1999).

Nous avons inclus tous les restes dans la catégorie de poids, sachant que les carnivores et les hominidés peuvent démontrer une distinction entre la prédation, le transport et la consommation des carcasses selon les poids des animaux (Skinner et al., 1980 ; Brain, 1981 ; Binford, 1981 ; Skinner et al., 1986 ; O'Connell et al., 1988a, 1988b, 1990 ; Bunn et Ezzo, 1993 ; Skinner et al., 1998).

Classes de poids	Poids approximatif (kg)	Classes de taille (Bunn, 1986) Taxons africains	Taxons
Très grande (TG)	T>1000	5	Adulte : <i>Mammuthus meridionalis</i> , <i>Stephanorhinus cf. hundsheimensis</i> , <i>Loxodonta atlantica</i> , <i>Ceratotherium mauritanicum</i> , <i>Hippopotamus sirenensis</i>
Grande (G)	300>T<1000	4	Adulte : <i>Equus altidens</i> , <i>Bison degiulii</i> , <i>Ursus sp.</i> , <i>Praemegaceos</i> , <i>Ursus etruscus</i> , <i>Bos bubaloide</i> , <i>Camelus thomasi</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>Giraffa pomeli</i> Jeune : <i>Stephanorhinus cf. hundsheimensis</i> et <i>Hippopotamus sirensi</i> , <i>Ceratotherium mauritanicum</i>
Moyenne (M)	100>T<300	3a 3b	Adulte : <i>Homotheirus sp.</i> , <i>Pachycrocuta brevirostris</i> , <i>Pseudodama farnetensis</i> , <i>Panthera leo</i> , <i>Connochaetes taurinus prognu</i> , <i>Kobus sp.</i> , <i>Metridiochoerus compactus</i> , <i>Metridiochoerus modestus</i> , <i>Parmularius ambiguus</i> , <i>Tragelaphus algericus</i> . Jeune : <i>Praemegaceros</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>Ursus etruscus</i> , <i>Bos bubaloide</i> ,
Petite (P)	20>T<100	2	<i>Hyaena hyaena</i> , Jeune : <i>Pachycrocuta brevirostris</i> , <i>Panthera leo</i> , <i>Castor</i> , <i>Hystrix refossa</i> , <i>Pseudodama farnetensis</i> , <i>Lynx issiodorensis</i> , <i>Gazella sp.</i> , <i>Gazella dracula</i> , <i>Connochaetes taurinus prognu</i> , <i>Kobus sp.</i> , <i>Metridiochoerus compactus</i> , <i>Metridiochoerus modestus</i> <i>Parmularius ambiguus</i> , <i>Tragelaphus algericus</i> , <i>Canis cf. xenocyon lycaonoides</i> , <i>Xenocyon lycaonoides</i>
Très petite (TP)	T<20	1	Jeune : <i>Meles sp.</i> , <i>Martes sp.</i> , <i>Canis mosbachensis</i> , <i>Theropithecus oswaldi</i> , <i>Chelonii</i> , <i>Vulpes cf. alopecoides</i> , <i>Lupulella mohibi</i> , <i>Felis lunensis</i> , <i>Felis cf. Felis lunensis</i>

Tableau. III. 1.- Classes des poids attribuées aux taxons d'animaux analysés selon l'âge.

III. 3. 4. La fracturation

Les os frais diffèrent des os secs en ce qui concerne leur plasticité et leur capacité de déformation. Plusieurs auteurs se sont intéressés à la fracturation des restes osseux fossiles, dans le but d'identifier l'agent principal, la raison pour laquelle cette fracturation a été provoquée et la nature de l'os au cours de cette fracturation (frais ou sec) (Binford, 1981 ; Brain, 1981 ; Bunn, 1983 ; Gifford-Gonzalez, 1989a, 1989b ; Haynes, 1983a, 1983b ; Klein et Cruz-Urbe, 1984 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Villa et Mahieu, 1991). La fracture des os peut être intentionnelle - si la fragmentation a comme but la nutrition, la technologie, etc. - ou accidentelle, lorsqu'elle n'a pas de but, mais qu'elle est le résultat de l'intervention d'un processus bien déterminé. Il existe plusieurs processus et agents qui provoquent la fracturation des os ; ainsi les hominidés, les carnivores, le piétinement, la météorisation, la pression des sédiments, etc. Cette diversité nécessite une analyse et un diagnostic plus détaillés, afin d'établir les critères descriptifs de chaque agent. Les agents qui ont été très étudiés sont ceux biologiques, dont les hominidés et les carnivores, permettant l'extrapolation des modèles de comportement. Ces deux agents

mordent ou percutent les os pour accéder à la moelle osseuse, de sorte que les fractures peuvent se produire et devenir semblables ; ainsi, ils cassent les os frais d'une façon spirale. Plusieurs travaux ont été effectués afin de distinguer le phénomène de la fracturation anthropique de celui des carnivores. Dans notre travail, nous allons appliquer la méthodologie établie par Morlan (1980) sur la fracturation des restes fossiles, dans l'objectif de différencier les fractures sur os frais ou sec, provoquées soit par les hominidés ou par les carnivores. Nous compléterons notre analyse avec les travaux de Villa et Mahieu (1991), en se basant sur le type, l'angle, la forme du bord de la fracturation pour les os longs de plus de 3 cm, ainsi que sur leur texture, leur longueur et circonférence.

a. Le profil : Il s'agit de délimitation par rapport à l'axe longitudinal de l'os. Les fractures peuvent être transversales, longitudinales ou bien courbées. Ce dernier type est le plus complexe, car il est lié à la fracture spiralée.

b. L'angle : Il est oblique, droit ou mixte, lié à la partie corticale de l'os.

c. La structure du bord : Elle est lisse et, régulière ou bien irrégulière.

d. La longueur : Villa et Mahieu (1991) distinguent 4 classes de taille ;

- La longueur est inférieure à 20 mm,
- La longueur varie entre 20 et 50 mm,
- La longueur varie entre 50 et 100 mm,
- L3 : la longueur est supérieure à 100 mm,

d. La circonférence : C'est l'indice de la fracturation lié à la circonférence de la diaphyse ; quatre catégories sont distinguées :

C1 : Correspond à la conservation d'une partie $<$ de $\frac{1}{4}$ à la circonférence totale de l'os ;

C2 : La partie conservée est comprise entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$ de la circonférence totale de l'os ;

C3 : La partie conservée est comprise entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ de la circonférence totale de l'os ;

C4 : Il s'agit d'une circonférence $>$ $\frac{3}{4}$ de la circonférence totale de l'os.

En fonction des indices cités auparavant, on pourra constater l'état de l'os, frais ou sec lors de la fracturation. En se basant sur les travaux de Villa et Mahieu (1991) et suite à ses résultats, les auteurs soulignent que la prédominance des fractures à profils courbes, à angles obliques et bords lisses, correspond à une fracture sur os frais. En revanche, la prédominance des fractures transversales, à angles droits et bords irréguliers, indique souvent une fracture sur os sec (par exemple action de pression des sédiments). Il faut tenir compte de l'implication des différents agents dans la fracturation osseuse durant

l'enfouissement. Dans le cas d'une fracture sur os frais, une morphologie particulière indique l'objectif de cette activité, qui est l'accès à la partie nutritive. Pour cette raison, il est nécessaire de considérer les autres agents qui interviennent au cours de la formation de cette accumulation, qui diffère d'un site à un autre.

La fragmentation des os par le piétinement est facile dans le cas des os météorisés et altérés à faible résistance (Olsen et Shipman, 1988). La difficulté du différentiel de ce type de fracturation réside principalement dans l'absence de points d'impact. En revanche, la fracture sur os frais pourra être une activité des hominidés et / ou des carnivores.

III. 3. 5. Fracturations produites par les carnivores

Comme les hominidés, les carnivores brisent les os afin d'accéder à la partie médullaire nutritive, en appliquant une force statique (Johnson, 1985). Généralement, les carnivores commencent l'entament des os longs par la consommation partielle ou totale des épiphyses ; ceci donne une forme de tube à l'os. Quand la fracturation a lieu au niveau des épiphyses, ces dernières portent souvent sur leurs bords des morsures et un arrondissement causé par la salive des carnivores. Cette technique produit un minimum de fragments par rapport à celles utilisées par les hominidés (Stiner, 1994). Quand les carnivores brisent les os sans la consommation des épiphyses, la résistance de l'élément squelettique est plus élevée, par conséquent, ils produisent un type de fracture similaire à celle produite par les hominidés, dont le résultat est une fracture spiralée. Dans la plupart des cas, les fractures sont transversales ou spiralées, elles mènent à la création de formes diaphysaires cylindriques sur les animaux de petite et de moyenne taille (Stiner, 1994). Les fractures produites par les carnivores impliquent l'état frais de l'os ; par conséquent, la morphologie des fractures peut être courbe à angle oblique et à bord lisse (Villa et Mahieu, 1991). Le type de la fracturation dépend de type de l'animal qui en est à l'origine : ainsi l'hyène tachetée est l'animal le plus destructif des carnivores, avec une très grande capacité de produire des fractures spiralées au niveau de l'humérus en comparaison avec d'autres éléments squelettiques (Hills, 1989a). Il est fort possible de trouver des cônes de percussion associés à des morsures (Stiner, 1994).

L'étude des fractures produites par les carnivores nécessite d'être prudent dans leur interprétation, car il se peut que d'autres prédateurs soient intervenus sur le même élément osseux, avec comme résultat, un chevauchement possible des empreintes. En outre, il faut analyser la fracture en relation avec d'autres fonctions telles : la distribution des morsures,

la taille de celles-ci, les éléments du squelette touchés par les morsures et la fracturation, et pour résultat, l'identification des carnivores se base sur des caractères qualitatifs et quantitatifs. (Haynes, 1980, 1983 ; Maguire et al., 1980; Binford, 1981; Brain, 1981; Esteban et al., 2010)

III. 3. 6. Les altérations/modifications taphonomiques

La modification des surfaces osseuses des fossiles peut être liée à différents agents taphonomiques. Deux grandes catégories peuvent être distinguées : les modifications non biostratinomiques et celles fossilodiagénétiques. Ces agents modifiants altèrent et perturbent de manière inégale un assemblage fossile.

Tous les restes osseux ont été observés et analysés à l'œil nu, puis au stéréomicroscope Trinoculaire (*Optika SZM-2*) au zoom x 0,7 à x 4,5. Plus particulièrement, les pièces conservant des marques d'activités anthropiques ont été examinées minutieusement à l'aide d'un microscope digital 3D (*Hirox KH 7700*), selon le protocole établi au laboratoire d'analyses microscopiques à l'Iphes, Tarragona. Cette analyse microscopiques s'est basée sur de variables critères diagnostics (Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017) qui ont été utilisés pour identifier et caractériser précisément ces traces de découpes.

Localisation en rapport à l'élément	Diaphyse, épiphyse, métaphyse, antérieur, postérieur, latérale, médiale, crâniale, Caudale, surfaces articulaire...
Orientation de la trace	oblique par rapport à l'axe principal de l'élément, perpendiculaire, transversale, isolée, regroupée, parallèles
Trajectoire	Droit, incurvé ou sinueux
Barbillon	Présence ou absence
Forme de section de la rainure	Forme en V étroit, en « V » large, le fond/base horizontal
Symétrie	Présence ou absence (approximativement)
Effet d'épaule	Présence ou absence
Présence d'écaillage sur l'épaule	Présence ou absence
Largeur d'écaillage	Présent : relativement un tiers de la trajectoire de l'épaule ou à l'intérieur de la rainure. Absence.
Microstriations interne	Présence ou absence
Trajectoire des microstriations	Continues ou discontinues
Emplacement des microstriations	Sur les parois de la rainure, ou à la base/fond
Microabrasion	Ceci est constitué par des stries très fines qui se produisent sur la surface de l'os, et qui ne sont pas forcément liées à la marque comme le piétinement.
Superpositions des striations	Stries supplémentaires traversant la rainure principale

Tableau. III. 2. - Résumé de la définition des variables utilisées pour l'analyse et l'examen des traces de découpe (selon les critères diagnostics détaillée par Domínguez-Rodrigo et al. (2009).

III. 3. 6. 1. Les modifications d'origines anthropiques

Les humains exploitent les cadavres d'animaux pour plusieurs raisons, dont l'obtention des ressources énergétiques est la plus importante, ainsi que la réalisation d'outils en os et d'habits (Lyman, 1994). L'activité anthropique sur un assemblage fauniques peut apparaître sous différentes formes : stries de boucherie, fracturations intentionnelle, utilisation de l'os comme outils et traces de combustions (ce dernier ne figure pas parmi notre échantillon), ainsi que des marques laissées par les dents. Ces modifications sont reliées directement aux activités pratiquées par les hominidés selon leur degré d'évolution. Dans ses travaux d'expérimentations Domínguez-Rodrigo (1996) a noté que le nombre de marques de découpes diminuait au fur et à mesure que ses capacités de boucherie s'amélioraient. La fréquence et l'emplacement des cut marks varient lorsque l'accès à la carcasse est précoce ou tardif ; ces caractéristiques reflètent également les décisions de l'homme quant à l'utilisation des carcasses. Le moment d'accès, le degré d'utilisation peuvent également être reflétés par la taille des dispersions osseuses, l'occurrence et l'étendue de la fracture osseuse (Haynes et Klimowicz, 2015). Les activités de boucherie, varient sur différents sites avec des conditions locales qui incluent probablement : la disponibilité de la matière première lithique, la disposition des carcasses, la biologie et l'écologie des hominidés (espèce, taille corporelle, taille du groupe humain ainsi que son articulation sociale). Cela recommande aux chercheurs de ne pas supposer un seul modèle de recherche (Pobiner, 2007).

Durant l'exploitation et le traitement des squelettes d'animaux, les différentes activités apportées (désarticulation, fracturation, découpe...) sont les principaux facteurs impliqués dans la formation des accumulations par les hominidés. Les formes d'établissement de l'identité des traces produites par les artefacts lithiques durant le traitement des carcasses sont extrêmement discutés (Shipman 1981; Bunn, 1981, 1982 ; Potts et Shipman, 1981 ; Potts, 1982 ; Olsen et Shipman, 1988), de même que les marques délaissées au cours de la fracturation des os par différentes méthodes et les types de fracturations produites (Bonnichsen, 1979 ; Morlan, 1980 ; Shipman et al., 1981).

III. 3. 6. 1. 1. Les stries de boucherie / découpe

Le mot « boucherie » a été donné à l'ensemble des modifications qui se produisent au cours de l'exploitation des carcasses d'animaux (Lyman, 1987). D'autres chercheurs n'appliquent ce terme qu'un autre processus plus complexe, comprenant non seulement la boucherie mais aussi le transport des cadavres (Binford, 1978). A la fin du XIXe, le terme « traces de découpe » a été une évidence bien claire, signifiant l'utilisation des animaux par les humains. D'après Lyman (1994), c'est une série d'incisions produites par un instrument tranchant, lorsque l'os est encore frais. De multiples travaux se succédèrent concernant la caractérisation de ces traces de découpes (Binford, 1981 ; Bunn, 1981 ; Potts et Shipman, 1981 ; Andrews et Cook, 1985 ; Kroll, 1986 ; Bunn et Kroll, 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Blumenshine, 1995 ; Lupo et O'Connell, 2002 ; Domínguez-Rodrigo, 2002). Ces auteurs sont face aux difficultés d'identification de ces traces de découpe en tant qu'activité humaine ; pour cela, leurs recherches se sont basées sur des paramètres et des critères discriminants, qui identifient les autres modifications non anthropiques. Au cours de la dernière décennie, d'autres travaux de recherches s'intéressent aux outils et aux types de matières premières utilisées (de Juan et al., 2010 ; Galán et al., 2014 ; Debwury et Russell, 2007 ; Fernández-Jalvo et Cáceres, 2010 ; Greenfield, 2002 ; Maté-González et al., 2016), les méthodes d'analogie et d'expérimentation (Domínguez-Rodríguez et al., 2009), l'utilisation de la micromorphologie et le microscope en 3D (Bello et al., 2009 ; Bello et Soligo, 2008)

Les traces de découpe sont des stries allongées, souvent rectilignes mais parfois peuvent être légèrement courbes, avec une longueur et une largeur variables, dont la section du sillon (rainure) se présente en forme « V » étroit, profond ou en forme « V » peu ouvert souvent aux microstriations internes. Ces et ces dernières se présentent longitudinalement parallèle à l'axe de la rainure (Shipman et Rose, 1983 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017). D'autres caractéristiques peuvent être apparentes, telles que les cônes, d'une morphologie triangulaire, qui sont de petites élévations latérales de la rainure principale. Elles sont produites par la pression exercée sur la surface de l'os lors de la découpe associée à la résistance de la surface elle-même de l'os découpé (Bromage et Boyde, 1984). De même, un autre critère peut apparaître, il s'agit de la présence d'un écaillage sur les épaules de la rainure (*flaking on the shoulders of the grooves*) (Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017) (tab. III. 2).

Le critère principal qui confirme l'origine de la trace de découpe est sa situation dans l'élément anatomique : dans le cas des stries anthropiques, elles se situent généralement dans les zones articulaires et musculaires, tandis que le piétinement semble distribué au hasard dans la diaphyse. D'autres traces peuvent être présentes et confondues avec les premières, comme celles produites par le *trampling* ou les carnivores (Bunn, 1981 ; Potts et Shipman, 1981 ; Haynes, 1983a, 1983b ; Dewbury et Russell, 2007 ; Bello et al., 2009 ; Gifford-Gonzalez et al., 1985 ; Behrensmeyer, 1986 ; Dominguez-Rodrigo et al., 2009, 2012, 2017 ; de Juana et al., 2010 ; Monnier et Bischoff, 2014), par les racines et par les rainures vasculaires (Shipman et Rose, 1984). Il existe des facteurs externes qui affectent la morphologie des empreintes. Le type de découpe, la force exercée au cours de cette action, le type de pointe des outils de pierre, la matière première utilisée, ainsi que l'âge et la taille des animaux peuvent générer des différences significatives dans la striation. Les stries anthropiques sont souvent rectilignes mais parfois peuvent être légèrement courbes. En conséquence, on distingue quatre types de découpe, selon les mouvements et les mesures prises (la force utilisée, l'état de l'os...).

Les incisions : Ce sont des stries fines longitudinales, avec une largeur et une profondeur variables selon l'outil et les mouvements utilisés ; le bord de cet outil est orienté dans le même sens que celui de la découpe. Elles peuvent apparaître isolées ou regroupées, et leur disposition est transversale, longitudinale ou oblique par rapport à l'axe de l'os.

Les raclures : Il s'agit d'empreintes très larges comparées aux incisions, elles présentent des micro stries internes, avec un fond peu profond. Elles se produisent quand le bord de l'outil est utilisé d'une manière transversale par rapport à la découpe. D'une manière générale, elles sont associées à l'extraction du périoste et à l'accumulation de la graisse sur la surface de l'os. Shipman et Rose (1983a, 1983b, 1984) mettent cette activité en relation avec la préparation pour une fracturation postérieure. Ces marques sont fréquemment associées au décharnement. Delpech et Villa (1993) indiquent que ces marques sont obtenues d'une façon oblique par rapport à la découpe et qu'elles sont associées aux micro stries.

Le sciage : Ce sont des incisions courtes et profondes ; elles apparaissent concentrées et superposées. Elles se disposent d'une façon transversale à l'axe de l'os et elles sont le résultat de la même action répétitive et bidirectionnel, dont l'outil forme un angle de 90° avec l'os.

Les entailles : Il s'agit de découpes, en général courtes, larges et profondes, avec une section en forme de « V ». Elles se situent dans les zones articulaires et elles sont le résultat d'un coup de percussion avec un angle de frappe perpendiculaire. Les micro stries ne sont pas toujours évidentes.

La morphologie des traces de découpe varie selon la matière première de l'outil utilisé et la configuration du bord de cet instrument. Les découpes trop fines sont dues au silex, par contre le quartzite forme des stries à fonds différents, cependant que les découpes avec le calcaire ont le même aspect que celles produites par le piétinement (Fernández-Jalvo et al., 1999). Comme nous l'avons vu, les traces de découpe varient selon l'âge de l'animal, car chez les individus immatures, les bords des stries ont une morphologie levante, l'os n'étant pas compact (Fernandez-Jalvo et Cáceres, 2010 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009 , 2017). L'anatomie joue un rôle dans la présence ou l'absence des traces de découpe ; Cruz-Uribe et Klein (1994) suggèrent que les animaux de grande taille sont censés avoir plus de traces de désarticulation que les animaux de petite taille, car les articulations des grands individus sont plus difficiles à traiter ; ajoutons que les mammifères marins présentent des parties nutritives dans leurs corps, mais pas dans les membres comme les mammifères terrestres (Muñoz, 1996).

Deux facteurs très importants sont à prendre en compte au cours d'étude des traces de découpe : leurs localisations anatomiques et leurs orientations (Binford, 1978 ; Blumenschine, 1986 ; Lyman, 1987a ; Noe-Nygaard, 1989 ; Nilssen, 2000). En fonction de ces deux attributs et de leurs caractéristiques, on pourra déduire l'activité que suggère ce type de traces.

a. Le dépouillement/dépeçage : La conséquence de cette activité est de courtes stries parallèles qui se situent dans la partie du contact de la viande et de l'os, comme le crâne, la mandibule, les métapodes et les phalanges (Binford, 1981).

b. La découpe en quartiers : Elle concerne les animaux de grande taille et ceux de taille moyenne. Le résultat est la division du corps en unités, afin de faciliter son transport. Les traces qui accompagnent cette activité sont les incisions à proximité des articulations.

c. La désarticulation : Il s'agit de la séparation en éléments des quartiers antérieurs et postérieurs du squelette. Les stries apparaissent généralement dans les épiphyses et métaphyses des os longs ; les stries sont des incisions groupées, courtes et profondes.

d. L'éviscération : Cette activité implique l'extraction des viscères qui se situent dans la cage thoracique ainsi que le cerveau. Les traces de cette action se localisent dans la partie ventrale des côtes, les vertèbres dorsales et lombaires (Nilssen, 2000). Plusieurs auteurs considèrent la langue comme un viscère ; dans ce cas, les marques de découpe apparaissent dans la mandibule et l'os hyoïdien (Cook, 1986b).

e. Le décharnement : Il se réalise durant l'extraction des masses de viande de l'os ; par conséquent, les traces de découpe se situent dans les diaphyses ainsi que dans les parties d'insertion musculaire. Ces traces peuvent apparaître regroupées ou isolées et avoir une direction oblique, longitudinale ou bien transversale par rapport à l'axe de l'os. Dans les os plats ou avec apophyse, elles peuvent avoir un aspect courbe.

f. L'extraction de la graisse : Se produit par la préparation de la zone de percussion par le raclage. Le résultat sera la présence des stries fines parallèles, d'une manière concentrée, selon la longueur de l'os (Binford, 1981). Cette action est associée à la présence des racloirs, ainsi elle se produit aussi par le décharnement. Dans les restes fossiles, il est difficile d'identifier ces activités, car dans la plupart des occasions, leur présence n'est pas évidente, comme le cas de décharnement qui est présent dans la majorité des os.

III. 3. 6. 1. 2. Fracturation produite par les hominidés

Une identification correcte est cruciale afin de mieux interpréter la façon et la manière dont les assemblages osseux des animaux s'accumulent dans les sites archéologiques et paléontologiques. Les hominidés cassent les os afin d'accéder à la moelle osseuse et / ou fabriquer des outils, en appliquant une force dynamique, d'une manière passive ou active (Lyman, 1994). La percussion active est celle où l'os est frappé contre un objet (pierre). Cette méthode est très efficace et effective, elle produit des plans longs, obliques et des cônes de percussion de petite taille (Bonnichsen, 1979; Binford, 1981; Johnson, 1985; Blumenschine et Selvaggio, 1988; Blumenschine, 1995 ; Delpech et Rigaud, 1994). La percussion passive, appelée aussi percussion directe, est celle où l'os se posera directement sur le sol ou un support (enclume), tout en étant battu à l'aide d'un marteau tendre ou dur. Cette méthode produit des fragments longs de la diaphyse (Peretto et al., 1996). La deuxième méthode résulte des évidences du contrecoup ou bien d'une entaille dans la face de l'os qui a reçu la percussion. Par conséquent, la fracturation par percussion produit des modifications qui peuvent être considérées comme caractères diagnostiques de l'activité anthropique. Il faut signaler que ces évidences peuvent se

présenter avec de petites variations, en relation avec la taille et l'âge de l'animal, la force appliquée et le type de percussion (Binford, 1978, 1980 ; Johnson, 1985 ; Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Blumenschine, 1995). Entre ces évidences on souligne :

a. La percussion : Il s'agit d'une dépression qui présente des microstries à l'intérieur. Les traces sont causées par un léger frottement de l'instrument utilisé pour la percussion.

b. Le point d'impact : Il se présente comme une dépression, résultat de l'effondrement de la partie corticale de la zone qui reçoit le maximum de coups. En vue microscopique, il apparaît concentrique ou parallèles par rapport aux fibres du collagène (Peretto et al., 1996).

c. Le cône de percussion : Il s'agit de parties de tissu osseux compact. Il est le résultat de la force reçue par le coup sur la surface de l'os. Il se caractérise par la conservation d'une grande partie du tissu médullaire (intérieure) de l'os par rapport à la surface corticale (extérieure), ainsi, dans certains cas, ils peuvent présenter un talon et un bulbe comme un éclat de lithique.

d. Les éclats parasitaires : Ce sont des cônes de percussion non détachés de l'os fragmenté.

e. Les éclats : Il s'agit de parties de tissu osseux compact qui conservent une grande partie de la surface corticale par rapport à la partie médullaire de l'os, de même, ils peuvent avoir un talon et un bulbe comme ceux d'éclats lithiques.

f. L'extraction corticale : C'est un négatif causé par les dépressions des éclats, principalement formées par du tissu cortical.

g. L'extraction médullaire : Ce sont des négatifs causés par les dépressions médullaires et les cônes de percussion.

Il est courant aussi que les hominidés puissent fracturer les os longs manuellement et /ou avec la bouche. Dans ce cas, il y a la présence de copeaux aux extrémités des fractures, avec une morphologie fibreuse irrégulière (*Peeling*) (White, 1992).

La méthode de la fracturation est utilisée comme critère de saisonnalité, saisons où l'homme a exploité intensivement les restes osseux (accès à la moelle) (Stiner, 1994).

III. 3. 6. 1. 3. L'os aménagé/utilisé

L'utilisation la plus ancienne des outils en os, intentionnellement façonné ou non, est une question controversée et forme un sujet de débat intense concernant les critères utilisés pour identifier ces outils, les implications pour l'adaptation et la cognition des hominidés quand le cas le permet. Certains chercheurs revendiquent l'utilisation d'outils en os depuis le l'aube de l'humanité (Breuil, 1932, 1938 ; Bastin, 1932). Plus tard, R. Dart (1957) a proposé l'existence de l'industrie en os « Osteodontokeratic » de l'Australopithèque.

Au cours de années 1970, de nombreux chercheurs ont reconnu l'existence d'ossements modifiés par les humains au Paléolithique inférieur et moyen (Leakey 1971, Ghosh 1974). Néanmoins, les études de Binford (1981) et Brain (1981) ont conduit à la révision de nombreux objets antérieurement considérés comme objets fabriqués à partir de matériel animal.

En revanche, l'exploitation de l'os par les hominidés semble remonter au Pléistocène inférieur, dans les formations de *Bed I* et *II* d'Oldovai (Leakey, 1971), ainsi, de rares pièces osseuses travaillées sont connues dans la formation de Konso (Echassoux, 2012) daté d'environ 1,75 Ma (Beyene et al., 2013). Les sites de : Sterkfontein, Swartkrans et Drimolen en Afrique du Sud ont tous révélé un outillage en os datés entre 1 et 2 Ma, associés à de nombreux *Paranthropus robustus* et quelques restes des premiers *Homo erectus* (d'Errico et Backwell, 2009). Ces derniers suggèrent que l'introduction de l'os en tant que matière première pour la fabrication d'outils n'apparaît qu'avec le complexe Acheuléen où ils étaient utilisés comme matière à façonner ou comme outils pour façonner. Saccà (2012) ajoute que les os de grands mammifères, en particulier ceux des éléphants, étaient utilisés pour fabriquer des éclats et des outils, y compris des objets semblables aux bifaces de pierre, caractéristiques de l'Acheuléen.

L'identification de tels objets peut donc être difficile, notamment dans des contextes où d'autres agents taphonomiques peuvent avoir été impliqués dans la formation et la modification des assemblages osseux (de Julien et al., 2015). La présence d'instruments polis au cours des périodes antérieures est largement attribuée à la friction et à l'abrasion résultant de l'utilisation plutôt qu'à une modification intentionnelle (Villa et d'Errico, 2001). Swartkrans est un cas bien connu de Pléistocène avec des extrémités distales lissées qui résulterait de l'extraction de termitières par des premiers hominidés (Backwell et d'Errico, 2001). Dans ce cas, aucune modification intentionnelle n'a été documentée.

Néanmoins, dans les sites MSA de la grotte de Blombos et de Klasies River Mouth (Afrique du Sud), certains os pointus sont interprétés comme des projectiles. Ceux-ci montrent la présence de techniques telles que le raclage dans les premières périodes (McBrearty et Brooks, 2000). D'autres études taphonomiques ont ainsi révélé que les processus naturels peuvent produire des artefacts pseudo-osseux comme les sillons (Shipman et Rose, 1984) et les gravures (d'Errico et Villa, 1997), et certains types d'usure des dents ont été mal interprétés comme des entailles sculptées (Gautier, 1986). Autres mimiques inclure la fragmentation naturelle et l'usure du bois de cerf (Olsen, 1989) et pointes de défense d'éléphant (Haynes, 1991; Villa et d'Errico, 2001), la digestion par des carnivores, des rongeurs ou des herbivores (Pei, 1938; Sutcliffe, 1973, 1977; Binford, 1981; Villa et Bartram, 1996; d'Errico et Villa, 1997), la fracture pour l'extraction de la moelle par les hominidés et /ou les carnivores (Bunn, 1981, 1983 ; Gifford-Gonzalez, 1989; Backwell et d'Errico, 2004), le piétinement (Haynes, 1988), la gravure des racines (Binford, 1981), la météorisation (Brain, 1967), et l'action abrasive des sédiments (Brain, 1981, 1994). À la lumière de ces résultats, il est devenu largement accepté qu'afin de distinguer entre les pseudo et les vrais outils, il est nécessaire d'adopter une approche interdisciplinaire qui combine l'analyse des os modifiés par des agents connus, l'analyse taphonomique des assemblages fossiles dont dérivent les outils osseux supposés, études microscopiques des traces possibles de fabrication et d'utilisation, la réplique expérimentale d'outils supposés, et la quantification de porter des motifs (Backwell et d'Errico, 2008).

Les progrès de l'analyse taphonomique et technologique au cours des dernières années ont permis l'identification d'outils osseux dans les registres européens et extra-européens du Paléolithique inférieur et moyen (Gaudzinski, 1999 ; Backwell et al., 2008, Burke et d'Errico, 2008 ; Soressi et al., 2013 ; Boschian et Sacca, 2015 ; Romandini et al., 2015), et les os ont été reconnus utilisés dès 1,5-2,0 Ma en Afrique du Sud sur des sites tels que Drimolen, Swartkrans et Sterkfontein (Backwell et d'Errico, 2001, 2008 ; d'Errico et Backwell, 2009).

D'un point de vue technologique, il existe trois types d'outils en os. Le premier représente les instruments en os polis intentionnellement. Le deuxième type d'os modifié comprend ceux formés par percussion directe étant les plus anciens et relativement fréquents dans les contextes archéologiques. Au cours des dernières décennies, de nouveaux sites du Paléolithique inférieur avec des outils en os ont été localisés en Europe.

Certains cas sont Castel di Guido (Radmili et Boschian, 1991), Fontana Ranuccio (Biddittu et Celletti, 2001) ou Polledrara (Anzidei, 2001) en Italie, Gran Dolin, Espagne, Bilzingsleben, Schönigen 12 II, en Allemagne (Mania et Mania, 2005 ; de Julien et al., 2015) ou Vertesszöllös en Hongrie (Dobosi, 2001), entre autres. Excepté Schönigen 12 II, les autres sites les artefacts des autres sites sont souvent fabriqués sur des os de proboscidiens. En général, ce sont de gros outils attribués au mode technologique 2 ou à la technologie acheuléenne. Plusieurs chercheurs considèrent que l'utilisation des os dans ces sites est due au manque de la matière première lithique appropriée dans la zone environnante (Anzidei, 2001 ; Dobosi, 2001 ; Gaudzinski et al., 2005). Le troisième type comporte les os non modifiés. Comme suggéré précédemment, il est possible d'inclure des os modifiés par l'utilisation dans cette catégorie. Généralement, ce sont de longs os, entiers ou fragmentés, utilisés pour débiter ou presser des éléments lithiques afin de faire des éclats ou de configurer les bords des éclats de pierre. L'interaction de ces éléments avec d'autres matériaux plus durs produit fréquemment des marques caractéristiques dans la diaphyse des os, similaires aux fosses de percussion (Pickering et Egeland, 2006). Les fosses sont souvent étroitement associées à des stries groupées, provenant du glissement de la pierre contre l'os lors des chocs. Les coupures sont donc le résultat de coups, à l'aide d'un instrument de coupe qui produit des coupes courtes et profondes, généralement isolées et sans microstriation interne (Armand et Delagnes, 1998 ; d'Errico et Henshilwood, 2007).

Selon Rosell et al. (2011), ces trois types d'outils ont ainsi des implications comportementales. Alors, seul les os intentionnellement polis sont considérés en tant qu'outils, car le polissage implique une étape importante dans la fabrication et la manipulation des artefacts osseux. Cette technique de polissage des outils en os est née en Afrique à l'âge de pierre moyenne (MSA) et son utilisation était plus répandue dans le LSA et le Paléolithique supérieur

Les outils en os des premiers hominidés en Afrique continu d'intéresser les chercheurs dans le développement de la technologie et la cognition humaine précoce. Certains os portent des caractères extrinsèques témoignant la présence de l'activité anthropique à Tighennif relative à l'exploitation des ressources alimentaires animales et déterminent la nature de l'assemblage. L'activité la plus visible sur l'os est la fabrication d'outils dans ce site. Il s'agit d'un métacarpe d'équidé présentant une fracture en spirale et plusieurs retouches plutôt abruptes à son extrémité active. Cela semble fournir des preuves convaincantes sur l'utilisation d'outils en os par l'*Homo erectus* durant le Paléolithique

inférieur (Denys et al., 1984 ; Geraads et al., 1986). D'autres restes osseux et en ivoire ont ainsi permis des constatations remarquables quant à la présence de certains éléments anatomiques portant des traces probablement d'utilisations ou d'aménagement.

III. 3. 6. 2. Les altérations causées par les carnivores

L'action des carnivores sur un assemblage osseux peut avoir son importance dans la compréhension de la constitution de celui-ci. En effet les carnivores sont capables de réaliser des accumulations d'os aussi bien dans des repaires en grotte qu'en plein air (Rivals et al., 2003 ; Boaz et al., 2000 ; Arribas et Palmqvist, 1998 ; Fosse, 1996 ; Fosse et al., 1998 ; Brugal et al., 1997 ; Mazza et al., 2004 ; Marean et Ehrhardt, 1995 ; Viseras et al., 2006). Ces lieux sont susceptibles d'être aussi fréquentés par les hommes préhistoriques, il est donc crucial de caractériser les modifications et les altérations causées sur les ossements des animaux afin de cerner au mieux l'agent responsable.

La présence des deux types de traces, anthropiques et carnivores, dans les sites archéologiques, a amplement contribué à l'analyse et à l'élaboration de critères pour caractériser et déterminer les marques laissées par les carnivores (Brain, 1981 ; Binford, 1981 ; Bunn, 1981 ; Potts et Shipman, 1981 ; Shipman, 1981 ; Haynes, 1983 ; Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Andrew et Fernandez-Jalvo, 1997 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003).

Les carnivores sont de grands prédateurs, avec une très haute capacité de produire et de modifier des accumulations osseuses. Dans cette partie, nous allons examiner les modifications superficielles que ces animaux causent sur les os, qu'elles en soient des altérations physiques (morsures, extractions ou fractures) ou chimiques (acide d'estomac, enzymes de la salive).

Les morsures : Les carnivores produisent des morsures sur les os, changeant ainsi leur morphologie, afin d'avoir plus de minéraux que les os contiennent, de même, ils fracturent ceux-ci pour accéder à la moelle osseuse. Plusieurs auteurs ont identifié des différents types de morsures (Binford, 1981 ; Bunn, 1981 ; Haynes, 1980, 1983 ; Potts et Shipman, 1981 ; Stiner, 1994). En réalité, chaque type présente sa propre morphologie, indépendamment du nombre de marques et de leurs localisations.

Les rainures : Ce sont des stries causées par les molaires des carnivores (en Anglais *tooth scratches, scores*) ; localisées le plus souvent sur le corps diaphysaire,

perpendiculaire ou légèrement oblique à l'axe de l'os et peuvent s'étaler sur une grande surface. Ces stries sont reconnaissables à leur section en forme « U » ou en « V », souvent assez larges et irrégulières avec un fond rugueux, et ne présentant pas de microsillons à l'intérieur.

Les punctures et les dépressions : Il s'agit des traces de pression des dents des carnivores sur l'os (en anglais, *pits*). Elles sont causées par les canines ou les molaires, qui écrasent la surface corticale de l'os, pouvant provoquer des petits enlèvements (*punctures*) et, dans le cas où la pression exercée est intense, elle perce l'os. Ces traces sont d'une forme circulaire ou ovale et leur fond est irrégulier.

Les empreintes : Sont de multiples empreintes de la série dentaire ou des cuspidés des molaires. A partir de cette action, on pourra reconnaître les dents responsables (c'est-à-dire savoir s'il s'agit d'une molaire supérieure ou inférieure) en mesurant l'empreinte. La distance entre les empreintes de dents permet de reconnaître de manière approximative le carnivore responsable.

L'aspiration de la moelle : Correspond aux morsures dans les épiphyses de l'os, afin d'éliminer totalement ou partiellement celles-ci. Le but est d'accéder à la moelle osseuse de l'os. En général ce sont des morsures sur le bord de la fracture, connue comme *furrowing* (Haynes, 1980, 1983). Il existe d'autres traces accompagnant les morsures, en relation avec les enzymes de la salive ou les acides gastriques, provoquant l'arrondissement et le polissage des bords de l'os mordu avec la présence de plusieurs petites dépressions de différentes dimensions non profondes (Binford, 1981).

Les acides gastriques : Altèrent les os qui sont digérés. La majorité des carnivores, comme les hyènes ; les carnivores qui réalisent le plus cette altération, avec une très grande fréquence, digèrent de petits morceaux d'os pendant la consommation. Les os digérés présentent une superficie poreuse régulière avec de petites cupules produites par l'action de la corrosion des acides.

Le plus souvent, plusieurs morsures interprètent le type de prédateur, néanmoins, ce n'est cependant pas toujours le cas, du fait qu'il existe des morsures similaires appartenant à des carnivores complètement différents. Par conséquent, des méthodes métriques et statistiques basées sur l'utilisation des dimensions des traces des dents des carnivores, sont appliquées afin d'identifier et de déterminer le type du prédateur modificateur (Selvaggio, 1994a, 1994b ; Dominguez-Rodrigo, 1994 ; Selvaggio et Wilder, 2001 ; Saladie, 2009 ;

Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003 ; Pickering et al., 2004), aussi indiquer l'ordre d'accès aux ressources entre les carnivores et les hominidés (Blasco et Rosell, 2009 ; Pokines et Kerbis, 2007 ; Faith, 2007 ; Faith et Behrensemyer, 2006 ; Faith et al., 2007). Les dimensions des marques de dents sur les épiphyses et les métaphyses étaient fortement corrélées avec la masse corporelle, alors que les marques de dents diaphysaires présentaient la corrélation la plus faible (Delaney et al., 2009). Ainsi, les travaux d'Andrés et al. (2012) montrent que les petits et les grands carnivores peuvent être clairement différenciés en utilisant la taille de la marque dentaire, avec une discrimination plus élevée lors de l'utilisation des marques des dents sur les diaphyses denses que sur les extrémités spongieuses

Afin de d'identifier le type de prédateurs d'après les morsures, il est primordial de considérer certains critères et paramètres :

a - Le type de carnivore et ses habitudes : certains carnivores, comme l'hyène, sont plus destructifs que d'autres (à l'instar des lions) ; le lion est le plus faible en ce qui concerne la production des morsures, par rapport à l'hyène qui détruit totalement les restes (digestion et fracturation) (Domínguez-Rodrigo, 1994)

b - Le nombre des carnivores intervenus sur la même carcasse et la concurrence entre eux, qui dépend de la disponibilité des sources alimentaires : en Afrique, l'hyène est un deuxième prédateur après le lion ou bien après l'homme, donc, il est difficile de reconnaître qui a eu l'accès primaire au gibier (Bunn et Kroll, 1986 ; Bunn et Ezzo, 1993).

c - Les caractères de la pression appliquée : il s'agit de type de pression selon le prédateur, la partie de l'os concernée (diaphyse, épiphyse, os plat...), l'âge de l'individu et la densité de structure de l'os ; ces facteurs rendent quelques marques plus évidentes que d'autres. Les morsures produites dans l'épiphyse par le lion et l'hyène sont similaires, sauf que cette partie sera consommée totalement par l'hyène, mais pas par le lion.

Les différents types de modifications causées par les carnassiers ont largement été l'objet de recherches dans des assemblages où les carnivores sont impliqués (Binford, 1981 ; Haynes 1983 ; Lyman, 1994 ; Selvaggio et Wilder, 2001 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003 ; Pobiner, 2008 ; Delaney et al ; 2009 ; Andrés, 2012 ; Pobiner, 2015). L'attribution d'assemblages osseux modifiés à des types spécifiques de carnivores peut être mieux soutenue de façon heuristique lorsqu'elle est associée à un plus vaste ensemble de variables qui, dans leur alliance, créent un bon diagnostic efficace (Andrés et al., 2012). De

cette manière, les résultats obtenus concernant le ratio *épiphyse/diaphyse* et le pourcentage de détérioration montrent le type de corrélation indiquant le degré de modification des carnivores sur un assemblage.

Une valeur élevée de ce ratio est caractéristique d'un assemblage constitué par les carnivores, notamment les hyènes (Cruz-Uribe, 1991). La présence de carnivores susceptibles d'accumuler une grande quantité d'os tel que *Pachycrocuta brevirostris* (Arribas et Palmqvist, 1998 ; Saunders et Dawson, 1998 ; Boaz et al., 2000 ; Mazza et al., 2004 ; Viseras et al., 2006), *Homotherium* sp. (Marean et Ehrardt, 1995), pourrait expliquer la constitution de cet assemblage. Cependant, la présence de ces grands accumulateurs dans un site peut être par éléments anatomiques, par ossements digérés (Saunders et Dawson, 1998 ; Pickering, 2002 ; Kuhn, 2006 ; Kuhn et al., 2010), par déjections (coprolithes) (Fosse, 1995 ; Echassoux, 2001 ; Pickering, 2002 ; Espigares et al., 2013 ; Pineda et al., 2017b).

III. 3. 6. 3. Les altérations postdépositionnelles

III. 3. 6. 3. 1. Les modifications par action de rongeurs

Ces animaux rongent les os sec afin d'avoir plus de sels et des minéraux pour user leurs incisives qui ont une éruption continue. Les restes rongés sont caractérisés par la présence d'une superficie cannelée, d'une longueur et largeur variables peu profondes. Elles se présentent d'une façon continue dans une seule aire ou toute la surface (Brain, 1981). Elles résultent du contact des incisives supérieures et inférieures sur l'os. Ces marques sont caractérisées par deux sillons parallèles larges et peu profonds ayant une section en U aplatie, remplie de microsillons. Les restes squelettiques ou les traces révélant la présence de cette espèce sont à prendre en compte lors de l'interprétation taphonomique d'un gisement. Dans certains cas, l'os rongé perd complètement sa morphologie anatomique. Quand l'os rongé est compact, il se voit régulier avec un aspect poli. Les rongeurs ne peuvent pas fracturer les os, par contre avec leurs manières de les enfouir, ils provoquent des fracturations avec le poids des sédiments ou bien lors du transport.

Le porc-épic (*Hystrix*) est un rongeur capable de transporter dans son terrier une grande quantité d'ossements (Brain, 1980, 1981 ; Tong et al., 2008), donc la taille des ossements influençant naturellement la sélection et le transport. Les différentes modifications ne semblent pas être influencées par la taille ou par la forme de l'os

(Rabinovitch et Horwitz, 1994), mais leur proportion est directement liée à l'abondance des os disponible pour le porc-épic à un moment donné (Brain, 1981).

III. 3. 6. 3. 2. Les altérations produites par les insectes

Certains insectes ostéophages et nécrophages, comme les larves de dermestes et de coléoptères et les termites (Kaiser, 2000), sont des agents de décomposition qui modifient et altèrent les carcasses d'animaux morts. Ils utilisent les matières dures, os et bois, comme substrat pour la reproduction et leur nutrition. Différents types de modifications sont reconnus sur des ossements de vertébrés fossiles (Laudet et Antoine, 2004 ; Martin et West, 1995 ; Haynes, 1991a ; Kaiser, 2000 ; Fejfar et Kaiser, 2005 ; West et Hasiotis, 2007 ; Dominato et al., 2009), par analogie avec les traces laissées par les espèces actuelles. Les modifications et les altérations causées par ces agents biologiques apportent un complément d'information sur le contexte de formation d'un site, le temps d'exposition à l'air libre, la période de formation et les conditions environnementales (Martin et West, 1995 ; Paik, 2000 ; Bader, 2008), puisque le développement des larves répond à des exigences climatiques particulières (Martin et West, 1995).

III. 3. 6. 3. 3. Les altérations produites par l'exposition en plein air

A partir de la mort de l'animal jusqu'à son enfouissement, son squelette subit plusieurs transformations et modifications par les processus taphonomiques biostratigraphiques ; parmi ceux-ci, la météorisation (*Weathering*) est l'agent le plus important qui affecte et modifie la superficie des restes osseux (changement de température, d'humidité et de rayons uv...). Ces altérations se caractérisent par la présence des fines fissurations longitudinales, transversales ou bien en mosaïques. Behrensmeyer (1978) considère que le changement de la température et de l'humidité est la cause principale des modifications et des altérations de l'os ; pour cela, elle établit six stades d'altérations de 0 à 5 (tab. III. 3). Beaucoup d'éléments squelettiques semi-enterrés ne présentent pas d'altérations homogènes et la limite entre la zone affectée et celle intacte de l'os semi enterré est nette. Andrew (1990) a expérimenté sur une collection de micromammifères, où il a reconnu des difficultés sur les os complètement enterrés ou semi-enterrés. L'auteur établit un processus de dégradation en différentes étapes mais sans atteindre les stades de Behrensmeyer à cause de la durée qui était inférieure. Ainsi, il a observé la fissuration, l'écaillage et le pelage qui ont touché les os et les dents, mais pas au même degré d'intensité que ceux observés chez les macromammifères. Un peu plus tard,

ces observations sont confirmées par plusieurs auteurs (Fernández-Jalvo, 1992 ; Tappen, 1994). Behrensmeyer, dans son travail, a négligé les caractéristiques de structuration des tissus osseux, qui diffèrent selon le type de l'os, le taxon ainsi que l'âge de l'animal (Fernández-Jalvo, 1992). A partir de là, il n'y a aucun critère qui permet de savoir quels éléments sont altérés plus rapidement que d'autres.

Stades	Modifications
0	Absence de modifications
1	Légères exfoliations en mosaïques
2	Exfoliation et perte du cortex
3	Apparition de fibres et pénétration de la météorisation (1-1,5 cm)
5	Apparition de plus de fibres aspect très fibreux et rugueux, détachement. <i>Weathering</i> pénètre dans les cavités.
6	Destruction total in situ, produisant des chips (écailles) de l'os en place

Tableau. III. 3.- Les différents stades du processus de météorisation (Behrensmeyer, 1978)

La météorisation n'affecte pas de la même façon tous les éléments du même individu, donc les fossiles peuvent se regrouper en fonction du stade et de l'agent d'altération (Hesse et Wapnish, 1985). Il est clair que quelques éléments du squelette animal ne répondent pas à un même agent. Dans certains cas, il y a une limite à l'utilisation de stades d'altération de l'os, dont une partie est exposée et l'autre enterrée, chose qui ne différencie pas les étapes successives que l'os a subies au cours de l'accumulation.

L'aspect le plus important est la capacité de la météorisation, le degré et la vitesse de la déformation, qui dépendent des caractéristiques environnementales (la végétation, la température, l'humidité, la nature du sol, etc.) (Lyman, 1994). La mesure du temps d'exposition des restes fossiles est très difficile. Elle est fondée uniquement sur le type de dégradation, qui lui-même dépend de nombreux facteurs. Pour certains auteurs, la présence des premières étapes de ce changement avec les restes d'articulations suggère un enterrement rapide (Shick et al., 1989), par contre pour d'autres, les résultats des travaux expérimentaux effectués ne peuvent pas être appliqués totalement ; car il faut tenir compte de certaines variables, qui, quelquefois, ne peuvent pas être contrôlées (Johnson, 1985).

Les différentes étapes de la modification sont progressives, mais les changements qui se produisent ne sont pas propres à ce processus. Expérimentalement, l'apparition de fissures longitudinales se produit lorsque l'os perd sa matière grasse. En outre, la présence de résidus altérés dans l'association fossile doit être analysée avec prudence, car ils peuvent être des fossiles allochtones sans aucune relation directe avec l'ensemble. Ce type

est peut-être d'origine biologique : les grands rongeurs (porc-épic), qui peuvent recueillir des os altérés de l'étape 1 et d'autres de l'étape 2, et les intégrer dans l'ensemble qui ne montrent aucune trace d'altération (Brain, 1980).

III. 3. 6. 3. 4. Le transport hydrique

Le transport hydrique est un phénomène très fréquent dans les environnements continentaux. Il représente un processus majeur de conservation différentielle des assemblages osseux (Voorhies, 1969 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2003). Comme d'autres processus taphonomiques, l'eau disperse, accumule et modifie les assemblages osseux. Plusieurs travaux ont démontré que l'association des industries lithiques avec les restes des grands mammifères n'est pas souvent le résultat de l'activité anthropique. Il existe d'autres agents qui interviennent dans cette association (Behrensmeyer et Hills, 1980 ; Morlan, 1980 ; Binford, 1981 ; Isaac, 1983). Ce processus favorise la désarticulation, la dispersion et / ou l'accumulation, la fragmentation et la modification de la surface des restes fossiles. La taille, le type d'os et l'âge de l'animal jouent un rôle au cours de la modification et de la distribution des carcasses par l'eau (Haynes, 1985). La nature du transport hydrique a une influence sur la désarticulation du squelette, sa fragmentation et son accumulation (Coard, 1999).

Le transport fluvial constitue un des mécanismes de dispersion des éléments squelettiques (Behrensmeyer, 1975b, 1982 ; Boaz et Behrensmeyer, 1976 ; Coard, 1999 ; Dodson, 1973 ; Frostick et Reid, 1983 ; Hanson, 1980 ; Korth, 1979 ; Voorhies, 1969 ; Wolff, 1973). En 1969, Voorhies développe une étude expérimentale sur ce type de transport, avec des squelettes de moutons et de coyotes (tab. III. 4). Les résultats ont établi trois groupes d'éléments, avec deux groupes transitionnels : les éléments du groupe 1 sont les plus faciles à transporter, et les trois autres sont les moins susceptibles de transport hydrique.

	Voorhies (1969) (Mouton et coyote)	Boaz et Behrensmeyer (1976) (Homme moderne)	Dobson (1973) (Grenouille, crapaud)	Korth (1979) (Différents taxons d'invertébrés)
Groupe 1	Vertèbres, côtes, sacrum et sternum	Crâne, cuboïde, humérus prox. , calcanéum, acétabulum et métatarse 4	Vertèbres, maxillaire	Côtes
Groupe1/2	Ulna, scapula et phalanges	Ulna, os tarsiens et métatarse 1 et 2	Pelvis, vertèbres	Atlas, radius, ulna et pelvis
Groupe 2	Fémur, tibia, radius, humérus, métapode et pelvis	Mandibule, sacrum, tibia proximal, métatarse 1	Crâne, tibia, fémur et humérus	Calcanéum, scapula, astragale, humérus, fémur molaires et maxillaire
Groupe 2/3	Ramure et mandibule	Incisives, fémur proximal, temporal, mandibule, molaires et radius prox.	Calcanéum, radius et ulna	Petites molaires
Groupe 3	Crâne et mandibule	Pariétal, rotule, humérus distal, côtes, atlas, maxillaire et clavicule.	Mandibule	Mandibule et tibia

Tableau. III. 4. - Potentiel de transport hydrique des éléments squelettiques (Stojanowski, 2002).

La sélection hydrodynamique des éléments squelettiques dépend de la distance du transport à partir de la zone initiale du dépôt des restes jusqu'au dépôt final et de l'énergie du courant d'eau (Wolff, 1973). Cependant, le contexte sédimentaire, le type de substrat, la topographie du chemin, la présence des turbulences, la morphologie de l'os et son état, jouent un rôle important dans le transport hydrique des éléments squelettiques (articulé ou désarticulé) (Fernández-Jalvo et Andrews, 2003). Finalement, l'orientation spéciale des restes osseux fossiles dans le gisement pourra représenter une évidence de transport hydrodynamique, mais cela ne veut pas dire que l'absence de l'alignement n'implique pas un transport, car le transport en masse ne produit pas l'alignement des éléments (Fernández-Jalvo et Andrews, 2003). Ainsi, l'alignement dépend de l'énergie du transport et de la microtopographie de la superficie du dépôt (Arribas, 1999).

La reconnaissance de l'agent qui est à l'origine de l'abrasion est difficile dans pas mal de cas ; cela devient plus difficile quand le phénomène anthropique s'intercale dans l'étude. En outre, si l'abrasion a été causée par le transport hydrique, la modification touche toute la superficie de l'os, tandis que l'abrasion éolienne ne modifie que la partie osseuse exposée au vent (Shipman et Rose, 1983c). Selon ces auteurs et d'après leurs expériences, l'abrasion hydrique est lente, elle produit des stries microscopiques et qui ne peuvent pas être confondues avec les stries d'origine anthropique, par contre les altérations causées par le piétinement produisent des stries plus profondes qui ne peuvent pas être produites par l'activité éolienne ou hydrique.

III. 3. 6. 3. 5. Les altérations produites par l'abrasion

Il s'agit des résultats de l'érosion de la surface de l'os par une force physique extérieure, qui peut être liée à des mécanismes très différents, comme le transport hydrique ou éolien, le piétinement, etc. (Shipman, 1981 ; Bromage, 1984 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2003). La majorité des auteurs se sont mis d'accord sur l'origine de cette érosion, qui est, selon eux, la conséquence du frottement entre les restes osseux et les particules sédimentaires contenues dans l'eau, le vent ou le piétinement. En outre, l'abrasion donne un arrondissement et / ou un polissage de la surface des restes avec l'existence des micro stries (Behrensmeyer, 1991; Brett, 1990 ; Lyman, 1994).

Dans tous les cas et entre tous les types d'abrasion, c'est celle due au transport hydrique qui a présenté le plus d'intérêt aux yeux des chercheurs ; l'étude de celle-là se concentre sur la dispersion et la concentration dues au transport hydrique. Selon les observations de Fernández-Jalvo et Andrews (2003) durant ses travaux expérimentaux, il suggère que les sédiments à base de sable grossier ont une capacité de polir et d'arrondir les restes osseux, que les os les plus touchés sont ceux du stade 4, suivi des os secs et des dents. Les sédiments à base de grains plus fins, comme le limon et l'argile, ont montré une grande capacité d'arrondir, mais sans polir la surface de l'os. Dans ces expériences, il est primordial de prendre en considération l'action de ces sédiments, qui est constante par rapport à celle naturelle (Shipman et Rose, 1983c ; Cáceres, 2002) (tab. III. 5).

L'arrondissement et le polissage n'apparaissent pas simultanément sur les restes osseux. De ce fait, ce n'est pas tous les os qui ont un arrondissement présentant un polissage. Ainsi, il faut bien prendre en compte le stade où le mécanisme d'altération a commencé. Behrensmeyer (1990) a démontré que les restes météorisés offrent une résistance faible devant la modification hydrique par rapport aux os frais, en prenant en compte la granulométrie du sédiment que l'eau contient et la forme de transport.

Arrondissement		Polissage	
Stades	altérations	Stades	altérations
R0	Bords anguleux sans arrondissement	P0	Surface mate
R1	L'arrondissement des bords se voit au niveau microscopique	P1	Le polissage se voit au niveau microscopique
R2	L'arrondissement affecte tout l'os et se voit en vue macroscopique	P2	L'os présente des zones polies, des bords brillants en vue microscopique et une surface brillante en vue macroscopique
A3	L'arrondissement affecte tout l'os en provoquant la perte de la morphologie de l'élément	P3	L'os est complètement poli, avec une surface clairement brillante

Tableau. III. 5.- Stades d'arrondissement et de polissage provoqués par l'abrasion (Cáceres, 2002).

Dans les deux contextes étudiés, l'activité d'eau a été observée, qui est une évidence de l'existence d'altérations provoquées par les effets de l'abrasion de l'eau. Ce type d'érosion est signalisé par la présence de l'arrondissement et le polissage des bords ou la surface de certains fossiles. Cette modification ne se produit pas de manière homogène ni de même degré de modification. Il est très important d'analyser le degré d'arrondissement et celui de polissage ensemble mais pas séparément, car il se peut qu'un fossile présente un degré d'arrondissement. Autrement dit, le plus important test de signaler le degré R et P ensemble (R0 / P1; R2 / P2; R2 / P0), car il se peut qu'un fossile se présente rond avec un R2, mais le degré de polissage est peu P0 (Cáceres, 2002).

III. 3. 6. 3. 6. Les altérations causées par le piétinement

Il s'agit du mot *trampling*, qui signifie processus de friction ou de frottement de l'os contre le sol. Il est liée au transit des animaux et / ou des hominidés dans les lieux d'accumulation des restes osseux. Le piétinement se voit essentiellement dans les restes fauniques des squelettes ainsi que sur d'autres tissus comme les dents et les chevilles osseuses. Les effets du piétinement sont principalement la production de marques sur les surfaces des restes, la fragmentation et les déplacements (dispersion et / ou réunification). Divers travaux expérimentaux ont été menés sur cette altération (Andrews et Cook, 1985 ; Gifford-González et al., 1985 ; Behrensmeyer et al., 1986, 1989 ; Bunn et Kroll, 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Fiorillo, 1989 ; Oliver, 1989 ; Haynes, 1991 ; Blasco et al., 2008, 2009 ; Dominguez-Rodrigo et al., 2009, 2012, 2017 ; de Juana et al., 2010 ; Monnier et Bischoff, 2014). L'intérêt principal de cette altération réside dans sa similitude avec les stries, principalement les incisions, produites par les outils lithiques (Olive, 1989). Quand

les restes osseux portent des stries anthropiques, l'os est un objet passif et l'outil est un objet actif ; par contre dans le cas où le reste présente des traces de piétinement l'os est un objet actif par rapport au sédiment qui est l'objet passif (Fernández-Jalvo, 1992).

Le produit du piétinement est représenté par les rainures (stries de surface) isolées et / ou regroupées, avec une longueur et largeur variables, ainsi que sous formes d'encoches (Blasco et al., 2008). Les extrémités de ces rainures apparaissent souvent et soudainement interrompues avec l'absence de toute direction. Les fonds de ces stries se présentent plats, pas profonds et avec une section en forme de « U », malgré que dans certaines situations les fonds se présentent en form « V ». D'autres stries secondaires peuvent apparaître par rapport aux premières, comme les stries de découpe. La distribution des traces du piétinement est aléatoire sur la surfaces de l'os, car elle ne présente ni orientation, ni localisation en ce qui concerne les rainures. Le piétinement pourra aussi résulter un arrondissement et un polissage (légers) de la surface de l'os, ainsi que des craquûres causées par le poids exercé sur l'os. Dans le cas des restes des macromammifères, la fragmentation des os secs altérés est facile par rapport aux os frais (Olsen et Shipman, 1988). La morphologie de l'os joue un rôle important dans sa fragmentation : ainsi les os plats par exemple, se montrent faibles devant la fragmentation par rapport aux os longs (Yellen, 1991).

Les mouvements horizontaux et verticaux produits par le piétinement peuvent être difficiles à e distinguer dans les sites archéologiques (Andrews et Cook, 1985). Ils peuvent se produire soit lorsque les restes sont exposés à la surface, soit lorsqu'ils sont enterrés. Dans ce dernier cas, la compacité et le type de sédiment ont une influence sur la forme des rainures (fines et / ou épaisses), ainsi que sur celle des restes (Gifford-González et al., 1985 ; Behrensmeyer, 1986 ; Dominguez-Rodrigo et al., 2009, 2012 ; de Juana et al., 2010 ; Monnier et Bischoff, 2014). Tous les critères précédents sont indispensable pour distinguer entre ce qui est anthropique de ce qu'est naturel ; ceci exige et recommande l'utilisation de microscope (optique et électronique) dans l'analyse des surfaces des os, afin de diagnostiquer ces stries. Afin de mieux différencier les traces de boucheries de celles de piétinement dans les deux assemblages étudiés, nous avons eu références aux données expérimentales effectuées par Domínguez-Rodrigo et al. (2009, 2012), de Juana et al. (2010) et Monnier et Bischoff (2014), dont un diagnostic référentiel a été mis en évidence concernant les marques de piétinement et celles anthropiques (traces de boucherie).

III. 3. 6. 3. 7. Les altérations produites par les racines de végétation

Jusqu'à présent, quand il s'est agi des restes non enterrés, tous les différents agents taphonomiques qui interviennent sont des processus biostratinomiques. Dans les titres qui suivent on traitera les agents et les processus d'origine fossilo-diagénétique, soit lorsque les restes sont enterrés ou bien semi-enterrés. La diagenèse peut affecter les restes par des traces intrinsèques (la porosité, la taille, la chimie et la structure moléculaire) ou extrinsèques (le PH du sol, la température et les bactéries) (Lyman, 1994).

Parmi les agents biologiques dont le mécanisme est essentiellement chimique, citons les racines des plantes, qui se présentent souvent dans de nombreuses accumulations osseuses fossiles, mises à part celles des grottes et des cavernes, où il y a peu de végétation. Plusieurs auteurs se sont intéressés à ce type de modification (Behrensmeyer, 1978 ; Andrews et Cook, 1985 ; Andrews, 1990 ; White, 1992). Les traces des racines peuvent être un obstacle à l'interprétation des autres interventions, comme celle des carnivores et / ou anthropiques. Elles se caractérisent par des rainures sinueuses, ramifiées de vermiculations, à section en forme de « U », de longueurs et largeurs ramifiées irrégulières.

Le mécanisme de cette modification taphonomique consiste en la dissolution chimique de la surface de l'os en contact avec les racines, grâce aux acides libérés par les racines au cours de croissance (Behrensmeyer, 1978 ; Johnson, 1985). Grayson (1988) affirme que la production de ces vermiculations est due premièrement à des champignons qui sécrètent des acides associés au métabolisme des racines et deuxièmement à la décomposition des plantes associé aux bactéries (Fernández-Jalvo, 1992). Parfois, les rainures sont très douces et peuvent être entourées d'une légère coloration sombre, en raison de la sécrétion acide (Morlan, 1980). Les traces de racines sont liées aux changements fossilo-diagénétiques (en général lorsque les restes sont enterrés). Les informations fournies par la présence de ces altérations indiquent l'existence des conditions paléoenvironnementales permettant le développement du couvert végétal dans le lieu de dépôt (Behrensmeyer, 1978).

III. 3. 6. 3. 8. Les processus chimiques

Il s'agit de processus et de phénomènes qui interviennent au cours de l'accumulation osseuse. En premier, le lessivage implique une perte de matière soluble

(Lyman, 1994). Ces processus peuvent provoquer une corrosion sur la surface des restes osseux, ainsi qu'une coloration. Ce même auteur suggère quatre causes principales :

- a. L'intervention de bactéries ;
- b. Le fait que cette action bactérienne peut être inhibée dans les dépôts acides ;
- c. La capacité de ces dépôts en matière d'acides à dissoudre la fraction minérale des squelettes ;
- d. Le degré d'acidité et les caractéristiques de la percolation de l'eau. La décomposition organique des squelettes se fait plus vite dans les milieux aérobies que dans les anaérobies.

D'autres chercheurs soulignent l'influence de PH du sol sur les restes et ils suggèrent une relation inverse entre le degré de conservation et le niveau du PH ; car la diminution de PH provoque une élévation de la destruction des restes et son augmentation mène à une conservation des restes fossiles (Gordon et Buikstra, 1981). Fernández-Jalvo (1992), en revanche affirme qu'un PH basique aurait un effet agressif sur les restes osseux sur une longue période de temps.

III. 3. 6. 3. 9. Le manganèse

La coloration par le dioxyde de manganèse est une pigmentation noire globale sur toute la surface de l'os, ce qui pourrait indiquer une immersion totale dans l'eau ou les sédiments humides, mais le plus souvent, la coloration est aléatoire. La distribution et la dispersion de cette coloration peut être limitée à un côté ou une partie de l'os, ce qui est probablement dû au contact de l'os avec une surface humide ou périodiquement immergé dans l'eau. De ce fait l'une des phases les plus caractéristiques du dépôt de manganèse est la formation de motifs dendritiques, des motifs de ramification qui ressemblent à la croissance des plantes sur les surfaces des os et des pierres (Potter et Rossman, 1979 ; Fernández-Jalvo, 1992 ; Shahack-Gross et al., 1997 ; Cáceres, 2000 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016). Ainsi, elle peut être présente sur les diaphyses et les métaphyses et absente sur les surfaces articulaires, suggérant que la coloration par le manganèse se produisait lorsque les éléments du squelette étaient encore en connexion anatomique (López-González et al., 2006). En revanche, l'enfouissement rapide dans les sédiments augmente la probabilité que les os survivent dans les archives fossiles. Parfois, un changement de couleur est visible sur un seul os, par exemple si l'os était à moitié enterré. L'extrémité enterrée peut être colorée d'une couleur plus foncée que l'extrémité exposée, ce qui peut

également montrer des signes d'altération. D'après Fernández-Jalvo et Andrews (2016), la coloration brune ou claire de l'os peut être le résultat d'un certain nombre d'organismes dans un sol actif. Les différentes attaques bactériennes sur les surfaces des os peuvent produire une sorte de patchwork de corrosion plus claire que le reste de l'os. Dans tous ces cas, le changement de couleur est associé à d'autres modifications taphonomiques qui rendent leur interprétation superflue.

L'oxydation confirme l'évolution des processus chimiques durant la diagenèse. Une vue microscopique est donc indispensable, afin de ne pas la confondre avec les traces présentes sur des restes brûlés et que le feu a provoqué (Binford et Stone, 1986). Il existe une autre coloration brun rougeâtre qui peut se produire dans les sols riches en fer. Elle est caractéristique des sols oxygénés et biologiquement actifs et est une bonne indication de ces conditions au moment de l'enfouissement (Fernández-Jalvo et Andrews, 2016).

III. 3. 6. 3. 10. La concrétion

Elle signifie l'ajout de nouveaux minéraux aux interstices et aux pores qui existent entre les particules reliées aux éléments conservés conduisant à une cimentation partielle ou totale, chose qui rend l'analyse de la surface de l'os difficile (Fernández-López, 2000). La formation de la concrétion calcaire peut se produire assez rapidement autour des restes qui sont en phase de biodégradation et qui se trouvent dans un environnement plus ou moins confiné. Il faut éventuellement considérer les changements d'humidité et de compacité du sédiment (Courty et al., 1989). La formation de la concrétion exige un passage d'un milieu humide à un milieu sec pour que les minéraux se précipitent.

III. 3. 6. 3. 11. Les déformations

Après l'enfouissement des restes osseux des animaux, d'autres processus sont impliqués dans leur modification morphologique produites par la pressions des sédiments, mais sans que l'os soit cassé. Cette déformation se réfère à d'autres facteurs, comme la nature de l'os, ses propriétés d'élasticité, aussi le type de sédiment et la taille des particules qui le forment, sans ignorer le milieu chimique de ces restes. Il existe une autre forme de déformation survenant lors de la pénétration de petites particules sédimentaires dans les fissures et qui sont injectées à l'intérieur de l'os, ce qui provoque un processus d'expansion de la partie interne de l'os (Shipman, 1981).

III. 4. Les fréquences de la représentation squelettique

Les profils de représentation anatomique, dans l'approche archéozoologique, sont liés à deux aspects qui affectent fondamentalement la configuration des assemblages finaux, dont les processus de transport différentiel et de préservation différentielle.

L'estimation du NME, du % MAU et du NMI a comme objectif principal l'analyse des profils anatomiques, qui permette d'observer la présence ou non de biais dans la représentation anatomique et nous obligent par conséquent à obtenir des explications sur l'origine des profils squelettiques observés (Egeland, 2007). En ce sens, le NME nous montre la représentation squelettique des ensembles, alors que le MAU et sa standardisation révèlent l'écart entre le représenté et l'attendu, en tenant compte du NMI (Binford, 1984). Contrairement au % Isu établi par Brain (1981) ; cette partie considère que les carcasses étaient complètes sur le terrain.

$$\text{MAU} = \text{NME} / \text{fréquence d'éléments par squelette}$$

$$\% \text{MAU} = \text{MAU} * 100 / \text{MAU max de l'ensemble}$$

La plupart des agents et des processus physiques qui affectent un groupe peuvent faire disparaître certains éléments ou portions en fonction de leur fragilité. Afin d'évaluer la disparition de ceux-ci par rapport à leurs propriétés physiques, nous devons relier le % MAU de chaque partie de l'os et la quantité de minéraux qui affecte les différentes zones des éléments anatomiques. Le coefficient de relation entre la densité minérale des os et le MAU indique si une corrélation significative, directe ou inverse, entre la densité minérale osseuse (g/cm^3) et la fréquence avec laquelle ils se présentent dans l'ensemble. L'application de cette méthode et les calculs de la densité minérale des os de différents auteurs ont été utilisés sur différentes espèces animales (Kreutzer, 1992, Lyman, 1994, Outram et Rowley-Conwy, 1998 ; Novacosky et Popkin, 2005).

D'autre part, la présence relativement considérable de certaines parties ou éléments anatomiques peut être liée aux décisions prises par les hominidés dans l'obtention, le traitement et le transport de ceux-ci. Afin d'évaluer et de comprendre ces décisions, des indices ont été créés pour quantifier à la fois l'utilité économique et la valeur nutritionnelle. En premier, nous avons différencié les parties anatomiques par leur capacité de se conserver dans l'assemblage. L'existence de différents processus taphonomiques intervenant sur un registre peuvent ou non faire disparaître certains os ou parties anatomiques. Cela a conduit certains chercheurs à proposer que certaines parties soient

éliminées de ces corrélations afin de ne pas chevaucher les constructions liées à l'activité humaine.

Ces méthodes se basent sur la distinction entre les éléments de survie élevée, caractérisés par le cortex épais et un canal médullaire, y compris les os longs, les mandibules, le crâne par les os pétreux et des dents. Tandis que les éléments de faible survie ont des parois fines, un tissu spongieux à haute teneur en graisses: côtes, vertèbres, coxaux, omoplates et os longs fins, qui peuvent être facilement ingérés par les carnivores (Marean et Frey, 1997 ; Marean et al., 2000 ; Marean et Cleghorn, 2003 ; Cleghorn et Marean, 2004). Les éléments de survie élevée seront donc ceux qui servent le mieux à expliquer les processus de décision dans le transport et la consommation, mais l'absence ou le faible niveau de la représentation des éléments de faible survie ne peut être directement considéré comme résultats de ses mêmes décisions. De plus, les indices exposés ci-dessous ne seront appliqués qu'aux éléments de survie élevée (Marean et Cleghorn, 2004).

L'application de cette méthode dans le cas de notre échantillon est inadéquate, précisément dans le cas de l'assemblage de Pirro Nord, du moment que l'assemblage n'est pas en déposition primaire. De ce fait, cette approche est une approximation et une tentative d'obtenir des résultats démonstratifs et d'évaluer le rôle des principaux agents accumulateurs.

The Modified General Utility Index (MGUI) est basée sur différents autres indices auxiliaires contenant des composants utiles de tissus comestibles, de moelle osseuse et de graisse osseuse (Binford, 1978). Ces indices d'utilité apportent des attentes sur la façon dont les décisions de transport et de consommation sont reflétées dans la représentation anatomique dans les ensembles archéologiques. En conséquent, la complexité de cet indice, nous suggère l'application de *Standard Food Utility Index* (SFUI), qui considère la variation de la quantité de viande, de moelle osseuse et de graisse associée aux différentes parties anatomiques (Metcalf et Jones 1988). Les résultats obtenus expliquent les relations entre l'utilité économique, la représentation différentielle des parties anatomiques et la prise de décision humaine. Afin de mieux explorer et compléter la SFUI, d'autres analyses seront utilisés : *Utility Index* (Emerson, 1993), *Unsaturated Marrow Index* (Morin, 2007, 2013). Plusieurs stratégies théoriques de transport ont été définies par Binford (1978) à partir des modèles ethnoarchéologiques. Ces stratégies peuvent être prédites de la liaison entre l'utilité alimentaire des éléments anatomiques et leur fréquence dans les profils

squelettiques. Au cours des dernières décennies, la stratégie *Unconstrained* a été rajoutée aux types de stratégies nommées : *bulk*, *gourmet* et *unbiased* par Faith et Gorden (2007). Dans la stratégie de type *Bulk*, le nombre d'éléments transportés d'utilité élevée et modérée est maximisé, seuls les éléments d'utilité les plus bas étant abandonnés à l'endroit de la capture / boucherie. Avec la stratégie *Gourmet*, la qualité des éléments transportés est maximisée, laissant les éléments d'utilité modérée et faible. La stratégie de type *Unbiased*, dans laquelle les éléments squelettiques sont transportés d'une manière directement proportionnelle à leur utilité économique. Dans la stratégie de type *Unconstrained*, les éléments osseux sont transportés de manière égale par rapport à leur abondance dans un animal complet et indépendamment de leur utilité économique.

La méthode de Faith et Gorden (2007) se base sur la représentation d'éléments de survie élevée qui implique, d'un côté une considération à la fois de la corrélation entre la fréquence des éléments et leur utilité économique par le coefficient de corrélation de *Spearman's*, et d'un autre côté le degré d'uniformité (*Evenness*) dans la représentation des éléments de haute survie. De là, ils ont démontré que dans un échantillon de taille suffisante, une combinaison entre les valeurs de *Evenness* et de *Spearman's* peut séparer d'une manière efficace les ensembles simulés élaborés à partir de populations caractérisées par les quatre stratégies de transport.

D'après Cleghorn et Marean (2004), Faith et Gordon définissent les éléments de survie élevée qui seront utilisés dans ce travail : crâne, mandibule, humérus, radius / ulna, fémur, tibia, métacarpe et métatarse. L'ulna est exclu de l'analyse du fait qu'il n'a pas de valeur propre dans le SFUI (Matcalfe et Jones, 1988), et il représente un élément anatomique presque sans entité alimentaire et sans canal médullaire, et souvent il est fusionné avec le radius de sorte qu'il peut être considéré comme une unité. Afin d'obtenir la valeur d'*Evenness* et l'application de SFUI pour les assemblages, le NME et le %MAU vont être utilisés pour les classes de poids les mieux représentées.

L'évaluation quantitative des stratégies de transport peut être effectuée en utilisant l'indice d'uniformité de *Shannon*, $H = \sum - (P_i * i \ln P_i) / \ln S$, où S est le nombre d'éléments différents et P_i est la proportion standardisée de spécimens d'élément du i -th (Marrugan, 1988, Grayson et Delpech, 2001). La stratégie *Gourmet* est caractérisée par une forte corrélation entre la fréquence des éléments et les indices d'utilité économique, mais par un faible indice d'uniformité (*Evenness*), alors que la stratégie *Unconstrained* aura les valeurs les plus élevées de *Evenness*, mais pratiquement aucune corrélation entre la fréquence des

éléments et l'utilité économique. Sur la base de leurs valeurs d'uniformité similaires, les stratégies *Bulk* et *Unconstrained* peuvent facilement être confondues, mais les deux stratégies produisent des coefficients de corrélation différents, avec des valeurs positives et élevées pour la stratégie *Bulk*, et une gamme de valeurs négatives et positives, concentré autour de zéro, pour la stratégie sans *Unconstrained*.

La corrélation statistique sera analysée en premier, si elle existe ou non, entre le % MAU des éléments de haute survie et le SFUI développé par Metcalfee et Jones (1988). Une fois l'analyse de corrélation est effectuée, nous procédons à l'application de l'indice d'uniformité (*Evenness*) à l'échantillon que nous avons étudié afin de définir le type de stratégie de transport, car la taille de l'échantillon peut influencer le résultat.

III. 5. Les types d'accumulations

III. 5. 1. Accumulations produites par les hominidés

Les ressources alimentaires animales sont les sources utilisées par les hominidés durant le Plio-Pléistocène. La forme de l'obtention de ces ressources (chasse et / ou charognage) a été l'objet de plusieurs débats scientifiques : les premiers hominidés, avaient-ils un accès primaire ou secondaire aux carcasses abandonnées par les grands carnivores ? L'accès aux cadavres obtenus ; est-il actif ou passif ? Ce débat a tenu plus d'un siècle. Certains auteurs considèrent le charognage comme la source principale d'approvisionnement des premiers hominidés (Shipman et Phillips, 1976 ; Binford, 1981, 1985, 1988a, 1988b ; Shipman, 1983, 1986a ; Shipman et Rose, 1983a ; Stiner, 1990, 1991a, 1994), par contre, d'autres auteurs considèrent la chasse comme une hypothèse qui devrait être considérée (Bunn, 1995, 1996 ; Tappen, 1995 ; Domínguez-Rodrigo, 1997a, 1997b ; Stanford, 1999).

Plusieurs travaux ont été consacrés aux stratégies de subsistance utilisées par ces hominidés durant le Plio-Pléistocène (Binford, 1981, 1988a, 1988b ; Bunn, 1981 ; Potts, 1984, 1988 ; Blumenschine, 1986a, 1986b, 1989, 1991, 1995 ; Bunn et Kroll, 1986 ; Cavallo et Blumenschine, 1989 ; Marean, 1989 ; Bunn et Ezzo, 1993 ; Selvaggio, 1994a, 1994b, 1998 ; Tappen, 1995 ; Monahan, 1996 ; Brantingham, 1998a, 1998b ; Lupo, 1998 ; Domínguez-Rodrigo, 1999a, 1999b ; Domínguez-Rodrigo et al., 2002 ; Domínguez-Rodrigo, 2003).

Les hominidés sont un autre agent accumulateur et modificateur des assemblages fauniques au Plio-Pléistocène. L'espèce la plus ancienne du Genre *Homo* est celle d'*Homo habilis* datant entre 2,3 et 1,6 Ma à Olduvai (Tanzanie) (Leakey et al., 1964). Ces hominidés peuvent générer de grandes accumulations de restes fauniques, à l'intérieur des grottes ou à l'air libre. Plusieurs auteurs considèrent les évidences taphonomiques du processus de traitement des carcasses, qui se trouvent en association avec le matériel culturel, comme un des critères diagnostiques les plus fiables de l'intervention des hominidés (Lyman, 1994). En général, les assemblages accumulés par les hominidés reflètent leur mode de vie, avec une faible variété taxonomique et peu de carnivores (Klein, 1975). Toutefois, la composition spécifique est très variable et les stratégies d'obtention des ressources peuvent être variées à partir d'une hyperspécialisation et d'une exploitation d'un taxon unique, jusqu'aux stratégies opportunistes très diversifiées dans l'acquisition des ressources d'origine animale. La représentation squelettique est dominée par les éléments d'une grande contenance de viande (squelette appendiculaire) et varie selon le type d'accès et de transport des carcasses des animaux.

L'élévation des modifications anthropiques se voit dans la fracturation (récupération de la moelle), la crémation des os (dans certaines chronologies) et les cut-marks, ainsi que dans la présence des industries lithiques qui témoigne de l'activité anthropique. Les caractéristiques des accumulations varient selon le type d'occupation et les facteurs comportementaux et écologiques (Binford, 1981 ; Vallverdú et al., 2005).

L'œuvre de R. Dart, *L'homme chasseur*, 1953 a révélé un changement d'hypothèses sur les assemblages archéologiques d'Olduvai, qui ont été interprétés comme des campements de base (Isaac, 1971). Ce modèle accorde aux premiers hominidés une base comportementale équivalente à celle des chasseurs collecteurs actuels, qui implique des aptitudes évoluées pour la chasse coopérative, le transport et la distribution de la nourriture entre les groupes. La révision de ces gisements par Binford (1981, 1983, 1984a, 1984b) a donné le titre de charognard à ces premiers hominidés, en se basant sur la représentation squelettique et la présence de marques de dents sur la surface des os. Ainsi, les hominidés peuvent avoir accès aux proies abandonnées par les grands prédateurs. A partir de là, plusieurs auteurs rentrent dans les débats sur les hominidés du Plio-Pléistocène, chasseurs ou charognards (Bunn, 1981, 1982, 1983 ; Binford, 1988). Un changement méthodologique durant l'analyse du matériel archéologique a été proposé par Bunn et Kroll (1986), comme : la représentation squelettique, la localisation anatomique,

l'orientation et la longueur des traces de boucherie présentes sur les os. Ces deux auteurs considèrent aussi que la distribution des traces de découpe indique une grande quantité de viande. En conséquence, il suggère des modèles explicatifs intermédiaires dans lesquels apparaissent les stratégies combinées entre la chasse et le charognage actif.

L'augmentation de la complexité des débats sur l'acquisition et l'obtention des ressources d'origine animale a poussé certains auteurs à défendre l'utilisation de la taphonomie autant que méthode de déduction du mode d'accès aux carcasses, ainsi à réclamer l'utilisation du microscope électronique, afin d'identifier les traces produites par chaque agent à l'origine de l'accumulation (Potts et Shipman, 1981 ; Shipman et Rose, 1983a, 1983b ; Shipman, 1986 ; Potts, 1988 ; Shipman, 1981). La présence des traces de découpe n'implique pas nécessairement la consommation de viande ; il faut, pour cela, une preuve d'interaction entre l'os et l'outil lithique. Bunn et Ezzo (1993) expliquent et suggèrent que le type d'obtention des ressources animales peut se situer entre un charognage simple et une chasse sophistiquée, en prenant en considération trois modalités d'accès : actif ou passif (s'il y a une confrontation ou non avec les proies et les prédateurs), le type primaire ou secondaire et le temps d'accès (immédiat, tardif). De ce modèle, l'accès primaire actif et immédiat définit les activités de la chasse, tandis que le reste des possibilités combinées sont des modèles de charognage, avec une interaction avec des différents prédateurs (Rosell, 2002).

III. 5. 2. Les accumulations produites par les carnivores

III. 5. 2. 1. L'éthologie des carnivores

Plusieurs bases de données ont été apportées par l'étude éthologique des différents carnivores sur leur comportement envers les carcasses d'animaux. Les carnivores sont les principaux compétiteurs des groupes humains durant le Pléistocène et les agents biologiques les plus actifs dans les assemblages archéologiques. L'information obtenue à partir des différents travaux nous permettra de discerner le rôle des carnivores dans les gisements et leurs relations avec les groupes humains. L'intervention des carnivores comme agents accumulateurs ou modificateurs des assemblages fauniques se divise en : produit d'une consommation *in situ*, produit d'un transfert des carcasses ou d'une partie d'entre elles dans des cavernes et des refuges et enfin produit d'une consommation des restes abandonnés par d'autres prédateurs (animaux ou humains) (Diez, 1992 ; Saladié et al., 2013 ; Camarós et al., 2013).

Les principaux agents biologiques accumulateurs des restes osseux en plein air sont les carnivores et les hominidés. Plusieurs travaux ont été réalisés sur ces différents processus, qui se manifestent durant la formation de ces assemblages dans les sites archéologiques. Cependant, les études actuelles établies sur l'éthologie des divers carnivores et leur cadre écologique et environnemental montrent le déplacement de la plupart des animaux capturés vers les lieux de prédation, et seul un petit nombre d'entre eux peut générer d'importantes accumulations d'os. Certains de ces carnivores déplacent et transportent systématiquement des parties de leurs proies vers des lieux préférés comme le démontre leurs études éthologiques, leurs modes d'adaptation, leurs capacités de consommation et leurs rôles dans la dynamique trophique de l'écosystème auquel ils appartiennent. Toutefois, les léopards, les hyènes, quelquefois certains canidés font un transport systématique et régulier de leurs proies à leurs points de référence, chose qui génère d'importantes accumulations de restes osseux (Domínguez-Rodrigo, 1993 ; Pickering et al., 2004 ; Werdelin et Lewis, 2005 ; Pobinet et al., 2008 ; Sauqué et al., 2014 ; Arriaza et al., 2015 ; Pobiner, 2015).

III. 5. 2. 2. Accumulations produites par les hyènes

Les hyènes sont de très grands carnivores accumulateurs de restes osseux. Ces carnivores sont en interaction avec les hominidés depuis le Plio-Pléistocène. Dans cet axe, plusieurs travaux détaillés ont été menés sur les assemblages osseux générés par les hyènes (Haynes, 1980 ; Maguire et al., 1980 ; Brain, 1981 ; Bunn, 1983 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984 ; Binford, 1988, 1989 ; Blumenschine, 1988, 1995 ; Horwitz et Smith, 1988 ; Cruz-Uribe, 1991 ; Stiner, 1994 ; Blasco, 1995, 1997 ; Fosse, 1995 ; Brugal et al., 1997, 2004 ; Marean, 1998 ; Skinner et al., 1998 ; Enloe et al., 2000 ; Fosse et al., 2002 ; Pickering, 2002 ; Pokines et Kerbis-Peterhans, 2007).

L'hyène se présente avec un appareil masticatoire puissant, des prémolaires bien développées et des branches transversales de la mandibule renforcées, une morphologie qui lui permettait d'exercer une forte pression avec les prémolaires au cours de la fracturation des os longs des angulés, afin d'accéder à la moelle osseuse. En outre, elle présente un raccourcissement des segments distaux des membres, ce qui suggère une grande adaptation à la course et la stabilité du corps lors des transports des squelettes dans ses tanières (Tanner et Antón, 1996). *Pachycrocuta* sp., et *Pachycrocuta brevirostris* sont présentes dans divers sites du Pléistocène de l'Afrique de l'est (Werdelin, 1999). Au sud de

l'Afrique, une autre forme de grande taille, sous le nom de *Pachycrocuta bellax* et qui est la plus robuste se manifeste durant le Pléistocène (Randall, 1981 ; Werdelin et Lewis, 2008). La distribution biogéographique de *Pachycrocuta brevirostris* est notée à travers toute l'Eurasie. Elle est présente en Chine (Nihowan, Choukoudian) (Boaz et al., 2000 ; Werdelin et Soulounias, 1991) et en Inde (localité de Siwalik) (Bose, 1880 ; Vos et al., 1987). Le premier registre de cette espèce en Europe est représenté par les dépôts Pliocènes d'Olivia (Italie) à environ 2,0 Ma (Turner et Antón, 1996) ; sa présence, dans les dernières années, a de même été signalée dans le bassin de Guadix-Baza (Arribas et Garrido, 2009) ; sa dernière apparition a eu lieu à Vallonet en France vers 0,9 Ma (Moullé, 1992).

L'hyène transporte systématiquement les squelettes des animaux dans sa tanière, afin d'exploiter les éléments nutritifs des restes osseux. L'évolution de son système masticatoire et digestif est adapté à la fracturation des os et à leur digestion. Les hyènes vivent en groupe composé de plusieurs dizaines d'individus de tous âges. Elles utilisent les mêmes tanières pour une longue durée, chose qui mène à des accumulations de restes osseux très importantes dans le cas de l'hyène tachetée (Kruuk, 1972). Au niveau taxonomique, les assemblages originaires des hyènes présentent une forte diversification spécifique, dans laquelle les carnivores sont bien représentés. Les tailles des animaux qui forment cette accumulation varie entre 100 et 500 kg. Les proies de petite taille comme les lagomorphes, les jeunes ongulés ne résistent pas devant l'action des hyènes (Yellen, 1991 ; Brugal et Fosse, 2004). Ces derniers animaux ont un rôle important dans leur assemblage, dominé par les individus immatures (Cruz-Uribe, 1991 ; Fosse, 1995 ; Fosse et al., 1997 ; Pickering, 2002 ; Pokines et Kerbis-Peterhans, 2007).

Les études de la composition taxonomique des tanières des hyènes actuelles révèlent un indice de carnivorisme plus bas dans le cas de *Crocuta crocuta* et plus haut chez *Hyaena brunnea* et *Hyaena hyaena* (Kerbis-Peterhans, 1990 ; Cruz-Uribe, 1991 ; Pokines et Kerbis-Peterhans, 2007). La représentation anatomique dans les accumulations de ces espèces présente une prédominance des squelettes crâniens, appendiculaires et axiaux. Ce type de représentation est typique des hyènes (Pokines et Kerbis-Peterhans, 2007). Le transport des carcasses est partiel et aléatoire. Certains auteurs ont suggéré l'existence d'une différence entre les parties transportées (relation squelette crânien / squelette postcrânien) en fonction du poids de l'animal (Cruz-Uribe, 1991 ; Stiner, 1991 ; Fosse, 1995 ; Pickering, 2002).

Les assemblages accumulés par les hyènes ont un degré élevé de modifications et d'altérations, soit par la consommation, les marques des dents qui sont abondantes, soit par l'absence des épiphyses et la présence des diaphyses des os longs de forme cylindrique (Cruz-Uribe, 1991 ; Pickering, 2002). Les altérations associées à la fracturation des os donnent un aspect arrondi aux bords, causés par le machouillage, ainsi que d'autres modifications par les sucs gastriques. Dans les tanières actuelles et fossiles de *C. crocuta*, tous les éléments anatomiques des carcasses ont été observés, en particulier les métapodes (Pokin et Kerbis-Peterhans, 2007) et les coprolithes. La destruction des épiphyses des os longs par les hyènes a été étudié par plusieurs auteurs (Blumenschine, 1986, 1988 ; Brain, 1981 ; Marean et Spencer, 1991, Marean et al., 1990 ; Orloff et Marean, 1990 ; Potts, 1988 ; Sutcliffe, 1970). La stratégie des hyènes est la consommation basée sur la fracturation des éléments osseux (Marean et Spencer, 1991). Par conséquent, le choix de ces éléments se base sur la quantité de moelle contenue : d'abord sont choisis les os en contenant une grande quantité (Marean et al., 1990 ; Orloff et Marean, 1990). L'autre chose importante dans ce type d'accumulation est la présence abondante de restes de jeunes hyènes, en raison de la forte mortalité infantile (Fosse, 1994 ; Brugal et al., 1997 ; Arribas et al., 1997, 2004 ; Arribas et Palmqvist, 1998 ; Palmqvist et Arribas, 2001 ; Huguet, 2007).

III. 5. 2. 3. Accumulations produites par les grands félinés

D'autres carnivores révèlent des accumulations osseuses, comme les léopards (*Panthera pardus*). Ce sont des félinés qui ont l'habitude de transporter systématiquement leurs proies dans des lieux et des points référentiels et favorables, afin de les consommer sans être gênés par d'autres carnivores ; cela se fait quand leur écosystème est affecté par une forte pression trophique (Brain, 1981 ; Domínguez-Rodrigo, 1993 ; Ruitter et Berger, 2000 ; Brain, 1981 ; Simons, 1966 ; Sutcliffe, 1973 ; Carlson et Pickering, 2003 ; Pickering et al., 2004 ; Sauqué et al., 2014)

Ce comportement peut créer des accumulations secondaires dans des environnements karstiques par la chute des restes de proies, qui étaient sur les arbres, à l'intérieur des grottes qui sont déjà des tanières (Brain, 1981, 1993). Dans les environnements où les léopards n'ont pas de concurrents, ils peuvent consommer leur proie sans protection (Domínguez-Rodrigo et Pickering, 2003). Les accumulations réalisées par les léopards se caractérisent par une grande diversité des proies spécifiques, basées sur les

animaux de taille petite et moyenne (moins de 125 kg) ; cela a été confirmé dans le cas des tanières actuelles des hyènes en Afrique (Brain, 1981 ; Domínguez-Rodrigo, 1993). Dans le cas des tanières fossiles attribuées à ces carnivores en Europe, cette diversité est faible (Brugal et Fosse, 2004). Les carnivores ne sont pas prédominants l'assemblage osseux et ils ne sont pas liés à la consommation. Toutes les parties anatomiques sont représentées et souvent complètes : ainsi, le squelette axial est présent, dont, les vertèbres sont détruites chez les espèces de moins de 50kg. L'accumulation de ces animaux porte de faibles modifications. D'une manière générale, on trouve des marques de dents, qui se situent principalement sur les épiphyses et les métaphyses. Il peut y avoir chez les animaux de grande taille une destruction des épiphyses proximales de l'humérus et du tibia, des extrémités distales des fémurs, ainsi que d'une minorité des radio-ulna (Brain, 1981 ; Domínguez-Rodrigo, 1993 ; Ruitter et Berger, 2000). La fracturation des éléments est faible, selon différents auteurs (Brugal et Fosse, 2004 ; Yravedra, 2006). Ces modificateurs ne laissent ni de coprolithes ni d'os digéré dans leurs points référentiels, par contre ils peuvent créer une distribution spatiale dans les zones obscures (Ruitter et Berger, 2000).

La sélection des proies selon l'âge et le sexe est un aspect de l'écologie des prédateurs qui a fait l'objet d'études approfondies dans les écosystèmes tempérés et africains. Le lion et l'hyène tachetée montrent une forte sélection sur les classes d'âge, contrairement aux études précédentes. Ainsi, la présente étude montre que les relations prédateur-proie ne peuvent être comprises que longitudinalement sur de longues périodes de temps et toujours en relation avec l'évolution de la dynamique des populations de proies en relation avec les modifications de l'écosystème. (Arriaza et al., 2015)

La possibilité de piégeage dans un écosystème particulier varie en partie en raison du taxon carnivore, de la densité et de la composition des guildes, la taille des proies, la biomasse et la structure de la communauté et de l'habitat (Pobiner et al., 2008 ; Pobiner et al., 2015).

III. 5. 2. 4. Accumulations réalisées par les canidés

Les grands canidés du Pléistocène, *Canis* et *Cuon*, sont des grands destructifs. Les loups, par exemple, consomment les épiphyses spongieuses et abandonnent les diaphyses cylindriques. Ils présentent une grande capacité de fracturer des os de forme spiralée avec des fragments diaphysaires très abondants. Les marques laissées par ces animaux sont : des morsures, le machouillage et des os digérés (Binford, 1981). Cependant, l'éthologie

alimentaire et comportementale de ces carnivores révèle une consommation de proies immédiatement et sur place, néanmoins, ils déplacent leurs proies dans les tanières (Esteban-Nadal et al., 2010). De ce fait, ces grands canidés sont considérés en tant qu'accumulateur de grands assemblages (Foss et al., 2012). En outre, les petits canidés du genre *Vulpes* déplacent systématiquement leurs proies dans leurs tanières saisonnières, ce qui mène à des accumulations considérables. Ce sont des animaux de moins de 20 kg, car selon leur éthologie, ils peuvent transporter certaines carcasses de macro mammifères, comme le montre la fracturation modérée du squelette appendiculaire et la faible représentation du squelette axial. Les traces des dents sont généralement abondantes, néanmoins sans aucune modification par rapport aux signes de digestion (Domínguez-Rodrigo, 1993 ; Sanchis Serra, 2000 ; Cochard, 2004).

III. 5. 2. 5. Accumulations produites par les lynx

Le *Lynx* est aussi présent dans plusieurs assemblages osseux du Pléistocène. Ses modifications sont faibles, mais bien présentes. Les études taphonomiques actuelles sur cette espèce révèlent le rôle important de cet animal dans les accumulations osseuses par la fracturation des éléments appendiculaires et la digestion des restes osseux (Lloveras et al., 2008). Le régime alimentaire de cet animal se base sur les *Oryctolagus* et la comparaison de ces comportements avec ceux obtenus pour d'autres carnivores terrestres, tels que le renard, révèle de grandes similitudes, excepte le nombre de traces de dents plus abondant sur les assemblages du renard (Rodríguez-Hidalgo et al., 2013). En outre, il pourra chasser les petits ongulés comme le *Dama dama*, le *Cervus elaphus*, la *Gazella*. Toutes ses proies sont transportées dans leurs propres tanières ou sous les arbres, afin d'y être consommées tranquillement (Aldama et al., 1991 ; Aldama, 1993). Les cerfs tués sont cachés par le lynx, et peuvent être visités à plusieurs reprises par ce dernier pour se nourrir avec, avant qu'ils ne soient découverts par d'autres charognards (Beltran et al., 1985).

III. 5. 2. 6. Accumulations produites par les ursidés

Les études néotaphonomiques des grands carnivores sont utilisées pour créer des modèles afin d'expliquer la formation de faunes fossiles de vertébrés terrestres. Les conséquences taphonomiques de l'alimentation des ours ressemblent à celles d'autres carnivores non-durophages, tels que les félidés, mais sont distinctes de celles des carnivores durophages, tels que les hyénidés (Arilla et al., 2014). Au moment où les ursidés

sont abondants, ils deviennent charognards, et visitent même leurs proies à plusieurs reprises afin de se nourrir. Après leur hibernation, au printemps, ils quittent les grottes et se mettent à chercher de la nourriture. Par conséquent, ils portent des modifications sur les carcasses qu'ils rencontrent, comme les marques de dents sur les épiphyses et quelques fracturations des os longs (Stiner, 1998 ; d'Errico et al., 1998 ; Pinto et Andrews, 2002 ; Pinto et al., 2005 ; Saladié, 2009). Ces animaux peuvent causer des problèmes dans l'interprétation et la visibilité du comportement moderne et complexe dans la conception de l'espace dans le registre archéologique, et il est difficile de reconstruire l'association originale produite durant le Pléistocène (Camarós et al., 2013). De ce fait, il est très important d'aborder l'étude de l'accès secondaire des carnivores à des contextes anthropiques pour permettre aux chercheurs de déduire un comportement humain moderne et complexe lié à l'espace et à d'autres processus cognitifs (Sala et al., 2014)

III. 5. 3. Accumulations par agents mécaniques

Une fois la phase de consommation terminée, les restes sont abandonnés et délaissés ; une série d'agents et de processus mécaniques interviennent sur cet assemblage avant et même après son enfouissement. Les modifications effectuées par ces agents nous apporteront des données fondamentales servant à la reconstruction des conditions taphonomiques dans lesquelles ces assemblages se sont dispersés et déposés (Behrensmeyer, 1978).

Les accumulations d'origines mécaniques sont celles produites par des facteurs abiotiques. Ces derniers ont la capacité de faire déplacer, de transporter et de regrouper des squelettes complets ou des éléments squelettiques, entraînant des accumulations fossiles. Les principaux agents qui favorisent ce type de registre sont les courants hydriques et la force gravitationnelle. Ces deux agents peuvent générer des accumulations à partir de carcasses complètes ou dispersées et ils sont des facteurs qui produisent à la fois la dispersion et le regroupement des restes osseux. Les accumulations générées par les flux d'eau sont caractérisées par la sélection des éléments anatomiques en fonction de leur sensibilité d'être transportés (Gifford-Gonzalez et al., 1985 ; Lyman, 1994 ; Capaldo, 1995, 1997). Selon ces différents auteurs, cette sensibilité est déterminée par des agents tels que la forme, la taille, le poids, le volume et surtout la densité de l'élément squelettique. En conséquence, ce type d'accumulation donne une faible relation entre les restes osseux et les individus, à part si le processus est intervenu après la dispersion du

squelette. Parfois, des événements catastrophiques, tels que les inondations majeures ou coulées de boue, peuvent générer des accumulations d'individus tous en connexion anatomique.

Les accumulations générées par les courants hydriques peuvent présenter une sélection métrique des restes et une orientation préférentielle de ceux-ci (Potts, 1988 ; Petraglia et Potts, 1994). Les modifications conséquentes de cette action sont l'arrondissement et le polissage des restes, dus à l'action abrasive des particules minérales en suspension (Cáceres, 2002 ; Cáceres et al., 2012), cette altération est principalement causée par l'action de l'eau. Cela dépend de type du contexte sédimentaire de l'assemblage (Fernández-Jalvo et Andrew, 2003) ou par d'autre processus naturels difficiles à distinguer (Costamagno, 1999) : processus fluviaux (Voorhies, 1969 ; Andrews, 1995 ; Behrensmeyer, 1990 ; Fernandez-Jalvo et Andrews 2003), piétinement (Brain, 1967), activité éolienne (Shipman et Rose, 1983).

D'une manière générale, il existe une certaine interaction entre la météorisation et l'abrasion (Andrews 1995), car les fossiles à faible incidence d'abrasion se présentent avec peu de signes de météorisation, tandis que les fossiles à forte incidence d'abrasion avaient le degré élevé de météorisation ; selon Fernandez-Jalvo et Andrews (2016), ce sont souvent les restes fortement altérés par la météorisation qui présentent un degré élevé d'abrasion.

III. 5. 4. L'interaction entre hominidés / carnivores

Cette problématique a été abordée selon le point de vue des modèles actuels, afin d'établir la séquence d'actuation de chacun des acteurs possibles. Ces modèles plantent différents stades d'intervention : l'homme seul, le carnivore seul, de l'homme au carnivore ou du carnivore à l'homme puis au carnivore (Blumenshine, 1988, 1995 ; Selvaggio, 1994 ; Capaldo, 1997, 1998). Dans l'actualité de ce débat, il est un peu prématuré d'espérer un résultat immédiat, et afin de le prouver, les travaux récents sur le site de FLK (Zinj) considèrent la chasse comme un modèle évolué d'obtention des ressources par les premiers hominidés africains (Domínguez-Rodrigo et Barba, 2007 ; Blumenshine et al., 2007). Cependant, l'interaction entre différents agents taphonomiques dans un même site est une norme générale, où la majorité d'entre eux sont formés par de vastes palimpsestes, néanmoins les constructions comportementales obtenues pour des sites spécifiques ne peuvent pas être appliqués sans critique à tous les sites de la même catégorie (chaque site a ses caractéristiques) (Domínguez-Rodrigo, 2009). Les hominidés et les carnivores peuvent

occuper les mêmes aires, d'une manière séquentielle ou alternativement (Stiner, 1998). En outre, la présence des modifications par les carnivores dans les accumulations anthropiques permet d'évaluer d'une façon diachronique les associations fossiles, car habituellement les carnivores occupent les campements abandonnés par les hominidés et consomment les restes générés par ces derniers (Kruuk, 1972 ; Tchernov et Tsoukala, 1997 ; Huguet et al., 1999 ; Díez et Rosell, 1998 ; Blasco et al., 2008).

La relation carnivores / herbivores, selon Cruz-Urbe (1991), utilise les données extraites à partir de la représentation taxonomique de l'ensemble osseux, en comptant le NMI. Celui-ci, est l'un des indices qui aident à discerner les accumulations anthropiques de celles des carnivores (Stiner, 1991 ; Pickering, 2002 ; Pokines et Kerbis-Peterhans, 2007).

La distinction entre une accumulation anthropique et celle des hyènes, selon Cruz-Urbe (1991), se base sur des critères bien définis, qui sont :

a- La relation entre l'abondance des restes squelettiques de carnivores et d'ongulés dans l'accumulation : la représentation des carnivores dans les accumulations générées par les hyènes constitue moins de 20% du total, par contre dans les accumulations anthropiques, ceux-ci sont à un taux inférieur à 10%. Cependant, dans les tanières actuelles de *Crocuta crocuta*, la proportion des carnivores dépasse 20% et la majorité des restes documentés correspondent à des individus propres à cette espèce.

b. Les modèles de modification des surfaces des restes osseux : les altérations produites par les hyènes sur les surfaces corticales des os se caractérisent par la présence de morsures, de dépressions, par l'aspiration de la moelle et la corrosion par la digestion. Ces modifications apparaissent avec un grand pourcentage sur les éléments consommés par les hyènes. Par contre, dans quelques taphocénoses, il se peut que la proportion des os altérés soit minoritaire à cause de leur état de conservation dans le site.

c- La fracturation des os : en général, les accumulations générées par les hyènes se caractérisent par la fragmentation des diaphyses avec une morphologie cylindrique, alors que les hominidés fracturent les diaphyses et laissent les épiphyses intactes.

d- La relation entre les éléments crâniens et postcrâniens : cette relation dans les accumulations engendrées par les hyènes prend en compte la taille des ongulés. Les éléments postcrâniens des grands ongulés sont des individus adultes et la dentition

correspond à des individus enfantins. Dans les accumulations anthropiques, on n'a pas à voir cette tendance.

e- Les éléments petits et compacts : comme les os du carpe et ceux du tarse sont peu fréquents dans l'accumulation des hyènes, par contre ils sont très marqués dans les associations générées par les hominidés.

f- Les profils d'âge : Les profils d'âge de mortalité peuvent être caractéristiques de la mort diachronique ou graduelle dans les associations accumulées par les hyènes. Comme ils peuvent être catastrophiques ou cumulatifs dans les assemblages anthropiques, selon la manière dont l'animal a été obtenu.

g. Autres critères : Différents critères ont été proposés par des chercheurs. Stiner (1991) considère que la proportion de cornes et de bois dans une accumulation révèle d'une accumulation faite par les hyènes. Pickering (2002) a proposé un autre diagnostic permettant de différencier une accumulation anthropique de celle des hyènes, en tenant compte de la relation entre le NMI des carnivores et celui des ongulés, de la conservation relative des diaphyses des os longs, de la modification de la surface des os, ainsi que de la présence des coprolithes et d'os digérés, qui caractérisent les hyènes.

III. 6. L'ethnoarchéologie

Dans les études archéozoologiques, à part l'étude analytique et quantitative, il est très important, et même primordial, de considérer les travaux ethnoarchéologiques et éthologiques, afin de définir les modes d'acquisition et de traitement du gibier. Cela, dans le but de retracer les stratégies appliquées par les hominidés et / ou carnivores et de comprendre la fonctionnalité du site.

L'ethnoarchéologie est une discipline qui s'occupe principalement de l'organisation et de l'évolution du comportement humain dans le passé (Enloe, 1992). L'interprétation des données archéologiques se base sur la recherche de modèles de groupes humains actuels qui sont dans un stade de développement culturel similaire à celui constatés au cours du Pléistocène. Cela permettra une reconstruction des événements - ou de certains d'entre eux - survenus durant la formation des niveaux archéologiques. Cette recherche a révélé plusieurs travaux anthropologiques qui sont à la base de l'ethnoarchéologie : ceux de Binford (1978, 1981) sur les Nunamiut et d'autres, postérieurs, sur des groupes primitifs

comme les Hadza (Bunn et al., 1988a, 1988b ; O'connell et al., 1988 ; Bunn et al., 1993 ; Olive, 1993), les Ndorobo (Domínguez-Rodrigo et Martí Lezana, 1996).

Les caractéristiques d'assemblage varient selon la base de subsistance et les activités de chaque site (Gifford-González, 1989b). Cependant, la recherche sur l'utilisation des animaux par des groupes humains autosuffisants doit être effectuée rapidement, tandis que les comportements qui produisent des restes fauniques modifiés peuvent encore être observés et documentés (Gifford-González, 1989a)

D'après Gifford-González (1991), l'approche ethnoarchéologique nécessite la gestion de plusieurs aspects : établir plus clairement les relations logiques des causes physiques immédiates des traces, des objets effectuant l'interaction, les causes en mouvement et les contextes dans lesquels ils ont agi ; évaluer les caractéristiques uniques et irréductibles des niveaux d'organisation systémique en cours d'étude ; développer des attentes quant à la nature de la causalité dans le ou les niveaux hiérarchiques étudiés, à la fois en termes de spécification des caractéristiques déterminantes clés et en termes d'évaluation des probabilités de résultats spécifiques de causes spécifiques ; et enfin comprendre les rôles des vestiges biologiques dans le niveau d'organisation en cours d'étude, en recherchant de fortes associations entre les modèles distinctifs de preuve et les causes immédiates, les acteurs et les meilleurs contextes pour obtenir ces compréhensions du monde contemporain. Parallèlement, ce même auteur suggère de se concentrer sur les restes fauniques en tant que composantes des systèmes de subsistance et des écosystèmes humains.

III. 7. La répartition spatiale

La méthode d'évaluation de l'intégrité de la structuration spatiale est l'analyse de l'orientation tridimensionnelle, une procédure courante dans les études géologiques (Benn, 1994). Différentes techniques et des modèles dérivés de l'ethnoarchéologie ont été développés et appliqués dans l'analyse des sites en plein air avant l'interprétation de la structuration spatiale pour les inférences sur l'organisation sociale préhistorique (Binford, 1980 ; Enloe, 2006), et cela afin d'étudier les aspects fonctionnels, économiques et sociaux de ces associations. La répartition spatiale des restes conduit à des extrapolations comportementales, voire même d'identifier des modifications, des caractéristiques physiques des peuplements (Enloe, 2003, 2006)

D'un point de vue taphonomique et archéologique, cette méthode est d'une importance majeure, car la distribution, à la fois verticale et horizontale des fossiles, permet de comprendre la formation des accumulations et des dépôts des entités fossiles (orientation préférentielle, concentration, dispersion (Audouze et Enloe, 1997).

L'interprétation de la distribution spatiale recommande l'utilisation de certaines méthodes graphiques pour renforcer la lisibilité. Dans ce sens, des graphes ont été réalisés en trois dimensions, dans lesquels nous représentons les coordonnées centrales des spécimens fossiles (X, Y, Z). Ces données, corroborées avec celles de l'orientation et de l'inclinaison permettent de réaliser la reconstitution du plan du site et de distinguer des événements particuliers dans un dépôt.

Dans notre travail, la distribution spatiale concerne uniquement l'assemblage de Tighennif, dont le matériel est dans son dépôt original (site en place). Tandis que le matériel de PN 13 est en seconde déposition après un transport par l'action de l'eau à l'intérieur de la fissure, et donc le matériel est un résultat d'une accumulation naturelle fluviale.

Deuxième partie

Chapitre IV

Site de Pirro Nord 13, Italie

IV. 1. Le contexte géographique de Pirro Nord

Le site de Pirro Nord, située dans la carrière Dell'Erba, fait partie du secteur nord-ouest du promontoire de Gargano, Apricena (FG, Apulia, Italie; 41°48'00"700"N, 15°23'00"500"E), Poggio, Italie) (Branckman et Aydin, 2004). Ce site, découvert par Freudenthal de Leiden, fait partie d'une série de fissures de 1 à 33, dont P10 (2 pièces lithiques), P21 (1pièce lithique) et P13 (majorité du matériel lithique) (Pavia et al., 2008, 2010, 2012).



Figure. IV. 1. - Localisation géographique du site de Pirro Nord Italie

IV. 2. Le contexte géologique de Pirro Nord

Pirro 13 est une fissure verticale, située dans la zone non saturée qui a probablement été reliée à des formes karstique plus profondes (Abbazzi et al., 1996 ; Pavia et al., 2011) en contact entre le calcaire de Bari et la Lithozone à balanes et de la formation Pliocène du lac Varano. Les dépôts sont beaucoup plus chaotiques, caractérisés par la présence de l'effondrement de gros blocs de tailles parfois de plus d'un mètre ; une preuve d'un seul remplissage achevé en une courte période de temps (Arzarello et al., 2007).

En particulier, depuis le Miocène tardif, le Horst de l'Apricena a formé une émergence allongée E-W qui a été inondée de dépôts de rampes sur des sédiments d'étages couvrant le dernier Pliocène précoce au Pléistocène inférieur. Cette succession marine est composée de sédiments carbonatés à siliciclastiques reposant de manière disproportionnée

sur les calcaires mésozoïques des calcaires de Bari Fm. (Spalluto et Pieri, 2008). La succession marine est comprise entre deux cycles karstiques représentés, à la base, par une terre rouge résiduelle avec le célèbre Miocène tardif au début du Pliocène, au sommet, par les dépôts fossilifères sableux et argileux de l'Unité Faunique de Pirro Nord du début du Pléistocène (Abbazzi et al., 1996 ; Pavia et al., 2010).

La succession stratigraphique du horst d'Apricena a été révisée par Pavia et ses collègues (2010), et ils constatent le reste du substrat Mésozoïque représenté par la formation du calcaire de Bari, dépôts résiduels de la fin du Miocène fréquents dans les cavités karstiques tertiaires, constitués d'argiles rougeâtres riche en oxydes de fer et en restes d'association faunique endémiques *Mikrotia* faune (Petrucci, 2008). Les formations Pliocène-Pléistocènes ont été divisées en deux principales unités lithologiques, séparées par un espace : un complexe carbonaté inférieur divisé par la formation du lac de Varano et celle du calcaire dans les bryozoaires, et un complexe supérieur silico-clastique représenté par la formation Serracapriola. Les derniers signes de la fermeture d'un cycle marin et le début de l'émergence du Pléistocène du Horst d'Apricena, est caractérisé par une nouvelle phase karstique, dans laquelle de groupes de vertébrés de l'Unité Faunique de Pirro se sont déposés à l'intérieur de la fissure.



Figure. IV. 2. - Vue panoramique de Pirro 13 et Pirro 10 (Pavia et al., 2012)

IV. 3. La chronologie de Pirro Nord

L'unité Faunique de Pirro Nord est caractérisée par l'individualisation des éléments africains (Arzarello et al., 2009, 2015). Elle fait partie d'une étendue géographique et climatique bien définie qui correspond au Villafranchien final datant entre 1,3 et 1,6 Ma en se basant sur l'interprétation des données biochronologiques et paléoenvironnementales plus

précisément les espèces de micromammifères d'arvicolidé *Allophaimys ruffoi* récoltées dans le site (Gliozzi et al., 1997 ; Marcolini et al., 2013 ; Fernandez et al., 2014 ; López-García et al., 2015). Certaines mesures paléomagnétiques ont été réalisées dans la fissure P10 (pas loin de la fissure P13 caractérisée par la même Unité Faunique) ; et les résultats préliminaires, corrélées avec les données paléontologiques et géologiques, suggèrent que les sédiments de Pirro Nord peuvent être référés à la polarité inversée Matuyama, post-Olduvai Chron (Pavia et al., 2012). Pirro 13 est d'âge similaire aux sites paléontologiques de Venta Micena (ca 1.4 - 1.6 Ma) et la Cava Sud (ca 1,25 Ma) (López-García et al., 2015) et il est plus ancien (>1,3 Ma) que les autres sites à hominidés en Europe occidentale (Sima del Elefante TE9 et Barranco León D). Ainsi, la chronologie probable de PN13 varie entre 1,3 et 1,6 Ma, ce qui pourra, probablement, l'inclure dans l'âge précoce des mammifères Bihariens, au sein de la zone de *M. Savinie* et *M. pusillus* (Sala et Masini, 2007) et corrélée avec la fin de biozones de *A. Pliocaenicus* et le début de *A. Lavocati* en Espagne (Cuenca-Bescós et al., 2010).

Pirro 13 est d'âge similaire aux sites paléontologiques de Venta Micena (ca 1.4 - 1.6 Ma) et la Cava Sud (ca 1,25 Ma) (Lopez-Garcia et al., 2015) et il est plus ancien (>1,3 Ma) que les autres sites à hominidés en Europe occidentale (Sima del Elefante TE9 et Barranco León D). Ainsi, la chronologie probable de P13 varie entre 1,3 et 1,5 Ma, ce qui probablement l'inclure dans l'âge précoce des mammifères Bihariens, au sein de la zone de *M. Savinie* et *M. pusillus* (Sala et Masini, 2007 ; Bertini et al., 2010) et corrélée avec la fin de biozones de *A. Pliocaenicus* et le début de *A. Lavocati* en Espagne (Cuenca-Bescós et al., 2010).

IV. 4. L'historique de recherche.

Depuis la fin des années 60^e, les carrières calcaires d'Apricena-Lesina Poggio Imperiale ont été connues par leur richesse en fossiles de vertébrés ; et depuis, plusieurs explorations systématiques ont été menées par différents groupes de recherche (Université de Florence, Ferrara, Rome Sapienza et Torino).

Le site de Pirro Nord 13 a été découvert en septembre 2004 par les équipes de l'Université de Torino et Ferrara. Cette localité se trouve à l'intérieur de la carrière dell'Erba dans la même paroi de Pirro 10 est moins étendue, située à environ 20 mètres plus haut, en contact avec le calcaire de Bari, la litozone Pliocène à Balanide et les coraux

de formations du lac Varano. En fait l'accès à la zone de fouille est atteint de haut, en descendant d'une corde sécurisée. Tous les restes archéologiques récoltés de P13 ont été coordonné depuis le début des fouilles systématiques.

Après les premières publications par Frenenthal (1971) et De Beaumont (1976), dans un article De Giuli et Torre (1984) apparaît pour la première fois la dénomination « Pirro Nord », en relation avec l'association de micro-mammifères du remplissage de la fissure karstique de Pirro Nord 1, qui a mis en évidence la carrière Pirro.

L'assemblage des macro-vertébrés récoltés jusqu'à présent provient des différentes caves, ensuite attribué à l'Unité Faunique (UF) de Pirro, qui sert d'unité biochronologique référentielle pour le Villafranchien final européen (Abbazzi et al., 1996 ; Bertini et al., 2010 ; De Giuli et al., 1986, 1987 ; Gliozzi et al., 1997 ; Rook et Martínez-Navarro, 2010).

Ensuite, divers expéditions et recherches systématiques se sont succédées (Azzaroli et al., 1988 ; Delfino et Bailon, 2000 ; Fanfani, 1999 ; Masini, 1989 ; Masini et Santini, 1991 ; Mazza et Rustioni, 1992 ; Mazza et al., 1993 ; Pavia et al., 2008, 2010, 2011 ; Petrucci, 2008 ; Rook, 1994 ; Rook et al., 2004, 2006 ; Rook et Sardella, 2005, 2013 ; Petrucci et al., 2013 ; Salari et al., 2013 ; Napoleone et al., 2003 ; Pavia et al., 2012), et montrent de nombreuses fissures à système karstique complexe, dont la fissure P10 et P13, les plus riches en restes fossiles des vertébrés.

La fissure karstique P13 est stratigraphiquement explorée depuis 2007 par une équipe de chercheurs de l'Université de Ferrara, Torino et Rome La Sapienza, suite à l'enquête préliminaire menée en 2004 et 2005, où un nucléus en silex taillé, évidence indirecte de la présence la plus ancienne du genre *Homo* entre la faune de Pirro Nord (Arzarello et al., 2007, 2009, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 ; Arzarello et Peretto, 2010). L'exploration du site est toujours en cours sous la direction de l'Université de Ferrara, et cela depuis 2010.

Différentes études et approches taphonomiques ont été menées sur les différents assemblages de Pirro. En 2011, une analyse taphonomique minutieuse a été menée sur l'association des macro vertébrés des deux fissures P10 et P13, afin de comprendre les différents processus de formation de ces dépôts fossiles. Des restes paléontologiques, lithiques et fragments géologiques partagent tous une même entité de changements significatifs postdépositionnelle, avec enfouissement en seconde déposition à celle du dépôt initial (Bagnus, 2011 ; Zunino et al., 2012). Un autre travail de synthèse concernant

le matériel archéologique de P13 a été effectué par Giusti et Arzarello (2017) concernant répartition spatiale et l'orientation préférentielle des assemblages archéologiques récupérés, afin de cerner et d'individualiser les agents de transport actifs durant la phase biostratigraphique de la formation de l'accumulation des dépôts de P13. En l'an 2012, Zunino et ses collègues réalisent une analyse taphonomique sur les restes macro mammifères de Pirro 10 (Unité sédimentaire 7). La recherche dans cette fissure a permis de distinguer les processus pré et post dé positionnels (histoire d'enfouissement), cela dans le but d'améliorer la précision des données obtenues à partir des différentes méthodes de quantification des éléments. Les résultats indiquent que les dépôts fossilifères proviennent de flux d'eau transportant à la fois des fossiles et des sédiments.

Amphibia	Salamandridae	<i>Lissotriton vulgaris</i> group
<i>Mesotriton</i> cf. <i>M. alpestris</i>		
Pelobatidae	<i>Pelobates syriacus</i>	
Bufo	<i>Bufo bufo</i>	
<i>Bufo viridis</i>		
Hylidae	<i>Hyla arborea</i> group	
Ranidae	<i>Pelophylax</i> sp.	
Reptilia	Testudinidae	<i>Testudo hermanni</i>
Emydidae	<i>Emys orbicularis</i> group	
<i>Mauremys</i> sp.		
Anguillidae	<i>Pseudopus</i> sp.	
Lacertidae	<i>Podaricis</i> sp.	
<i>Lacerta</i> sp.		
Amphisbaenidae	<i>Blanus</i> sp.	
Colubridae	<i>Hierophis viridiflavus</i>	
<i>Zamenis longissimus</i> group		
<i>Coronella</i> cf. <i>C. austriaca</i>		
<i>Natrix natrix</i>		
Viperidae	<i>Vipera aspis</i> group	
Aves	Treskiornithidae	<i>Geronticus eremita</i>
Anatidae	<i>Anser albifrons</i>	
<i>Anser</i> sp.		
<i>Branta bernicla</i>		
<i>Tarona ferruginea</i>		
<i>Anas penelope</i> vel <i>Anas clypeata</i>		
<i>Anas clypeata</i>		
<i>Anas crecca</i> vel <i>Anas quequedula</i>		
<i>Anas</i> sp.		
<i>Aythya</i> sp.		
<i>Oxyura</i> sp.		
Falconidae	<i>Falco subbuteo</i>	
<i>Falco peregrinus</i>		
Phasianidae	<i>Alectoris rufa</i>	
<i>Alectoris</i> sp.		
<i>Alectoris</i> vel <i>Perdix</i>		
<i>Perdix nov. sp.</i>		
<i>Paleocryptonyx donmezanii</i>		
Gruidae	<i>Grus grus</i>	
Otididae	<i>Otis tarda</i>	
<i>Tetrax tetrax</i>		
Charadriidae	<i>Vanellus vanellus</i>	
<i>Pluvialis apricaria</i>		
Scolopacidae	<i>Scolopax rusticola</i>	
<i>Numenius phaeopus</i> vel <i>Numenius tenuirostris</i>		
<i>Tringa totanus</i>		

<i>Tringa sp.</i>		
<i>Philomachus pugnax</i>		
Laridae	<i>Larus canus</i>	
Pteroclididae	<i>Pterocles orientalis</i>	
Columbidae	<i>Columba livia</i>	
Tytonidae	<i>Tyto aff. T. alba</i>	
Strigidae	<i>Bubo Bubo</i>	
<i>Athene noctua</i>		
Picidae	<i>Junx torquilla</i>	
Alaudidae	<i>Melanocorypha calandra</i>	
<i>Calandrella brachydactyla</i>		
<i>Galerida cristata</i>		
<i>Alauda arvensis</i>		
Motacillidae	<i>Anthus sp.</i>	
Turdidae	<i>Turdus sp.</i>	
Sylviidae	<i>Sylvia cf. S. communis</i>	
Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	
<i>Pica pica</i>		
<i>Pica pica vel Garrulus glandarius</i>		
<i>Pyrrhocorax graculus vel Corvus monedula</i>		
<i>Corvus pliocaenus</i>		
Sturnidae	<i>Sturnus sp.</i>	
Mammalia	Soricidae	<i>Petenya hungarica</i>
<i>Asoriculus gibberodon</i>		
<i>Sorex bor</i>		
<i>Crocidura kornfeldi</i>		
<i>Crocidura sp.</i>		
Erinaceidae	<i>Erinaceus praeglacialis</i>	
Talpidae	<i>Talpa sp.</i>	
Miniopteridae	<i>Miniopterus degiulii</i>	
<i>Miniopterus schreibersii</i>		
Vespertilionidae	<i>Myotis blythii</i>	
<i>Myotis capaccinii</i>		
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	
<i>Rhinolophus birzeburgensis</i>		
<i>Rhinolophus cf. R. euryale</i>		
Hystricidae	<i>Hystrix refossa</i>	
Muridae	<i>Apodemus flavicollis</i>	
Arvicolidae	<i>Allophaiomys ruffoi</i>	
<i>Myodes sp.</i>		
Gliridae	<i>Muscardinus sp.</i>	
Leporidae	<i>Hypolagus brachygnatus</i>	
<i>Oryctolagus etruscus</i>		
Cervidae	<i>Pseudodama fametensis</i>	
<i>Praemegaceros obscurus</i>		
Bovidae	<i>Bison (Eobison) degiulii</i>	
Equidae	<i>Equus altidens</i>	
<i>Equus suessenbornensis</i>		
Rhinocerotidae	<i>Stephanorinus cf. S. etruscus</i>	
Elephantidae	<i>Mammuthus meridionalis vestinus</i>	
Canidae	<i>Canis mosbachensis</i>	
<i>Lycaon lycaonoides</i>		
<i>Vulpes cf. V. alopecoides</i>		
Hyaenidae	<i>Pachycrocuta brevirostris</i>	
Ursidae	<i>Ursus etruscus</i>	
Felidae	<i>Lynx issiodorensis</i>	
<i>Megantereon whitei</i>		
<i>Homotherium latidens</i>		
<i>Panthera gombaszoegensis</i>		
<i>Acinonyx pardinensis</i>		
Mustelidae	<i>Mustela cf. M. palerminae</i>	
<i>Meles meles</i>		

Tableau. IV. 1.- Liste faunique complète de Pirro Nord; modifiée par Arzarello *et al.* (2009), Petronio et Marcolini, (2013).

IV. 5. La stratigraphie et la sédimentologie de Pirro 13

Le registre paléontologique de Pirro est préservé à l'intérieur d'un système karstique au sommet des calcaires mésozoïques et rempli avec des sédiments continentaux, contenant souvent de nombreux restes de vertébrés, à la fois macro et micro, présentant une diversité très diversifiée de paléocommunautés (Pavia et al., 2012).

Le travail est dirigé par l'Université de Torino, ainsi qu'avec la collaboration de Rome Sapienza et Ferrara. En 2008, les travaux suivent la même méthodologie et logistique utilisées à Pirro 10. En 2010, les travaux progressent avec l'utilisation d'une station locale pour coordonner les découvertes selon les Unité stratigraphiques établies. Les travaux de fouille étaient sous la direction de l'Université de Ferrara avec la collaboration de Rome Sapienza et certains étudiants doctorants de l'Université de Torino. Les travaux de terrain à Pirro 13 sont toujours en cours.

Les sédiments ont une couleur assez homogène et sont constitués d'argiles sableuses rouges-brunes, riches en cailloux et d'oxydes de manganèse. La succession sédimentaire qui émerge dans Pirro 13 est connue et décrite uniquement dans l'objectif de l'excavation systématique. L'identification des US est réalisée à partir de la lithologie, la coloration et la teneur en fossiles (Bagnus, 2011). Les sédiments ont été déposés de manière chaotique. La séquence archéologique a plus de 4 m d'épaisseur et, à l'intérieur de cette séquence, quatre unités sédimentaires (US) ont été distinguées du haut vers le bas: US, A, B, C, D (figure 2), distinguées sur la base lithologique.

De haut en bas, l'US-A, massive de 20-30cm, et se compose d'argile sableuse, rouge avec des galets en calcaires de taille centimétrique et décimétriques dépourvus d'orientation. L'US-B a une épaisseur variable, de 60cm à 1m ; formée de conglomérat rougeâtre de matrice sablo-argileuse avec des galets de calcaire de diamètre variant entre 1 et 10cm. L'US-C atteint l'épaisseur d'un mètre, composé de sables argileux de couleur brune-verte à galets avec un degré différent d'arrondissement. Son épaisseur reste constante dans tous les carrés fouillés atteignant un mètre. L'US-D est constituée par une alternance de niveaux de sables fins et argileux stériles avec des galets carbonatés centimétriques (Giusti et Arzarello, 2016)

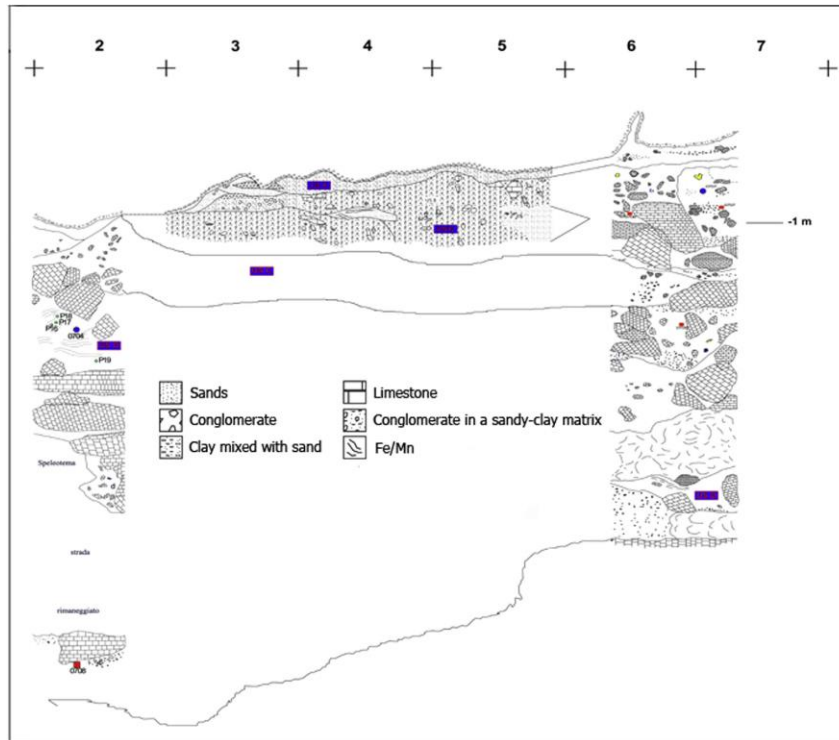


Figure. IV. 3.- Localisation du site Pirro Nord à l'intérieur de la carrière "Cave dell'Erba" et stratigraphie synthétique de la zone fouillée (Arzarello et al., 2015).

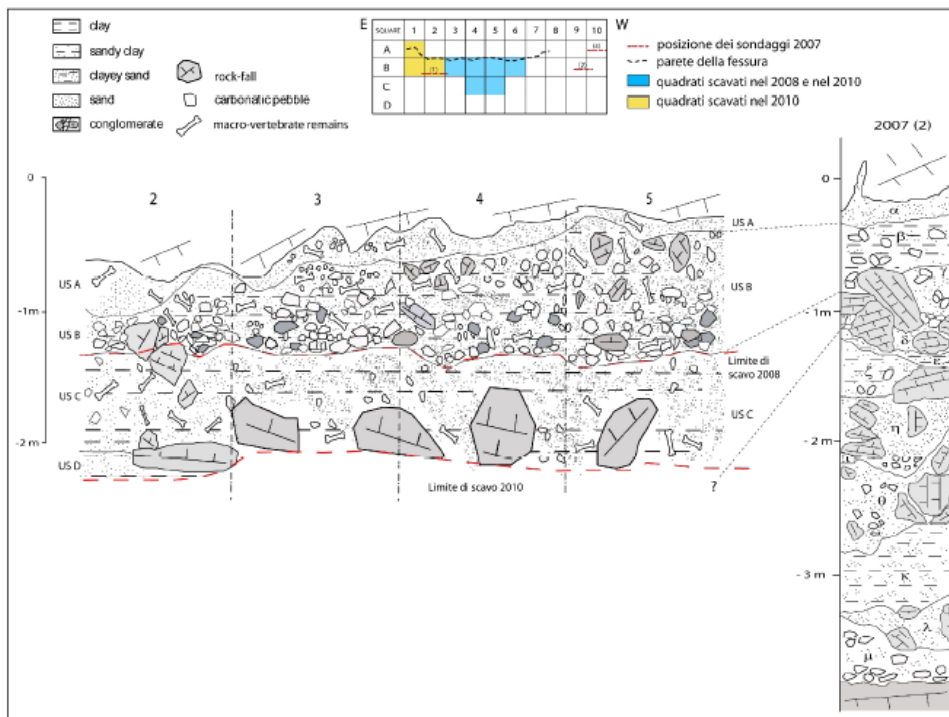


Figure. IV. 4.- Section stratigraphique longitudinale de P13 objet de travail systématique. Les lignes pointillées noires indiquent la correspondance entre l'Unité Sédimentaire et les niveaux sédimentaires observés en 2007. La position du sondage est indiquée en rouge dans le schéma en haut. En rouge, la ligne pointillée montre la fouille de 2008 à 2010 (Bagnus, 2011).

Les unités sédimentaires sont caractérisées par la teneur en fossiles homogènes en termes de taxonomie, en se référant à l'Unité Faunique de Pirro Nord et contiennent des restes de fossiles marins remaniés (Fernández-López, 2000) à partir des formations pliocènes.

L'étude et l'analyse spatiale effectuée par Giusti et Arzarello (2012) confirme, avec un niveau adéquat, que le dépôt de l'assemblage archéologiques (lithique et faune) de P13 est le résultat d'un déplacement en masse, comme un écoulement de terre, transportant des débris de roches avec des fossiles et des artefacts, déjà associés. Selon toujours le même auteur, les assemblages lithiques et fauniques de P13 n'ont subi aucune trace de réélaboration ou remaniement et que la stratigraphie de P13 est intégrale.

En théorie, le remplissage de fissures de PN13 peut s'expliquer par la combinaison de plusieurs mécanismes tels que l'altération du karst et l'évolution des fissures aux puits et des dépôts de pentes, de roches et de débris. Les phases de haute énergie, des chutes de roches et des débits de masse sont caractérisées par des clastes et des blocs de calcaire sans aucune orientation préférentielle et intercalés dans une matrice de gravier boueux. Les phases à faible énergie sont caractérisées par une boue sablonneuse et des dépôts de sables boueux remplissant les cavités des phases susmentionnées, parfois avec des tôles.

Les résultats sédimentologiques suggèrent que deux événements se produisent dans une brève période de temps qui ont été reliés entre eux, formant les unités stratigraphiques C et D. Leur connexion est impliquée par le fait que, sur une base sédimentologique, une limite entre eux n'est pas facile à observer sur le terrain, bien que de légères différences existent sur leur composition, avec US-C se référant à des conditions plus humides avec un événement rapide d'entrée de débris ; tandis que US-D s'est formée dans des conditions plus aride avec un événement de chute de pierres et des débris de graviers. Un événement séparé successif de cailloux et de gravier tombent dans la fissure et couvre la roche précédente, constituant USU-B, se référant à la dégradation due à des conditions plus arides (Karamatsou, 2017)

IV. 6. Le registre lithique de Pirro Nord

Au cours des dernières années, le site archéo-paléontologique de Pirro Nord (en particulier P10 et P13), a fait l'objet d'une enquête de renouvellement de connaissances scientifiques concernant le système stratigraphique et les dépôts fossiles. Ces sites ont livré

une importante collection de vertébrés fossiles du Pléistocène inférieur, associée à un assemblage lithique attribué au mode 1 (Oldowayen), témoignant jusqu'à présent de la plus ancienne occupation humaine connue en Europe. Ces artefacts lithiques montrent dans leur majorité les caractéristiques des plus anciens sites en Europe (de Lumley et al., 1988 ; Peretto et al., 1998 ; Carbonell et al., 2008 ; Peretto, 2005 ; Parés et al., 2006 ; Crochet et al., 2009 ; Toro-Moyano et al., 2009, 2013 ; Despriée et al., 2010 ; Arzarello et al., 2007, 2009, 2010, 2012, 2014). Depuis 2006 jusqu'à 2015, 340 pièces lithiques ont été récoltées, dont le grand nombre vient de P13 (231 éclats, 37 nucléus et 72 débris) en étroitement avec le registre paléontologique, daté entre 1,3-1,7 Ma (Arzarello et al., 2011, 2016, 2017).

IV. 6. 1. La matière première lithique

Le silex, même plusieurs types, est la matière première exploitée dans ce site. Il s'agit de silex crétacés provenant des successions crétacées du promontoire du Gargano (Arzarello et al., 2017). Il se caractérise par une texture très homogène et par de rares impuretés qui, dans certains cas ont représenté une contrainte technique pour le débitage (Arzarello et al., 2015). Trois différents types de silex ont été exploités, deux marrons et un gris de très bonne qualité (sans fissures internes) et un autre noir avec de nombreuses fractures. Les dimensions des galets collectés est entre 4 et 8 cm de diamètre. La taille des galets est le facteur principal déterminant la gestion du débitage et la morphologie des ébauchées (Arzarello et al., 2015).

L'approvisionnement de la matière première était locale dans les lieux en position secondaire, probablement dans des lits de rivières à plus de 7 km du site (Arzarello et al., 2009, 2012, 2015, 2017).

IV. 6. 2. La taphonomie et l'enfouissement

Tous les artefacts lithiques, d'un point de vue taphonomique, se caractérisent par une conservation homogène et cohérente, avec la présence de l'oxydation par le Manganèse et le Fer, qui caractérisent aussi les restes paléontologiques. Les bords des pièces sont, plus ou moins bien conservés, et selon l'analyse exhaustive menée par Berruti (2017), certaines pièces présentent des traces d'*usewear* bien distinguées, et ces artefacts lithiques semblent avoir été réélaborés et transportés sur une courte distance. Ces caractéristiques démontrent que l'origine de la déposition de ces artefacts lithiques n'est pas vraiment loin du site où ils ont été récoltés (dépôt secondaire) (Arzarello et al., 2012).

Certaines fractures post dépositionnelles ont été observées, probablement sont les résultats de la chute dans la fissure. L'analyse dimensionnelle montre la cohérence de l'assemblage où toutes les phases des séquences de réduction sont représentées ; de la décortication, passant par la production de petits déchets et l'abandon du nucléus. Une relation nette a été observée entre la morphologie, la taille des galets et la méthode de débitage (Arzarello et al., 2014).

IV. 6. 3. La technologie et le débitage

L'assemblage lithique de Pirro, tout comme les autres sites du Pléistocène inférieur en Europe, se distingue par une grande composante d'opportunisme en termes de manière la plus courte et efficace pour atteindre l'objectif. Cette caractéristique a profondément influencé la morphologie brute et les stratégies de production (Arzarello et al., 2012)

Malgré le faible nombre d'artefacts lithiques, toutes les étapes et les phases de la séquence de réduction semblent être représentées. Les éclats corticaux sont abondants et cohérents avec les méthodes d'exploitation, entant que produits de débitage normal (Arzarello et al., 2012). Selon toujours le même auteur, et du point de vue technologique, il existe une relation étroite entre les méthodes de débitage observées, les éclats et les nucléus. Les différentes stratégies de débitage n'ont pas produit d'éclats caractéristiques, mais seulement quelques éclats de débitage centripète semblent être plus prédéterminés en termes de gestion et d'organisation de la direction de débitage

La seule technique utilisée est la percussion directe à la pierre dure et les chaînes opératoires sont achevées par la production d'éclats. Tous les sites du Pléistocène inférieur, y compris Pirro Nord, sont particularisés et distingués par la production d'éclats à partir de plusieurs plans de frappe, comme but principal de débitage (Arzarello et al., 2017).

Dans tous les sites du Pléistocènes inférieur en Europe, les différentes méthodes : unipolaires, orthogonales et multidirectionnelles représentent les moyens les plus faciles pour obtenir un grand nombre d'éclats avec un minimum d'investissements techniques : le premier point est l'emploi d'une méthode centripète, prédominante à Pirro, mais qui n'est pas toujours évidente pour cette période en Europe, et qui peut être interprétée entant qu'une adaptation à la morphologie de la matière première utilisée et probable au choix du débiteur (Arzarello et al., 2010, 2012) ; le second est l'apparence de l'absence de façonnage, habituellement associé au produit de débitage, ainsi que la rareté des pièces retouchées (Arzarello et al., 2012, 2015). Les seules pièces retouchées sont : une coche,

une denticulée et deux racloirs. Ces pièces retouchées proviennent d'un débitage opportuniste avec de multiples surfaces de débitage. L'absence du cortex, nous laisse suggérer que la provenance de ces ébauches est probablement d'un débitage avancé. Les pseudo-retouches susceptibles d'être utilisés sont également attestées sur peu d'éclats (Arzarello et al., 2014). Un autre type de débitage a été documenté, il s'agit bien de *Kombewa l.s.*, qui est un débitage centripète sur la face ventrale des nucléus ou par débitage unipolaire, en utilisant la face ventrale du nucléus sur un éclat comme plan de frappe (Arzarello et al., 2015). Les industries lithiques de Pirro, ainsi que d'autres sites italiens anciens, peuvent être certainement intégrées dans l'échappée européenne et conforter l'idée que la première occupation de l'Europe occidentale a été réalisée par un groupe humain à tradition technologique homogène, la même trouvée en mode 1 africain (Arzarello et al., 2010, 2012, 2015, 2016)

IV. 6. 4. Les comportements économiques et comparaison

Les comportements économiques des premiers hominidés européens sont liés à une exploitation de la matière première lithique en relation avec une activité de charognage (Grégoire, 2009). L'acquisition de la matière première s'exprime essentiellement par l'utilisation de matériaux expédients reflétant la plupart du temps les ressources alimentaires disponibles dans l'environnement immédiat, avec un objectif principal étant l'obtention de ressources alimentaires animales et/ou végétales, et non la fabrication d'outils selon un système envisageable. De concrètes stratégies d'exploitation n'existent pas comme chez les populations du Paléolithique dès l'Acheuléen (chasseurs-cueilleurs) (Féblot-Augustins, 1997 ; Grégoire et al., 2007).

L'analyse de l'outillage lithique de Pirro Nord, dans la plupart des cas, a montré que son traitement n'était pas loin du site, probablement proche du site préhistorique d'origine (bords bien conservés et pas arrondis, même si à l'état actuel de la recherche, les signes d'utilisation sont délicats à reconnaître) (Arzarello et al., 2011).

Dans le cas d'Atapuerca en Espagne, les industries de Mode 1 du niveau TD6 de Gran Dolina, renferment six catégories de roches, toutes présentes dans les environs immédiats de l'occupation à moins de deux kilomètres. Selon Garcia Antón et al. (2002), les niveaux d'occupation de Gran Dolina, témoignent d'un fonctionnement économique en vase clos, avec une exploitation des ressources provenant uniquement de la Sierra. Cependant, les matières premières à Barranco León ont été récoltées dans les alentours

avoisinants de la zone d'occupation. Cependant, à Fuente Nueva 3, les hommes devaient se déplacer vers le sud jusqu'aux contreforts de la Sierra de la Umbria et vers l'est jusqu'à la Meseta del Pelado (Toro-Moyano et al., 2013). Ce type de sélection a été identifié à Barranco León et Fuente Nueva 3 où les galets de calcaires les moins roulés ont été privilégiés d'une part et les nodules de silex les plus homogènes, d'autre part (Toro-Moyano et al., 2011, 2013).

En France, dans le site du Vallonnet, le périmètre d'acquisition des roches témoigne d'une démarche clairement opportuniste, nuancée par une sélection des galets sur des critères morphologiques et pétrographiques (Grégoire, 2009).

Dans un contexte plus large, le site de Pirro, de Monte Poggiolo, Italie, de Barranco León D et Fuente Nueva-3, d'Atapuerca, Trinchera del Elephant en Espagne ; de Pont de Lavaud, Le Vallonnet et Lézignan-la-Cèbe en France (Arzarello et al., 2007, 2009, 2011 ; Arzarello et Peretto, 2010 ; Carbonell et al., 2008 ; Crochet et al., 2009 ; De Lumley et al., 1988; Désprée et al., 2006 ; Martínez-Navarro et al., 2004 ; Minelli, 2006; Oms et al., 2000b ; Palmqvist et al., 2005 ; Pares et al., 2006 ; Peretto et al., 1998), confirment l'hypothèse de l'occupation précoce du continent européen dès le début du Pléistocène inférieur par le genre *Homo* en possession d'une technologie lithique similaire aux industries évoluées du mode 1 de l'Afrique orientale (Leakey 1975 ; Roche, 1989 ; Texier, 1995), et comparable à celle de Dmanisi en Géorgie (Dzaparidze et al., 1989 ; Vekua, 1995 ; Gabunia et al., 2000 ; De Lumley et al., 2005).

IV. 7. Le paléoenvironnement à Pirro Nord

La région Méditerranéenne est une zone de transition, dont le climat se caractérise par des contrastes annuels et spatiaux marqués par des températures et des précipitations. Le climat est soumis à l'influence des dépressions et des anticyclones installés sur l'Atlantique Nord et à celle des déplacements nord-sud de la zone de convergence intertropicale.

Les changements climatiques majeurs qui sont intervenus au cours du Pléistocène ont affecté le climat méditerranéen en termes de température et de précipitations, comme l'accrétion puis la fonte des calottes de glace sur l'hémisphère Nord, les variations latitudinales du front polaire en Atlantique nord, et celles de la position de la convergence intertropicale, liée aux changements d'insolation (Hamouti et al., 2008)

La possibilité de restituer le paléoenvironnement à Pirro Nord durant le Pléistocène inférieur, Villafranchien final, est très délicate, en raison de type de sédiments représentés dans la plupart des cas. Dans ce sens, Gibbard et al. (2010) suggère l'utilisation des différentes données issues des contextes naturels situés dans la même région afin de contribuer à délimiter l'évolution des paléoenvironnements. Ainsi, ces données peuvent être considérées comme support et source d'information pour d'autres recherches sur les voies et les temps de dispersion des premiers hominidés dans le sud de la péninsule Italienne.

Selon De Giuli et al. (1987) et Gliozzi et al. (1997), l'assemblage faunique de Pirro indique un autre épisode de renouvellement faunique représentant la dernière Unité Faunique du Villafranchien tardif. La découverte la plus importante est l'apparition de *Bison degiulii* (primitif), de *Lycaon lycaonoides* (Martinez Navarro et Rook, 2003) et d'*Hippopotamus*. Parmi les petits mammifères, la présence de *Allophaiomys Ruffoi*, avec un modèle de différenciation de l'émail plus dérivé que celui de Pietrafitta, est significatif (Masini et Santini, 1991; Lippi et al., 1998). L'UF de Pirro comprend éventuellement de nouveaux taxons d'insectivores, dont la découverte du genre *Hypolagus* en Italie. L'assemblage de Soave Cava Sud, la localité type d'*Allophaiomys ruffoi* est incluse dans cette unité (Masini et Sala, 2007). En revanche, l'observation directe sur l'échantillon assigné à *Allophaiomys ruffoi* de Pirro Nord (De Giuli et al., 1987) ont montré une coïncidence remarquable par rapport à la taille et à la morphologie des espèces de Venta Micena, permettant ainsi la reconnaissance de cette espèce dans le bassin de Guadix-Baza (Agùsti et al., 2014)

L'assemblage de vertébrés récolté à Pirro comprend 20 espèces d'amphibiens et reptiles (Delfino et Bailon, 2000), 47 espèces d'oiseaux (Bedetti, 2003) et plus de 40 espèces mammaliennes (Arzarello et al., 2009; Pavia et al., 2012). Les mammifères se caractérisent par la présence de grands carnivores, dont *Homotherium* et *Megantherium* (Petrucci, 2008) d'Ongulés, de grands porc-épic *Hystrix Refossa* (Rook et Sardell, 2005, 2013). La faune de Pirro atteste la plus ancienne occurrence de nombreux taxons en Italie tels que *Capreolus* sp., *Equus altidens* et *Meles meles*.

L'absence de données palynologiques directes à Pirro Nord, l'apparition de ce site dans la période de cyclicité climatique de 41 ka et son âge indéfini, ne permettent pas une reconstitution paléoenvironnementale claire de cette première occupation humaine dans cette région. Quoi qu'il en soit, l'assemblage faunique considéré comme contemporain aux

artefacts, témoigne de l'existence d'un environnement ouvert reflétant principalement des conditions arides (Arzarello et al., 2007).

Un autre phénomène, l'environnement et le contexte sédimentaire, influent sur l'enfouissement et la fossilisation des restes squelettiques. A Pirro Nord, les restes fossiles sont affectés par les processus postdépositionnels et la conservation n'est pas aussi bonne. La reconstitution du paléoenvironnement du site s'est basée sur l'association et la corrélation des données de la micro et macro mammifères, qui ont permis de définir que Pirro se caractérise par un environnement ouvert avec des milieux humides saisonniers (Bedetti, 2003 ; Arzarello et al., 2009 ; López-García et al., 2015 ; Blain et al., 2016). L'avifaune a livrée d'importantes informations à ce propos (Bedetti, 2003). La coexistence de certaines espèces telles que *Otis tarda* (Grande Outarde), *Tetrax tetrax* (Outarde canepetière) et *Pterocles orientalis* (Ganga unibande) avec différentes espèces de Anatidae et Charadriiformes permet, en effet, de présumer, un environnement ouvert à tendance aride, avec des zones humides, probablement à caractère saisonnier. De plus, la présence d'une association riche en Alaudidae, atteste de zones ouvertes caractérisées par une végétation de type basse. Ce milieu paléoenvironnemental est aussi confirmé par d'autres espèces, comme le triton (*Triturus* sp.) et la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), les amphibiens et les reptiles (Delfino et Bailon, 2000), le soricidé *Episoriculus gibberodon*, entre la microfaune à mammifères (Abbazzi et al., 1996 ; Fanfani, 2001).

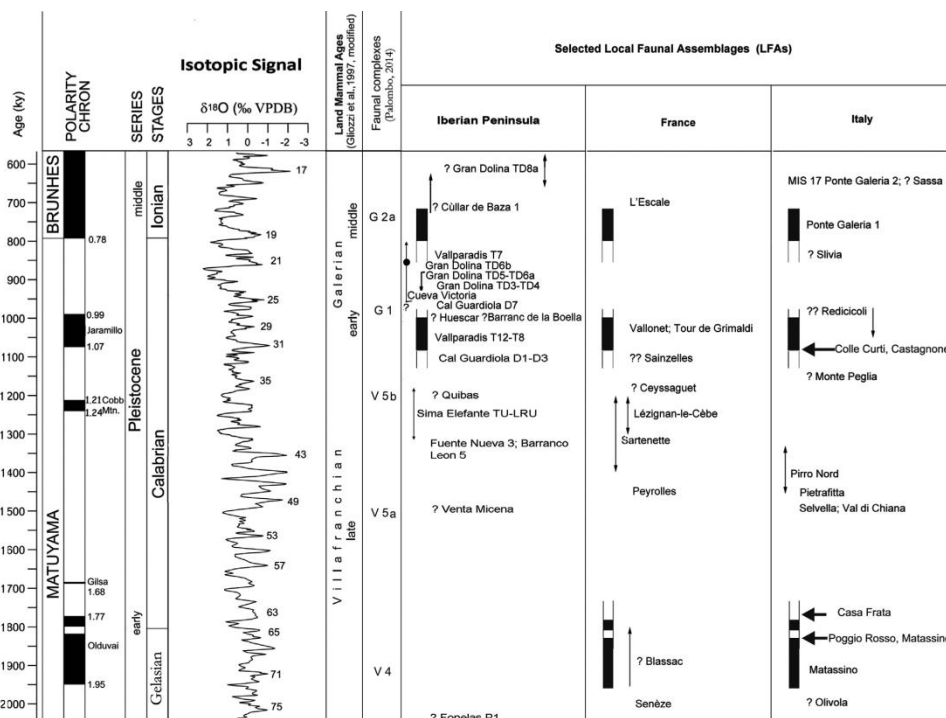


Figure. IV. 5. -Paramètres biochronologiques et schéma chronologique du registre des mammifères du Pléistocène en Europe SW (Palombo, 2017).

Le paysage au début du Pléistocène inférieur de l'Europe était ouvert aux temps de l'occupation d'hominidés. Cela a été constaté lors des transitions glaciaire-interglaciaires, mais pas aux transitions interglaciaire-glaciaire. Les événements de dispersion, probable, ont eu lieu 42 fois au cours du Pléistocène précoce, jusqu'à ce que les hominidés puissent se maintenir dans les différentes conditions climatique (Leroy et al., 2011).

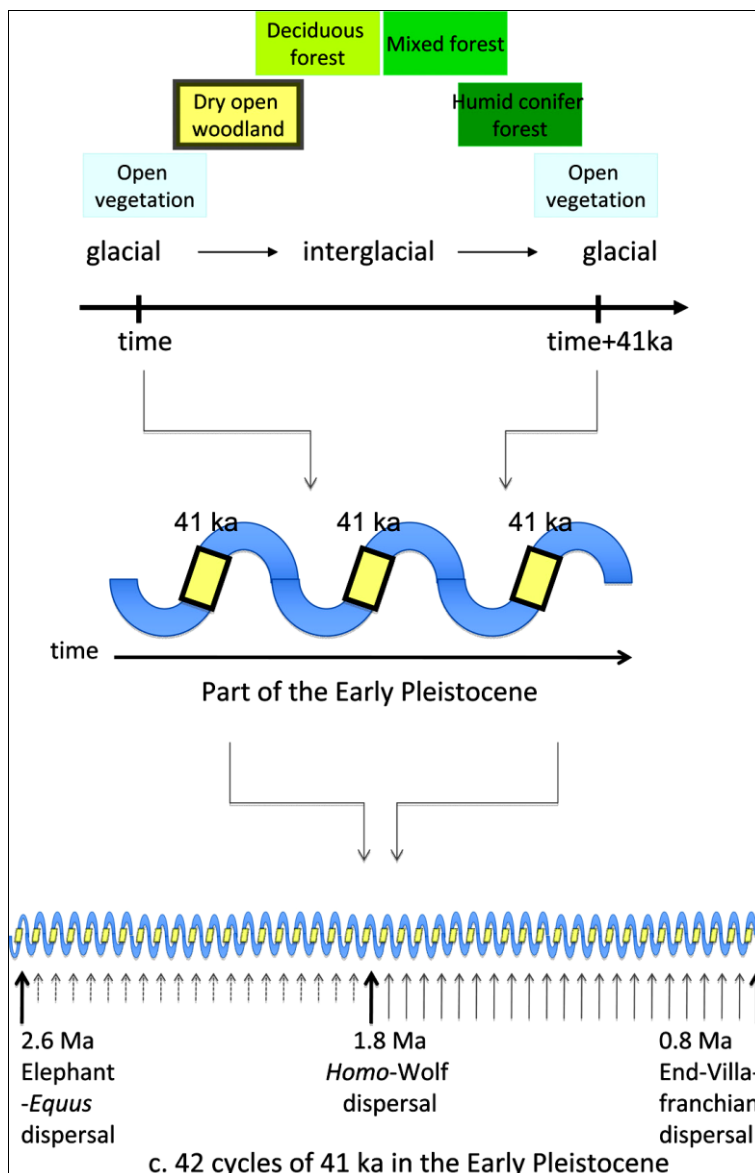


Figure. IV. 6. - Cycles de végétations au début du Pléistocène en Italie : En haut : succession schématique de la végétation en Europe durant les cycles climatiques forcés par l'obliquité ; Au milieu : Conditions optimales (végétation ouverte mais pas frais) pour l'expansion des hominidés avec un cadre de cycles climatiques superposés et lourds ; En bas : Cycles climatiques. Position des dispersions des évènements de Arribas et Palmqvist (1999) Leroy et al., 2011

Le site à pollens le plus proches de Pirro est Pietrafitta, dont son analyse indique plusieurs cycles climatiques, toutefois à forte densité boisée avec un brièvement de végétation ouverte (Lona et Bertoldi, 1973 ; Masini et Sala, 2007)

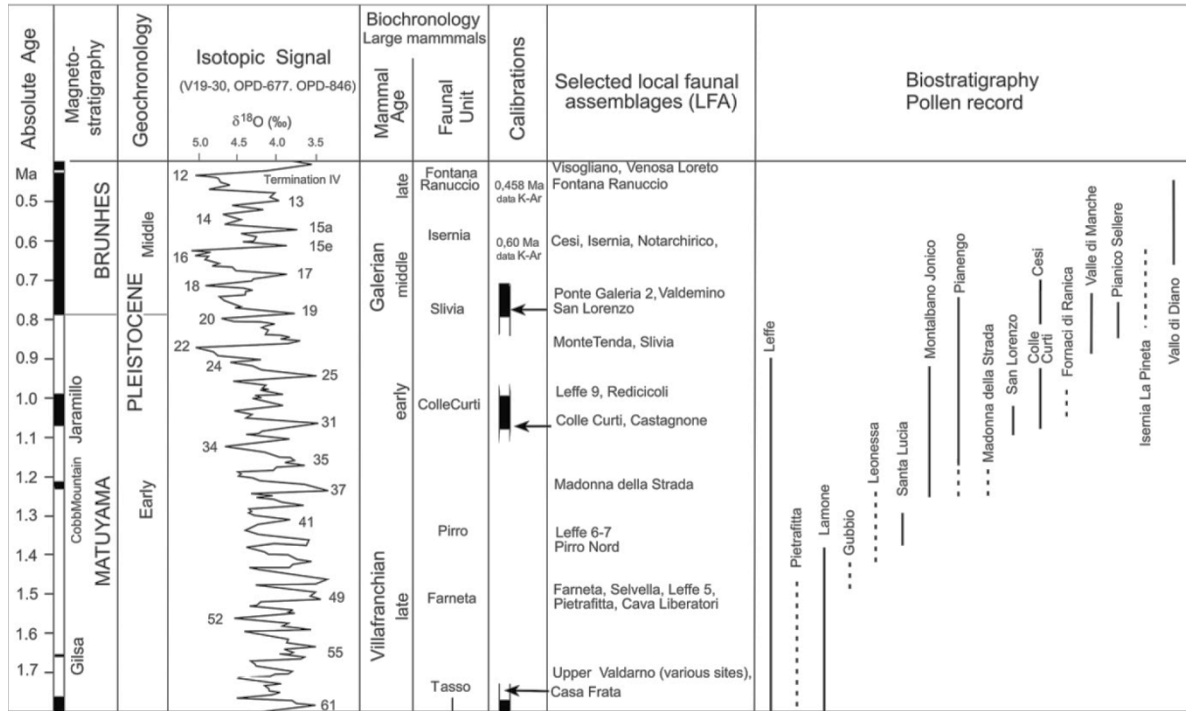


Figure. IV. 7. - Corrélation chrono stratigraphique de la faune des grands mammifères du Pléistocène inférieur en Italie et la localisation stratigraphiques des échantillons de pollens (Magri et al., 2010).

Chapitre V

Taphonomie du site de Pirro Nord 13

V. 1. La représentation squelettique et spécifique

Notre présent travail portera sur l'analyse archéozoologique et taphonomique des vertébrés du site Pirro Nord 13 (PN13), recueillis durant les campagnes de fouille de 2012, 2013, 2014 et 2015. L'analyse a été effectuée sur un nombre de 1285 restes fossiles. Le nombre de restes identifié taxonomiquement est de 545 (42,41%), tandis que 519 (840,39%) restes sont identifiés juste anatomiquement et 221 (16,26%) sont des restes non identifiables.

Matière	Nombre de restes (NR)	%
Bois	20	1,55
Cheville osseuse	2	0,15
Dent	344	26,77
Os	919	71,51
Total	1285	100

Tableau.V. 1. – Nombre de restes (NR) fossiles récupérés à Pirro Nord13 (PN13).

Dans la partie précédente (Chapitre. IV), nous avons présenté la liste taxonomique complète des taxons identifiés à Pirro Nord (Arzarello et al., 2007, 2009). Cependant, parmi les restes analysés, s'ajoutent deux nouveaux taxons : *Felis cf. Felis lunensis* et de *Martes* sp. La majorité des restes identifiés taxonomiquement sont des dents isolées, avec une proportion de 21,78% de la totalité du matériel. Les restes non identifiables ont été pris en compte selon leurs catégories de poids. Les restes d'animaux de grande taille sont majoritairement représentés. Quant aux restes taxonomiquement identifiés, les cervidés sont les plus représentés, alors que la présence de suidés est limitée à un seul fragment de dent. Pour ce qui est des carnivores, les canidés suivis de félidés, sont les plus représentés.

Taxon	NR	Total %	Taxon	NR	Total %
<i>Elephantidae</i>	80	6,23	<i>Canidae</i>	67	5,21
<i>Rhinocerotidae</i>	13	1,01	<i>Mustelidae</i>	20	1,56
<i>Bovidae</i>	24	1,87	<i>Ursidae</i>	17	1,32
<i>Cervidae</i>	210	16,34	TG	33	2,57
<i>Equidae</i>	25	1,95	G	123	9,57
<i>Hystricidae</i>	11	0,86	M	75	5,84
<i>Castoridae</i>	1	0,08	P	36	2,80
<i>Cheloniidae</i>	2	0,16	TP	34	2,65
<i>Hyaenidae</i>	8	0,62	Indet	467	36,34
<i>Felidae</i>	39	3,04			
Total		1285	100%		

Tableau. V. 2. – Nombre de restes (NR) fossiles récupérés à PN13 classé par famille et par classes de poids. TG : très grande taille, G : grande taille, M : taille moyenne, P : petite taille, Indet : taille indéterminée.

Taxonomiquement, treize familles ont été identifiées. La famille qui a le plus grand pourcentage est celle des cervidés, suivie de celle des éléphantidés, puis de celle des canidés et enfin de celle des félidés et des équidés. La famille *Cervidae* comprend les genres suivants : *Praemegaceros* et *Pseudodama* cf. *farnetensis* ; la famille *Elephantidae* contient l'espèce *Mammuthus meridionalis* ; la famille *Bovidae* se compose de *Bison degiulii*. Pour ce qui est de la famille *Equidae*, elle est représentée par *Equus altidens*. La famille *Rhinocerotidae* est représentée par *Stephanorhinus* cf. *hundsheimensis*. Enfin, les taxons restants sont des carnivores : *Homotherium* sp., *Lynx issiodorensis*, *Felis lunensis*, *Felis* cf. *Felis lunensis*, , *Pachycrocuta brevirostris*, *Xenocyon lycaonoides*, *Canis mosbachensis*, *Vulpes alopecoides*, *Canis* cf. *xenocyon lycaonoides* ; *Martes* sp., *Meles* sp. et *Ursus etruscus* de même certains rongeurs comme les genres *Castor*, *Hystrix refossa* et enfin, *Chelonii*.

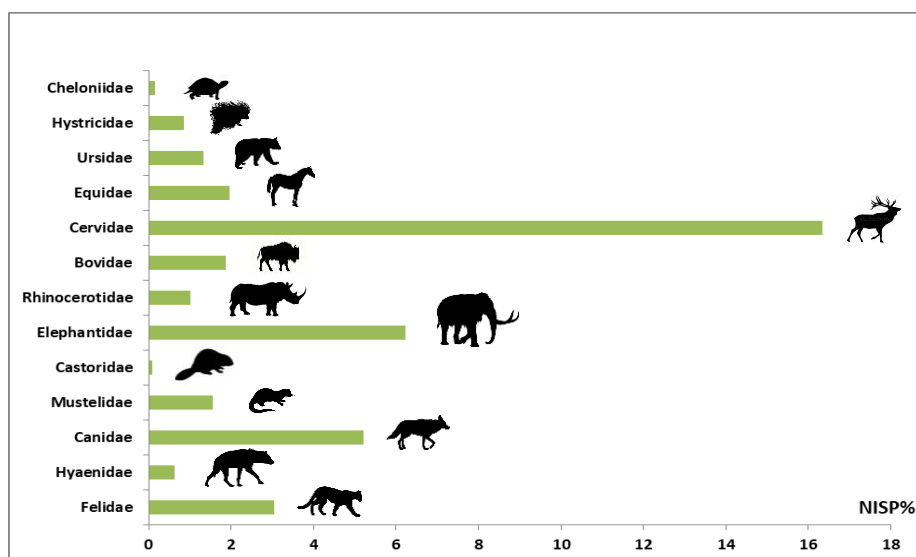


Figure. V. 1. – Représentation du NISP% par taxons identifiés à PN13.

La représentation squelettique montre la prédominance du NME de *Pseudodama* cf. *farnetensis* avec 79 éléments anatomiques, suivi de *Bison degiulii* et *Equus altidens* avec 9 éléments pour chacun, ensuite *Canis mosbachensis* avec 8 éléments, puis *Homotherium* sp. et *Praemegaceros* avec 7 éléments pour chacun, et enfin *Ursus etruscus* avec 6 éléments. Cependant, le reste des autres taxons ne sont représentés que par un ou deux éléments anatomiques. En outre, en ce qui concerne ces éléments anatomiques (NME), ce sont les phalanges (39), les tarsals (29) et les vertèbres (25) qui ont le plus grand nombre minimum d'éléments anatomiques, suivi de tibia (18), ensuite les humérus (14), les radius (14), puis les mandibules (14), les fémurs (12), les métatarses (13), et enfin les métacarpe (11). Pour ce qui est du restes des éléments anatomiques, leurs NME est inférieur à 8 éléments.

V. 2. Les classes d'âges

Taxon	NISP	NME	NMI				
			Total	Infantile	Juvénile	Adulte	Sénile
<i>Mammuthus meridionalis</i>	80	2	3	1	1	1	-
<i>Stephanorhinus cf. hundsheimensis</i>	13	1	5	1	1	2	1
<i>Bison degiulii</i>	23	9	5	1	1	2	1
<i>Equus altidens</i>	26	9	6	1	3	2	-
<i>Pseudodama cf. farnetensis</i>	188	79	10	2	2	4	2
<i>Praemegaceros</i>	16	7	2	1	-	1	-
<i>Homotherium sp.</i>	10	7	1	-	-	1	-
<i>Pachycrocuta brevirostris</i>	7	3	1	-	-	1	-
<i>Ursus eustrucius</i>	17	6	4	1	1	1	1
<i>Felis lunensis</i>	3	3	1	-	-	1	-
<i>Felis cf. Felis lunensis</i>	5	1	2	-	1	1	-
<i>Lynx issiodorensis</i>	7	5	2	-	1	1	-
<i>Canis mosbachensis</i>	43	8	6	1	1	3	1
<i>Xenocyon lycaonoides</i>	2	2	1	-	-	1	-
<i>Vulpes alopecoides</i>	6	2	2	-	-	1	1
<i>Canis cf. (xenocyon) lycaonoides</i>	3	2	1	-	-	1	-
<i>Meles sp.</i>	18	6	7	-	2	2	3
<i>Martes sp.</i>	1	-	1	-	-	1	-
<i>Hystrix refossa</i>	11	2	2	-	1	1	-
<i>Castor</i>	1	1	1	-	1	-	-
<i>Chelonii</i>	2	1	1	-	-	1	-
Total	483	156	64	9	16	29	10

Tableau. V. 4. – NISP, NME et NMI des taxons identifiés à PN13 en fonction des catégories d'âge. **NISP** : number of identified specimens ; **NME** : nombre minimum d'éléments ; **NMI** : nombre minimum d'individus.

La majorité du Nombre Minimum d'Individus (NMI) est représenté par les herbivores, notamment par les cervidés avec 12 individus, les équidés 6 individus, les bovinés et les rhinocéros 5 individus pour chaque groupe, et enfin les éléphants 3 individus.

Les carnivores sont aussi bien présents dans cet assemblage, principalement représentés par les deux familles ; *Canidae* avec 10 individus, les mustélinés 7 individus, *Felidae* avec 6 individus, les ursidés avec 4 individus, et les hyénidés avec 1 individu. Le NMI de ces carnivores est compétitif par rapport à celui des herbivores (29 individus sont des carnivores, tandis que 31 individus sont des herbivores).

La plupart des NMI sont représentés par des individus adultes représentant 45,31% de la totalité des NMI, suivi d'individus juvéniles 25,00%, puis de ceux séniles 15,62%, et enfin 14,06% correspond aux individus infantiles.

Le rapport entre le NISP et le NMI de l'assemblage étudié est plus ou moins faible, car pour 482 restes identifiés jusqu'au niveau taxonomique, nous avons compté 64 individus représentés par 153 éléments.

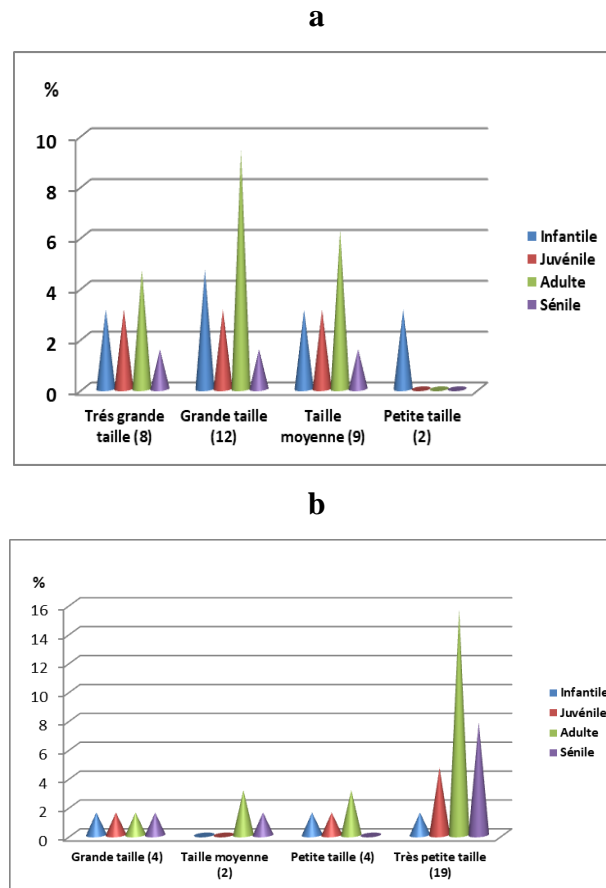


Figure. V. 2. – NMI % des taxons identifiés à PN13 selon les classes de poids attribuées (**a** : les herbivores ; **b** : les carnivores).

V. 3. Les classes de poids

Les os fossiles analysés varient de la classe de très petite taille (renard, félis) à la celle de très grande (mammouth, et rhinocéros). Les éléments non identifiés sont attribués à des classes de poids en utilisant des critères morphologiques, y compris les os des membres (squelette appendiculaire), les os plats (squelette crânien et axial), et les os irréguliers (autopodium). Sur la base de ces catégories, les animaux de grande taille sont les plus nombreux et les mieux représentés sur le plan squelettique (Tableau 4 et 5), suivi des animaux de taille moyenne et ceux de petite et très petite taille. Inversement, les animaux de très grande taille et ceux de petite taille et de très petite taille sont les moins représentés.

	TG		G		M		P		TP		Indet		Total	
	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME
Bois	-	-	9	3	7	1	-	-	-	-	-	-	16	4
Cheville osseuse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-
Crâne	-	-	5	3	3	2	1	1	5	2	11	-	25	8
Mandibule	-	-	7	4	3	2	1	1	7	7	9	-	27	14
Dents isolées	96	-	121	-	18	-	32	-	77	-	26	-	370	-
Clavicule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Côte	1	1	5	1	2	1	-	-	1	1	25	-	34	4
Sternum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-
Vertèbre	-	-	10	10	6	6	6	6	3	3	34	-	59	25
Coxal	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2	5	-	16	11
Scapula	-	-	3	3	2	2	3	2	1	1	10	-	19	8
Humérus	-	-	6	4	2	2	7	6	3	2	4	-	22	14
Radius	-	-	6	6	2	2	5	3	5	3	2	-	20	14
Ulna	-	-	2	1	-	-	2	2	3	3	1	-	8	6
Carpal	-	-	5	5	-	-	-	-	2	2	-	-	7	7
Métacarpe	-	-	8	7	2	2	1	1	1	1	-	-	12	11
Fémur	-	-	2	2	8	3	7	5	3	2	3	-	23	12
Tibia	-	-	11	8	10	7	3	2	1	1	3	-	28	18
Tarsal	-	-	21	21	4	4	3	3	-	-	1	-	29	29
Patella	-	-	4	4	2	2	-	-	-	-	-	-	6	6
Métatarse	-	-	14	8	9	3	5	3	-	-	2	-	29	13
Métapode	-	-	7	5	6	3	5	4	5	5	2	-	25	17
Phalange	-	-	18	18	6	6	9	9	6	6	1	-	40	39
Os long	8	1	56	-	13	-	5	-	4	-	121	-	208	1
Os articulaire	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	-	6	-
Os plat	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	54	-	56	-
Carapace	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1
Indet	18	-	29	-	2	-	-	-	-	-	144	-	193	-
Total	125	3	354	116	110	51	97	50	131	42	468	-	1285	262

Tableau. V. 5. – NISP et NME selon les classes de poids. **TG** : très grande taille ; **G** : grande taille ; **M** : taille moyenne ; **P** : petite taille ; **TP** : très petite ; **Indet** : taille indéterminée

La majorité des NME sont représentés par les animaux de grande taille (G) avec une proportion de 44,27%, suivis de ceux de taille moyenne (M) 19,46%, puis ceux de petite taille (P) 19,08%, ensuite ceux de très petite taille (TP) 15,65%, et enfin vient les éléments appartenant à la classe de très grande taille avec seulement 1,14%.

Pour ce qui est de la représentation par segment anatomique, l'assemblage examiné est majoritairement représenté par les restes du squelette appendiculaire avec 35,56%, suivi de restes du squelette crânien avec 34,24% et enfin, des restes du squelette axial avec 10,20% par rapport à la totalité du matériel analysé. En outre, si nous prenons en compte le nombre minimum d'éléments des différents segments anatomiques (les dents isolées n'ont pas été intégrées du fait qu'on ne peut calculer leurs NME), nous constatons que les éléments du squelette appendiculaire sont les mieux représentés avec un nombre de 188 d'éléments (71,75%), suivi du segment axial avec 48 (18,31%), et enfin vient le crânien avec 26 (9,92%) éléments anatomiques.

Segment anatomique	NME					
	TG	G	M	P	TP	Total
Squelette crânien	-	10	5	2	9	26
Squelette axial	2	17	12	10	7	48
Squelette appendiculaire	-	89	34	39	26	188
Total	2	116	51	51	42	262

Tableau. V. 6. – NME récupéré à PN13 selon les segments anatomiques (dents isolées n’ont intégrées).

De ce fait, dans toutes les classes de poids, nous observons la sous-représentation du segment crânien (si on prend en compte le NME). Plus précisément, la taille moyenne montre une grande représentation du segment appendiculaire postérieur par rapport à l’antérieur. Cependant, le segment appendiculaire de taille grande et petite est équilibré malgré le petit écart entre le postérieur et l’antérieur. Dans la représentation des éléments de petite taille et de très grande taille, les trois segments anatomiques restent peu représentés. Par contre, dans toutes les catégories de taille, le squelette axial et crânien se présente, plus ou moins équilibré.

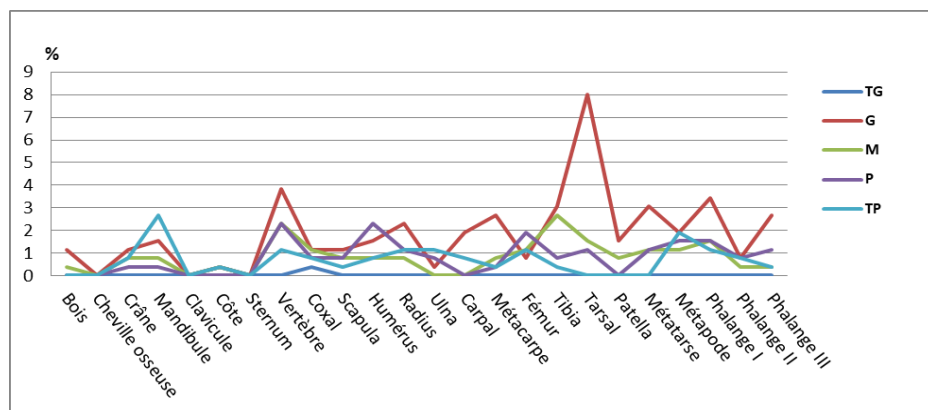


Figure. V. 3. – Représentation du %NME identifié selon les catégories de tailles.

S. Anatomique	NME				
	G	M	P	TP	Total
Stylopodés	3,19	2,66	5,85	2,66	14,36
Zeugopodes	7,98	4,79	3,72	3,72	20,21
Métapodes	10,64	4,26	4,26	3,19	22,34
Basipodes	13,83	2,13	1,60	1,06	18,62
Acropodes	9,57	3,19	4,79	3,19	20,74
Total	45,21	17,02	20,21	13,83	

Tableau. V. 7. – NR, NME du squelette appendiculaire par classes de poids (sauf herbivore intégrés).

Le NME du squelette appendiculaire est représenté par 14,36% de stylopodés, 20,21% de zeugopodes, 22,34% de métapodes, 18,62% de basipodes et de 20,74% d'acropodes.

D'après le calcul du %MAU, nous constatons une représentation biaisée dans l'assemblage de Pirro 13 concernant tous les taxons. Les éléments les mieux représentés des animaux de taille grandes sont ceux appartenant au segment appendiculaire médial et proximal, suivi de l'axial et du crânien avec des proportions relativement élevées. Les éléments les mieux représentés dans la taille moyenne sont ceux appartenant au squelette appendiculaire médial, suivi de l'axial puis de crânien. Les éléments de petite taille les plus représentés sont ceux appartenant au segment axial, suivi de crânien, et l'appendiculaire avec de faible proportion de représentation.

Élément anatomique	G			M			P		
	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU
Bois	3	1,5	37,5	1	0,5	14,29	0	0	0
Crâne	3	3	75	2	2	57,14	3	3	75
Mandibule	4	2	50	2	1	28,57	8	4	100
Vertèbre	10	0,38	9,5	6	0,23	6,57	9	0,35	8,75
Côte	2	0,06	1,5	1	0,03	0,86	1	0,03	0,75
Scapula	3	1,5	37,5	2	1	28,57	3	1,5	37,5
Coxal	4	4	100	3	3	85,71	4	4	100
Humérus	4	2	50	2	1	28,57	8	4	100
Radius	6	3	75	2	1	28,57	6	3	75
Ulna	1	0,5	12,5	0	0	0,00	5	2,5	62,5
Carpal	5	0,42	10,5	0	0	0,00	2	0,16	4
Métacarpe	7	3,5	87,5	2	1	28,57	2	1	25
Fémur	2	1	25	3	1,5	42,86	7	3,5	87,5
Tibia	8	4	100	7	3,5	100,00	3	1,5	37,5
Tarsal	21	2,1	52,5	4	0,4	11,43	3	0,3	7,5
Métatarse	8	4	100	3	1,5	42,86	3	1,5	37,5
Phalange	18	0,75	18,75	6	0,24	6,86	15	0,62	15,5

Tableau. V. 8. – NME, MAU et %MAU pour les trois principales classes de poids **G** = grande taille, **M** = taille moyenne, **P** = petite taille.

V. 4. La fragmentation / fracturation

Parmi les restes osseux analysés, 28,40% représente les os longs, dont leurs longueurs, majoritairement, s'intercalent dans les catégories entre 31-60 mm. L'évaluation des phénomènes impliqués, avec densité, dans la fragmentation de ces restes s'est basée sur la méthode analytique de Villa et Mahieu (1991), qui sert uniquement à l'analyse des os longs, de manière que des critères similaires soient obtenus dans tous les cas.

Catégories	TG		G		M		P		TP		Indet		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
A < 2 cm	3	0,23	4	0,31	14	1,09	4	0,31	3	0,23	5	0,39	33	2,57
B 2 – 5 cm	36	2,80	62	4,82	95	7,39	33	2,57	25	1,95	294	22,88	545	42,41
C 5 – 10 cm	29	2,26	89	6,93	48	3,74	16	1,25	6	0,47	96	7,47	284	22,10
D > 10 cm	9	0,70	7	0,54	5	0,39	1	0,08	0	0,00	1	0,08	23	1,79
Total	77	5,99	162	12,61	162	12,61	54	4,20	34	2,65	396	30,82	885	68,67

Tableau. V. 9. – Longueur des restes fossiles récupérés à PN13 selon les classes de poids (% en rapport à la totalité du matériel).

Comme aperçu, toutes les données présentées à ce moment indiquent une certaine diversité et abondance de la faune dans l'assemblage de Pirro 13. Les dimensions des fossiles fragmentés montrent une hétérogénéité dans leur fragmentation, mais il semble y avoir une certaine signification dans ces dimensions, puisque la majorité des restes sont regroupés dans la catégorie 2-5cm, avec 42,41% des restes, suivie de la catégorie 5-10cm, avec un pourcentage de 22,10%. En outre, la représentation des catégories <2 cm et >10cm est faible, en tenant compte de leurs valeurs absolues.

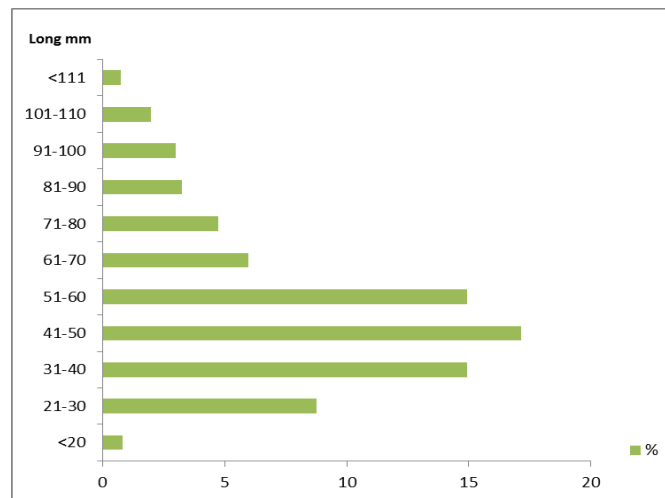
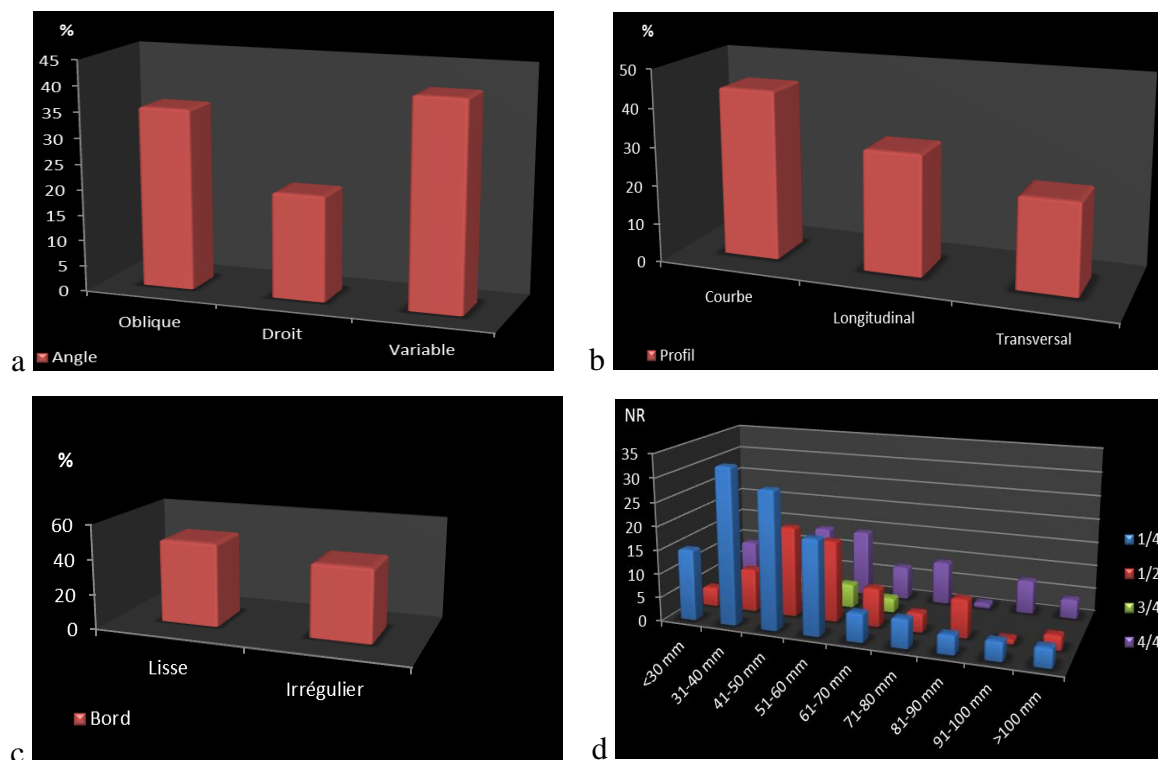


Figure. V. 4. – Représentation des os longs du matériel analysé en fonction de leurs longueurs.

L'identification de l'agent qui est à l'origine de cette fragmentation recommande, en premier, de savoir si la fracture a été bien réalisée sur os frais ou sec. Pour cela, un nombre de 365 restes osseux a été examiné selon la méthode de Villa et Mahieu (1991). Les résultats obtenus montrent que 44,35% des profils sont courbes, 31,84% sont longitudinales et 23,73% sont transversales ; ensuite, en ce qui concerne l'angle de la fracture, 35,52% sont obliques, 23,70% droits et 40,72% sont variables ; et enfin pour ce qui est de la texture des bords, 55,47% sont lisses et 44,38% sont irréguliers (fig. V. a, b, c et d).

L'analyse de ces fractures montre la présence de la fracturation sur os frais dans l'assemblage de PN13, dont une proportion de 18,54% de ces os fracturés se présente avec un profil courbe, un angle oblique et un bord lisse (agents biologiques hommes et/ou carnivores), dans l'objectif d'obtenir la moelle osseuse de ces os. Un autre type de fracturation a été documenté dans cet assemblage, dont l'origine est les différents processus postdépôt et autres agents (un profil différent, un angle variable et une texture de bords irrégulière).

La circonférence prédominante des restes fracturés est celle comprise entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$, par contre la plupart des longueurs des restes s'intercalent entre 31-60mm. Une proportion de 40,48% de long se présente avec une circonférence de $\frac{1}{4}$, suivie de ceux de la circonférence de $\frac{1}{2}$ (24,18%) et enfin ceux dont la circonférence est de $\frac{3}{4}$ (8,15%). En outre, la circonférence plus ou moins complète se présente uniquement avec 27,24%. Dans la majorité des restes analysés, la fragmentation paraît hétérogène, malgré que la plupart des vestiges fasse partie de la catégorie intermédiaire, à savoir, les catégories B (2-5 cm) et C (5-10 cm). Un fait à noter est la rareté des restes regroupés dans la catégorie A (<2 cm), dont une proportion de 2,92% est très faible par rapport à celle fournie par les autres catégories dans le même dépôt.



V. 5. Les modifications et les altérations taphonomiques

Le matériel osseux fossile étudié présente différents types d'altérations taphonomiques. Ces dernières se divisent en biostratinomiques : traces anthropiques, traces de carnivores, altérations de rongeurs, *weathering*, abrasion, fissuration, piétinement, et fossilo-diagénétiques : oxydation, corrosion chimique, concrétion, traces de racines de végétations. Ces principales modifications taphonomiques observées sur les restes de l'assemblage de PN13 sont présentées dans le diagramme (fig. V. 6).

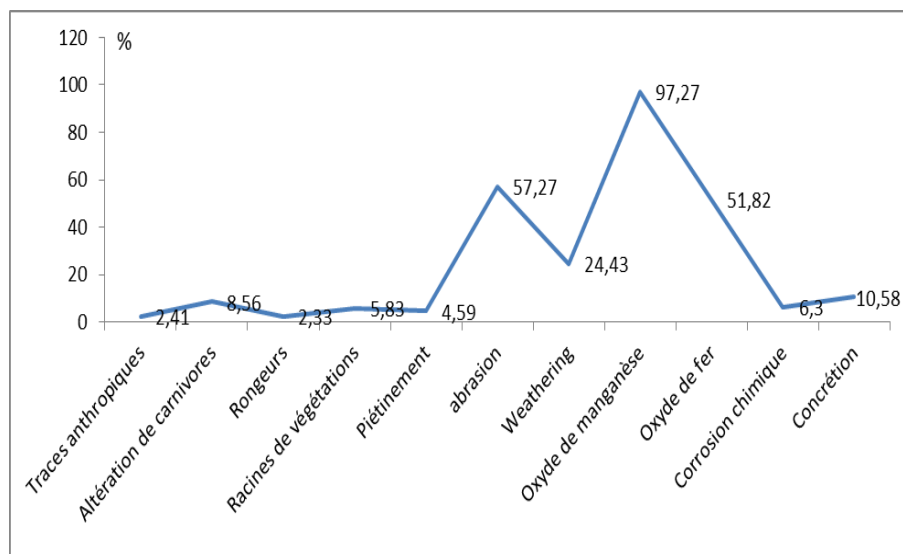


Figure. V. 6. – Altérations taphonomiques observées sur les fossiles analysés.

La fissure de Pirro 13 fait partie d'un système karstique, donc l'altération la plus observée est la fréquence d'une coloration produite par l'oxyde de manganèse 97,27% et l'oxyde de fer 51,82%, suivi de l'abrasion par action de l'eau affectant 57,27% de restes.

Les traces anthropiques observées sur les restes fossiles analysés ne représentent que 2,41%, dont 1,08% représentent les incisions et 1,32% sont des évidences de fracturation par percussion (fracturation pour récupérer la moelle).

Les modifications produites par les carnivores sont faibles, elles ne représentent que 8,56%, mais bien supérieures à celles anthropiques. Parmi les modifications et les altérations causées par ces carnassiers, nous notons 1,71% de morsures, dépressions et rainures, 1,16% d'éléments digérés et 9,56% présentent des traces de mâchouillage. Pour ce qui est de l'action de rongeurs, elle ne représente que 2,33% de la totalité du matériel analysé.

V. 5. 1. Les modifications anthropiques

V. 5. 1. 1. Les traces de découpe

Les marques de découpe permettent de montrer le processus anthropique de traitement de carcasses d'animaux, et de reconnaître le protocole et le type d'actions mécaniques appliquées à ce sujet à partir de l'obtention de l'animal jusqu'à sa consommation.

Le nombre de restes portant des traces de boucheries dans l'assemblage osseux de Pirro 13 est faible, il ne représente que 1,08% (n= 14) de la totalité du matériel analysé.

Taxon	Poids	Anat	Lat	Type	NCM	Loc	Délin	Distr	Long max-min (mm)	Fin
<i>E. altidens</i>	G	Métatarse	G	Incision	Plusieurs	Métaph prox-Diaph (face ant)	Oblique Transversale	Regroupées	13,29 – 14,58	Dép
<i>Praemegaceros</i>	G	Métatarse	D	Incision	1	Diaph (face lat)	Oblique	Isolée	Long 8,19 Larg 0,77	Dép
<i>Pseudodama</i> cf. <i>farnetensis</i>	P	Métatarse	D	Incision	1	Diaph(face lat)	Oblique	Isolée	9,71	Dép
<i>Pseudodama</i> cf. <i>farnetensis</i>	P	Métatarse	D	Incision	3	Epiph prox(face lat)	Obliques	Regroupées	9,71-8,14	Dép
Herbivora	P	Vertèbre lombaire	-	Incision	1	Partie dorsale latérale du corps	Oblique	Isolée	7,04	Déc
Indet	G	Os long	-	Incision	2	Diaph corticale	Obliques	Regroupées	20,61 ; 8,17	Déc
Indet	G	Os long	-	Incision	Plusieurs	Diaph corticale	Transversales	Regroupées	2,91-2,31	Déc
Indet	M	Os long	-	Incision	1	Diaph sur le bord	Oblique	Isolée	9,1	Déc
Indet	M	Côte	-	Incision	1	Diaph externe	Obliques	Isolée	7,81	Déc
Indet	Indet	Os long	-	Incision	2	Métaph corticale	Obliques	Regroupées	9,83 ; 9,91	Déc
Indet	Indet	Os long	-	Incision	2	Métaph corticale coupée au niveau du bord	Transversales	Regroupées	3,64 ; 2,18	Déc
Indet	Indet	Os long	-	Incision	1	Métaph corticale	Longitudinale	Isolée	21,42	Déc
Indet	Indet	Côte	-	Incision	1	Diaph partie externe	Oblique	Isolée	6,6	Déc
Indet	Indet	Côte	-	Incision	Plusieurs	Diaph partie externe	Obliques	Regroupées	1,59 – 1,36	Déc

Tableau. V. 10. – Restes osseux avec traces de découpe, morphologie, typologie et activité par taxon et poids (**Anat** = anatomie, **Lat** = latéralité, **NCC** = nombre de cut marks, **Loc** = localisation, **Délin** = délinéation, **Distr** = distribution, **Fin** = finalité, **Long max-min** = longueur maximale-minimale, **Déc** = Décharnement, **Dép** = Dépeçage, **Diaph** = Diaphyse, **Epiph** = épiphyse, **Métaph** = métaphyse, **Prox** = Proximal, **Ant** = Antérieur, **Lat** = Latéral, **A** = Adulte, **JA** = Jeune Adulte, **G** = Grande Taille, **M** = Taille Moyenne, **P** = Petite Taille, **Indet** = Indéterminé)

Toutes les traces de découpes documentées dans cet assemblage sont des incisions, dont le plus grand nombre est situé sur des restes correspondant à la catégorie d'os long avec 6 éléments modifiés (42,85%). En outre, 21,42% d'éléments avec incisions sont des parties diaphysaires de côtes. Pour ce qui est du reste des traces de découpe, elles sont documentées sur des éléments non identifiés taxonomiquement (uniquement anatomique) avec 64,28% de la totalité du matériel portant des traces de découpe.

Toutes les marques de découpes sont des incisions orientées de façon oblique, rarement transversales par rapport à l'axe de l'os ; et dans la plupart des cas, elles sont courtes, soit regroupées ou bien séparées et peu profondes.

Pseudodama cf. farnetensis est le taxon avec le plus de traces de découpe ; il représente une proportion de 14,28%, suivi de *Praemegaceros* avec 7,14%, puis d'*Equus altidens* avec 7,14%. L'élément anatomique portant le plus de marques appartient au squelette appendiculaire postérieur, il s'agit de métatarse avec 28,57%.

Deux métatarses droits de *Pseudodama cf. farnetensis* portent des traces de découpe obliques : sur l'un, l'incision est un sillon situé sur la face latérale de la partie diaphysaire, et il se caractérise par une section en forme de «V» étroit, plus profond, avec des microstriations continues au fond. Sur l'autre, le sillon est linéaire, localisé sur la face latérale de l'épiphyse et il se caractérise par une section en forme «V» peu ouvert avec une base plus ou moins horizontale (Domínguez-Rodrigo et al., 2009). Selon les critères utilisés par Binford (1981) et Nilssen (2000), concernant l'emplacement et la répartition de ces incisions, elles sont liées au processus de dépeçage.

Une autre trace de découpe a été documentée sur un métatarse droit d'un *Praemegaceros* ; il s'agit d'une seule incision oblique, située sur la face latérale de la diaphyse de l'élément, dont la finalité est liée à l'activité de dépeçage. Cette rainure se caractérise par une section en forme « V », un peu plus large, avec microstriations (os un peu érodé) (fig. V. 2.c)

Un seul métatarse d'*Equus altidens*, présente plusieurs incisions parallèles, obliques, regroupées et coupées par le bord d'une fracture longitudinale de l'os. Ces incisions présentent un barbillon à la fin de la rainure qui présente l'extrémité inférieur. De même, nous observons la présence d'un écaillage sur les épaules de la rainure (*flaking on the shoulders of the grooves*) (Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017). Cependant, ces traces sont situées dans la partie antérieure de l'élément, éventuellement preuve de processus de dépeçage.

En ce qui concerne le squelette axial, 3 éléments appartenant aux parties diaphysaires de côtes portent des traces de découpe sur leurs faces extérieures, évidences du processus de décharnement selon les critères de Nilssen (2000). Ainsi, un corps vertébral d'une vertèbre lombaire d'un animal de petite taille (probablement *Pseudodama*),

porte une fine incision oblique sur sa face dorsale latérale, dont la finalité est liée au processus de décharnement.

Le nombre d'incisions faible et le degré d'altérations plus ou moins élevé des surfaces corticales des restes osseux de cet assemblage ne nous ont pas facilité l'analyse exhaustive concernant la méthode d'exploitation appliquée et suivie par les hominidés pour obtenir, traiter et consommer ces animaux. Cependant, les traces de découpe analysées résultent de l'extraction de la viande (décharnement), bien que la présence de différentes stries de boucherie sur un métatarse d'*Equus*, sur deux métatarses de *Pseudodama* cf. *farnetensis* et un métatarse d'un *Praemegaceros* témoigne d'un processus de dépeçage.

L'apport anthropique dans l'assemblage osseux de PN13 est faible (1,08%) comparant à celui des carnivores (8,56%). Selon les critères utilisés par Binford (1981 ; Nilssen, 2000 ; Bello et al., 2009 ; Galán et Domínguez-Rodrigo, 2013, 2014 ; Soulier et Constamagno, 2017 ; Val et al., 2017), toutes les traces de coupes identifiées correspondent à des incisions résultant d'activités de décharnement et de dépeçage (fig. V. 10). Deux taxons sont concernés par ces deux activités, il s'agit de cervidé et d'équidé. L'élément anatomique portant le plus de marques appartient au squelette appendiculaire postérieur (métatarse).

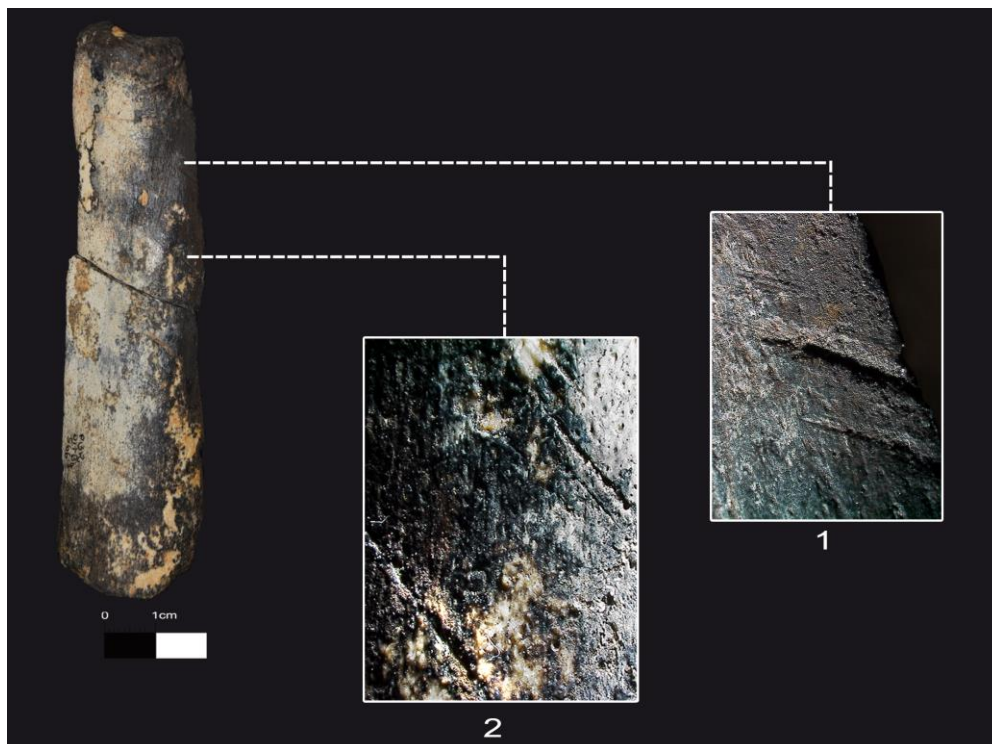


Figure. V. 7. - Traces d'activités anthropiques. 1, 2- Plusieurs incisions obliques, regroupées sur un métatarse gauche d'*Equus altidens*, avec la présence de « flaking on the shoulders of the groove » un écaillage sur les épaules de la rainure

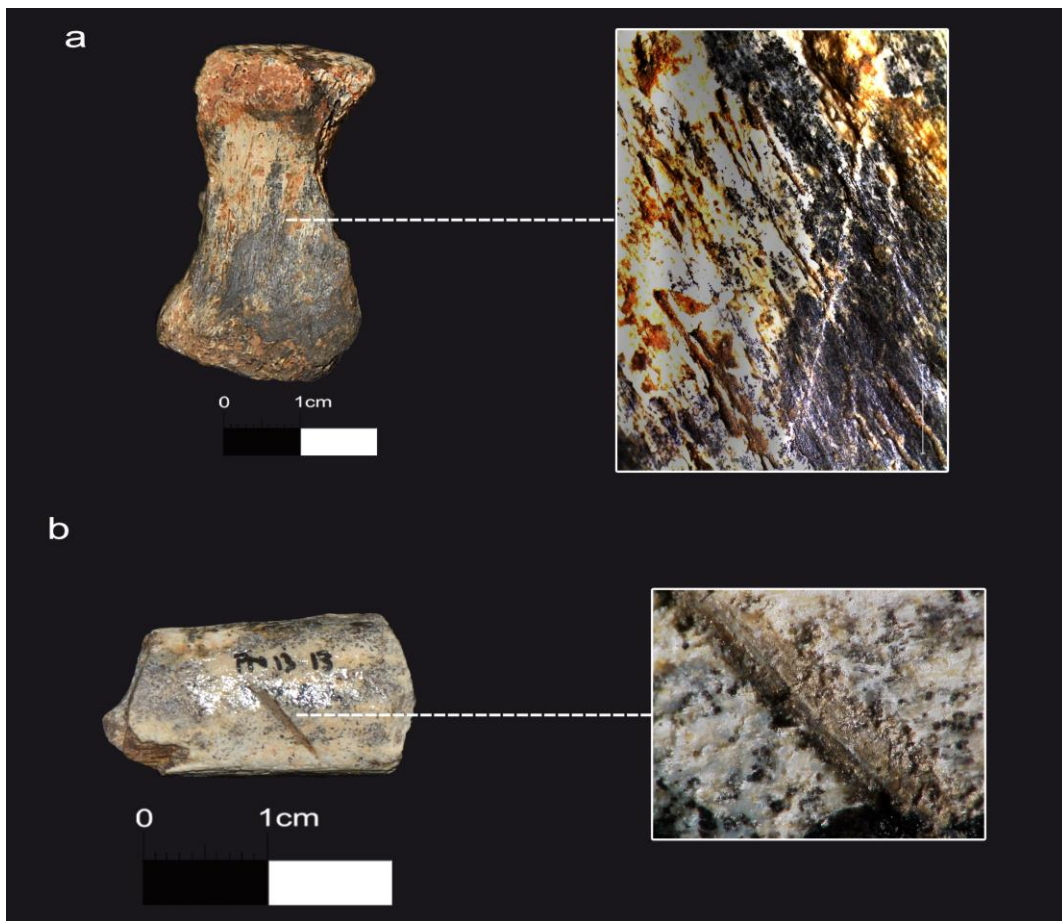


Figure. V. 8. - Modifications anthropiques : **a-** Incision linéaire, oblique sur la partie dorsale latérale d'un corps d'une vertèbre lombaire d'herbivore de taille de *Pseudodama* ; **b-** Diaphyse d'un métatarse d'herbivore de taille de *Pseudodama* portant une incision linéaire, oblique, profonde avec une section en forme « V » et des micro striations continues.

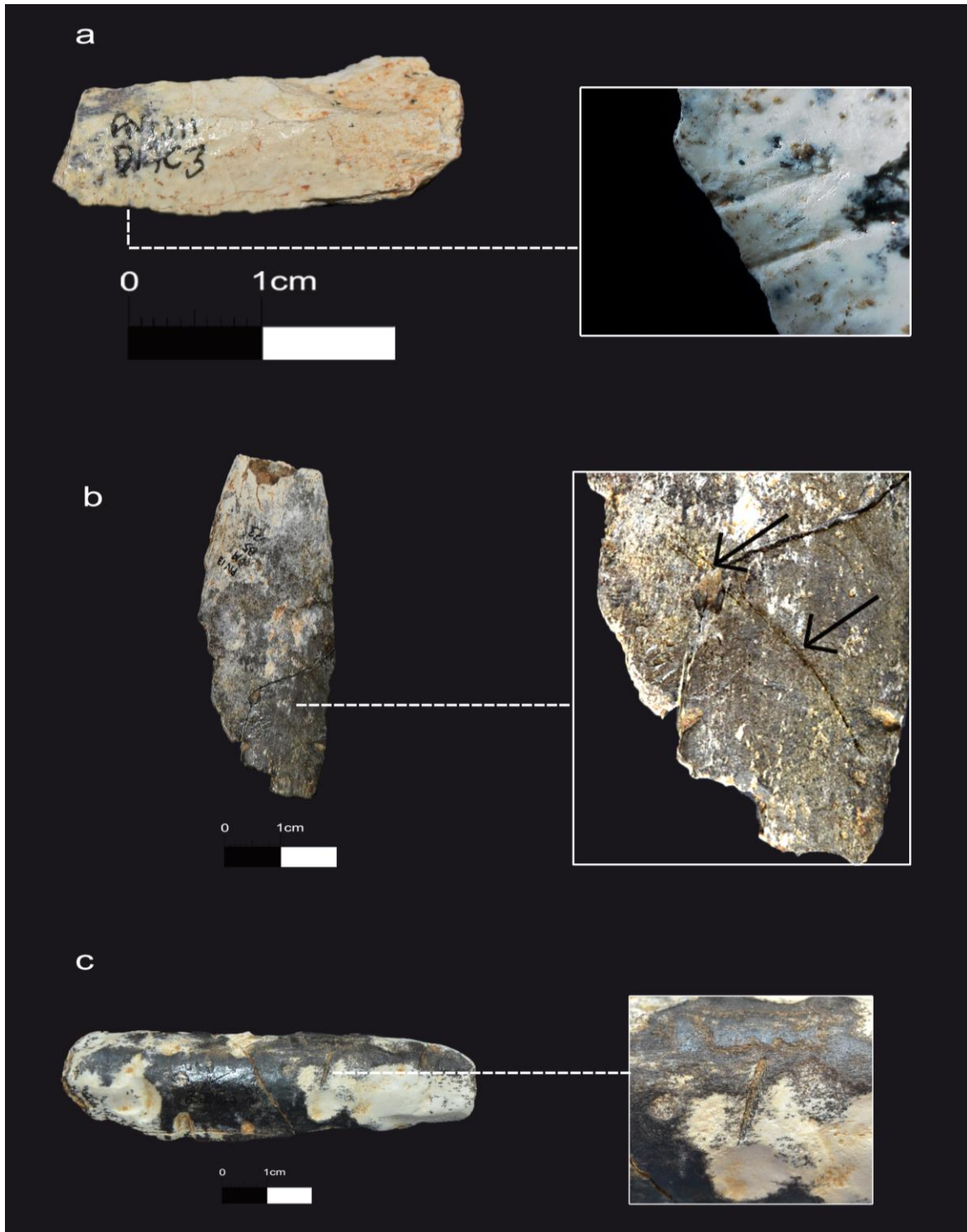


Figure. V. 9. - Modifications anthropiques : **a**- Deux incisions, parallèles, obliques, coupées par le bord de la fracture sur la diaphyse d'un os long d'un animal de taille moyenne ; **b**- Deux incisions, parallèles, obliques sur la diaphyse d'un os long d'un animal de taille moyenne ; **c**- Incision linéaire profonde, oblique/transversale sur la partie latérale de la diaphyse d'un métatarse de *Praemegaceros*.

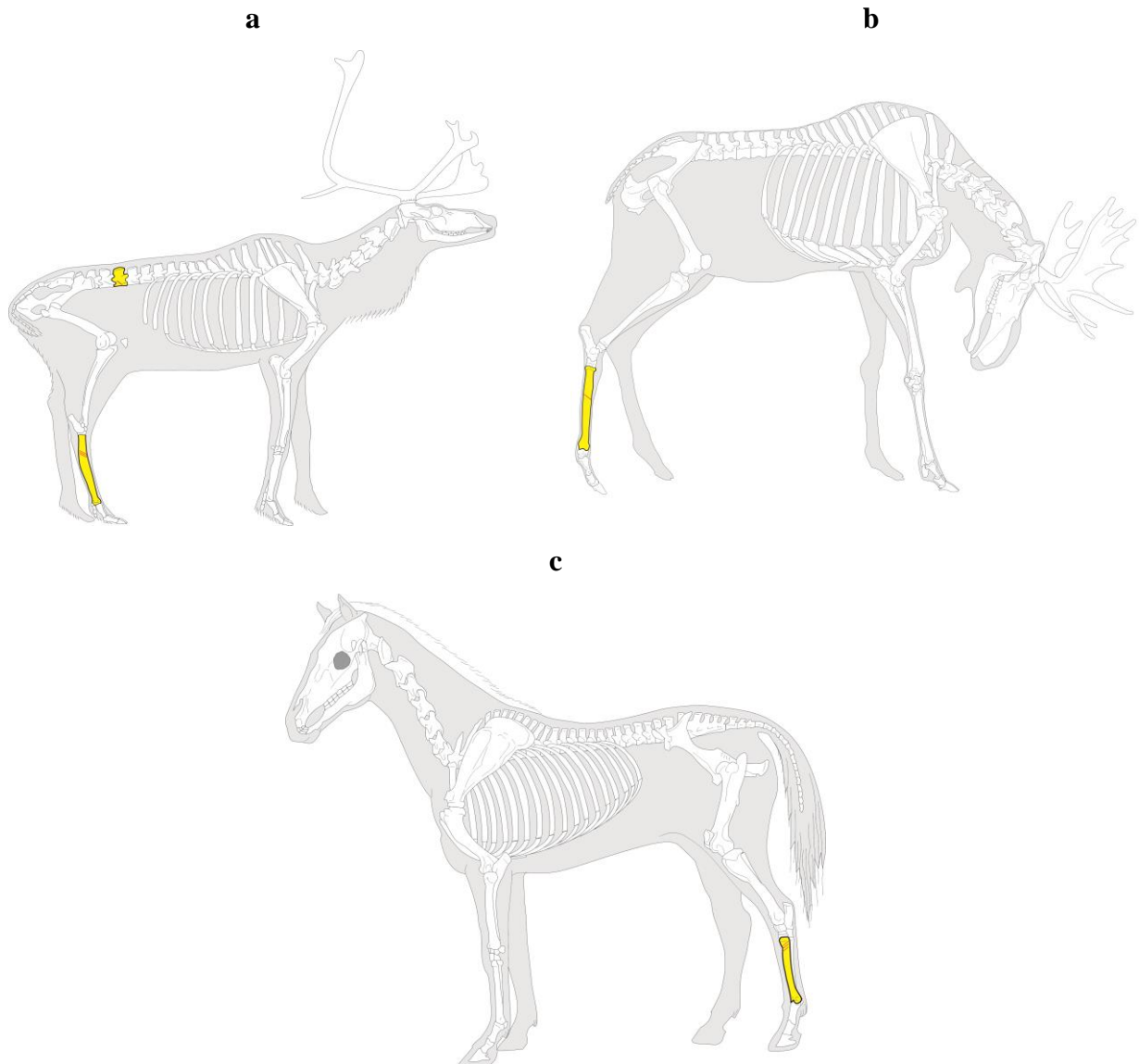


Figure. V. 10. - Distribution des cut marks identifiées à PN13 sur les différents éléments anatomiques des taxons (**a** = *Pseudodama*, **b** = *Praemeragceros*, **c** = *Equus*) (<https://www.archeozoo.org>)

V. 5. 1. 2. La fracturation anthropique

L'activité de la fracturation anthropique par percussion dans l'assemblage osseux de Pirro 13 est présente, mais elle ne représente 0,62% de la totalité du matériel étudié.

Les éléments de diagnostic les plus abondants concernant l'activité de la fracturation anthropique sont les points d'impacts sur les éléments fracturés (Capaldo et Blumenschine, 1994), les éclats et les cônes résultants de la percussion (Pickering et Egeland, 2006).

Le plus grand nombre de marques de percussion appartient aux parties diaphysaires, précisément les parties centrales de ces os longs (portion 3), et cela afin

d'extraire un autre type de matière alimentaire animale nutritive (moelle). Ainsi, nous avons pu observer un élément d'os long d'un animal de taille moyenne présentant des traces de flexion afin de récupérer la moelle osseuse.

A l'exception de deux éléments anatomiques, un humérus et un métatarse, de *Pseudodama cf. farnetensis* portant des traces de percussion sur leurs parties diaphysaire centrales, le reste des fossiles portant des stigmates de percussion n'est identifié qu'au niveau anatomique.



Figure. V. 11. – Evidences de fracturation anthropique : **a** - cône de percussion (animal de grande taille) ; **b**- éclat de percussion (animal de taille moyenne) ; **c**- diaphyse d'os long (animal de taille moyenne) avec des traces de percussion ; **d**- épiphyse+diaphyse proximale d'un métatarse de cervidé portant un éclat parasite résultant d'une fracturation anthropique ; **e**- diaphyse d'os long (animal de grande taille) avec des traces de percussion.

V. 5. 2. Les modifications causées par les carnivores

Un nombre de 110 restes osseux portent des modifications et des altérations produites par des carnivores, soit 8,56% par rapport à la totalité du matériel analysé. La majorité des taxons affectés par les carnivores sont des herbivores avec une proportion de 21,81% par rapport aux carnivores qui ne représentent que 10,00% de la totalité du matériel altéré.

Taxon	NRC	%	Taxon	NRC	%
<i>Bison degiulii</i>	1	0,91	<i>Vulpes cf. alopecoides</i>	1	0,91
<i>Equus altidens</i>	5	4,55	<i>Ursus etruscus</i>	1	0,91
<i>Praemegaceros</i>	1	0,91	<i>Canis mosbachensis</i>	1	0,00
<i>Stephanorhinus cf. hundsheimensis</i>	1	0,91	<i>Felidae</i>	3	0,91
<i>Pseudodama cf. farnetensis</i>	12	10,91	<i>Meles sp.</i>	2	2,73
<i>Cervidae</i>	1	0,91	<i>Carnivora</i>	2	1,82
<i>Ungulata</i>	3	2,73	Indet	75	68,18
<i>Pachycrocuta brevirostris</i>	1	0,91			
Total			110	100	

Tableau. V. 11.– Nombre de reste modifiés par les carnivores à PN13 par taxon. (NRC = nombre de restes modifiés par les carnivores)

Les modifications les plus abondantes sont des traces de consommation présentant des bords en forme d'escalier et des piqûres sur les surfaces corticales causées par l'impact des dents des carnivores avec 6,00%, suivie des restes avec des morsures (dépressions et rainures) avec 1,71%. Les restes altérés par les acides de salive ne se distinguent pas de ceux consommés (mâchouillés).

Type d'altération	NR	%
Morsures	22	1,71
Consommation	77	6,00
Digestion	11	0,86
Total	110	8,56

Tableau. V. 12. - NR modifiés par les carnivores à PN13 (% en rapport avec la totalité du matériel n=1285).

Les altérations produites par les carnivores ne se limitent pas à une catégorie de poids d'animaux, mais touchent toutes les classes. Les restes d'animaux de grande taille et ceux de taille moyenne sont les plus altérés avec une proportion de 28,18% pour la première et de 25,45% pour la deuxième. Les restes d'animaux de petite ainsi que ceux de petite taille affectés par les carnivores représentent une proportion de 4,54% chaque groupe, tandis que chez les animaux de très grande taille, elle est de 3,63%. Cependant,

33,63% des restes modifiés par les carnivores correspondent à des fragments que nous avons classés dans la catégorie indéterminée (indet).

Les modifications et les altérations engendrées par les carnivores sont documentées en grand nombre sur les éléments du squelette appendiculaire avec une proportion de 54,54%, et cela dans toutes les catégories de poids. La majorité des modifications se concentrent sur les parties diaphysaires des éléments du squelette appendiculaire avec 45,45%, tandis que 11,81% sont situées sur les parties d'épiphyses.

Parties anatomiques	TG		G		M		P		TP		Indet		Total	
	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%
Bois	-	-	-	-	4	3,64	-	-	-	-	-	-	4	3,64
Crâne	-	-	-	-	1	0,91	-	-	-	-	-	-	1	0,91
Mandibule	-	-	-	-	1	0,91	-	-	1	0,91	-	-	2	1,82
Maxillaire	-	-	1	0,91	-	0,00	-	-	-	-	-	-	1	0,91
Vertèbre	-	-	2	1,82	1	0,91	2	1,82	2	1,82	3	2,73	10	9,09
Côte	-	-	2	1,82	-	0,00	-	-	-	-	2	3,64	4	3,64
Coxal	1	0,91	1	0,91	1	0,91	1	0,91	-	-	-	-	4	3,64
Humérus	-	-	-	0,00	1	0,91	-	-	1	0,91	-	-	2	1,82
Radius	-	-	1	0,91	-	0,00	-	-	-	-	-	-	1	0,91
Métacarpe	-	-	-	0,00	1	0,91	-	-	-	-	-	-	1	0,91
Fémur	-	-	1	0,91	3	2,73	-	-	-	-	-	-	4	3,64
Tibia	-	-	1	0,91	3	2,73	1	0,91	-	-	-	-	5	4,55
Ulna	-	-	-	0,00	1	0,91	-	-	1	0,91	-	-	2	1,82
Patella	-	-	-	0,00	1	0,91	-	-	-	-	-	-	1	0,91
Tarsien	-	-	3	2,73	3	2,73	-	-	-	-	-	-	6	5,45
Métatarse	-	-	2	1,82	4	3,64	-	-	-	-	-	-	6	5,45
Métapode	-	-	-	0,00	1	0,91	-	-	-	-	1	0,91	2	1,82
Phalange	-	-	-	0,00	1	0,91	-	-	-	-	-	-	1	0,91
Os long	1	0,91	11	10,00	1	0,91	1	0,91	-	-	18	16,36	32	29,09
Os plat	-	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	-	2	1,92	2	1,82
Indet	2	1,82	6	5,45	1	0,91	-	-	-	-	10	9,09	19	17,27
Total	4	3,64	31	28,18	28	25,45	5	4,54	5	4,54	36	32,72	110	100

Tableau.V. 13. - NR modifié par les carnivores (toutes les modifications) selon les parties anatomiques et les classes de poids. **NR** : nombre de restes récupérés ; **NRC** : nombre de restes affectés par les carnivores

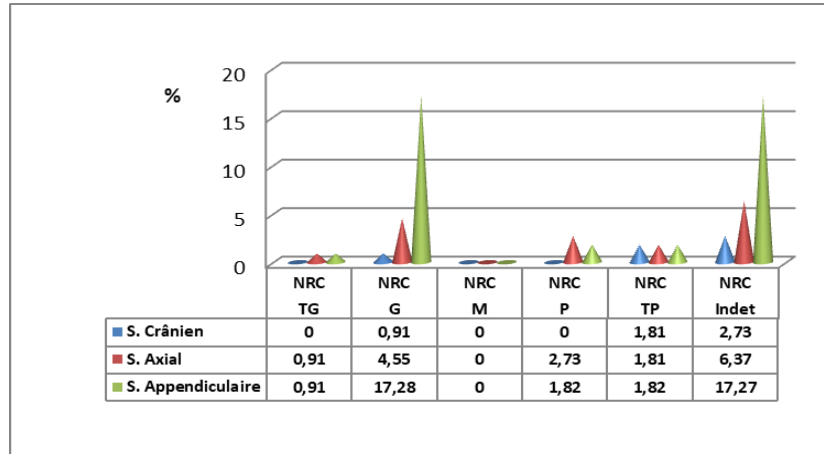


Figure. V. 12. – NRC (nombre de restes modifiés par les carnivores) Selon les segments anatomiques et les classes de poids.

Tailles	Herbivores		Carnivores		Indet		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
TG	3	2,73	0	0,00	1	0,91	4	3,64
G	8	7,27	1	0,91	22	20,00	31	28,18
M	11	10,00	6	5,45	11	10,00	28	25,45
P	2	1,82	0	0,00	3	2,73	5	4,55
TP	0	0,00	4	3,64	1	0,91	5	4,55
Indet	0	0,00	0	0,00	37	33,64	37	33,64
Total	24	21,82	11	10,00	75	68,18	110	100

Tableau. V. 14. - NR (%) modifiés par les carnivores par taxon et classes de poids.

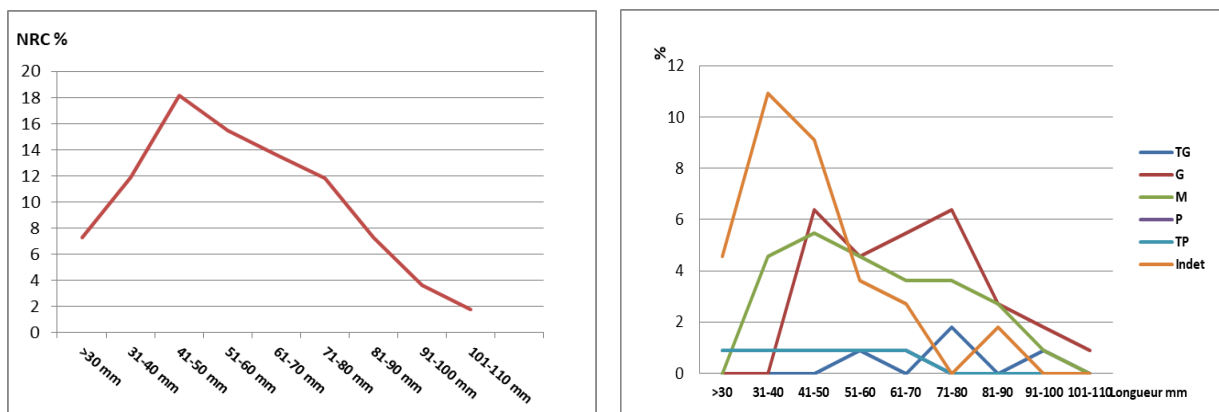


Figure. V. 13. – NRC (nombre de restes modifiés par les carnivores) selon leur longueur et leurs classes de poids.

L'identification des types de carnivores intervenus sur les restes de l'assemblage de PN13 nécessite et même recommande une analyse des morsures par rapport à la taille des

animaux affectés. La majorité des fossiles qui portent des traces de morsures (dépressions et rainures) montrent une caractéristique commune, qui est l'importante profusion de ces marques sur les superficies corticales des restes osseux.

Un nombre de 17 rainures a été recensé, dont 5 apparaissent sur les parties diaphysaires d'os longs, 2 sur l'épiphyse (tab. V. 15). Toutes les dimensions des rainures montrent une longueur moyenne de 7,61 mm et une largeur de 1,1 mm. Certaines rainures causées par les carnivores présentent une largeur importante, probablement engendrées par les grands carnivores, comme l'ours ou l'hyène.

Rainure			
Localisation	Nombre	Longueur (mm)	Largeur (mm)
Cortical	1	4,2	1,4
Cortical	1	5,5	1,8
Cortical	1	8,2	0,4
Cortical	1	11	1,6
Cortical	1	9,1	1,2
Cortical	1	10,7	1,3
Cortical	1	15,2	0,9
Cortical	1	9,7	1,3
Cortical	1	9,4	0,8
Spongieux	1	3,8	1,2
Spongieux	1	7,2	0,5
Spongieux	1	14,8	0,7
Spongieux	1	2,3	1,5
Spongieux	1	3,4	1,7
Spongieux	1	7,5	1,1
Spongieux	1	4,2	0,3
Spongieux	1	3,7	0,8

Tableau. V. 15. – Longueur, largeur et localisation des rainures produites par les carnivores. Diaph = diaphyse ; Epiph = épiphyse ; Indet = indéterminé.

Un total de 8 dépressions ont été identifiées sur 7 fossiles, dont 2 sur un bois de cervidé, 2 sur une patella d'un carnivore de taille moyenne, 1 sur une diaphyse de tibia de *Pseudodama cf. farnetensis*, 2 sur deux vertèbres (corps et processus transversal) et enfin 1 sur un fragment d'os indéterminé. La plupart de ces dépressions sont apparues sur les tissus spongieux et leurs dimensions moyennes sont de 3,7 mm de longueur et 3,31 mm de largeur.

L'utilisation de l'écart type (déviation standard) et de l'intervalle de confiance pour une comparaison inter-échantillons dans le cas de notre échantillon à PN13 ne permet pas une bonne interprétation concernant les types de carnivores intervenus et impliqués dans cette accumulation à PN13. Selon Andrés et al. (2012), cette méthode statistique dépend fortement de la taille de l'échantillon qui recommande plus de 30 composants (variables) pour des inférences fiables. Ainsi lors de l'utilisation de grands échantillons de marques, les petits et les grands carnivores peuvent être potentiellement différenciés, à condition que les échantillons de marques proviennent de carcasses naturelles représentant les tailles de carcasses les plus courantes consommées par chaque type de carnivore dans l'expérience.

Malgré que le nombre de marques de dents était faible, nous avons effectué une représentation et une comparaison statistique avec les données d'Andrés et al. (2012) sur les rainures (fig. V. 14, 15, 16 et 17) ; soit sur l'os compact ou spongieux afin d'identifier l'agent carnivore responsable). En général, la gamme des dimensions des marques dentaires (rainures) montre la possibilité d'une compatibilité avec l'intervention de plus d'un type de carnivores (grand carnivore comme l'hyène et moyen comme le loup). Cependant, pour ce qui est des dépressions (fig. V. 18 et 19, 20 et 21), les résultats acquis ne permettent guère une interprétation faute de l'échantillon faible.

Les différentes dimensions observées sur les morsures nous conduisent à penser à la possibilité de la présence de plus d'un type de carnivore impliqué dans la modification de ces restes fossiles.

	n	Mean	95 % CI Inf	95 % CI sup	min	max	SD
Long. Rain. Cort	9	9,22	6,67	11,67	4,2	15,2	3,19
Larg. Rain. Cort	9	1,2	0,87	1,53	0,4	1,8	0,34
Long. Rain. Sp	8	5,86	2,46	9,26	2,3	14,8	4,04
Larg. Rain. Sp	8	1	0,6	1,4	0,3	1,7	0,48

Tableau. V. 16. – Paramètres métriques des morsures de carnivores sur les restes osseux de PN13.

95 % CI Inf = intervalles de confiance à 95% inférieur, 95 % CI Sup = intervalles de confiance à 95% supérieur, n = nombre d'échantillon, Mean = moyenne, Min = minimum, Max = maximum, SD = Standard déviation, Long. Rain. Cort = longueur des rainures corticales, Larg. Rain. Cort = largeur des rainures corticales, Long. Rain. Sp = longueur des rainures spongieuses, Larg. Rain. Sp = largeur des rainures spongieuses.

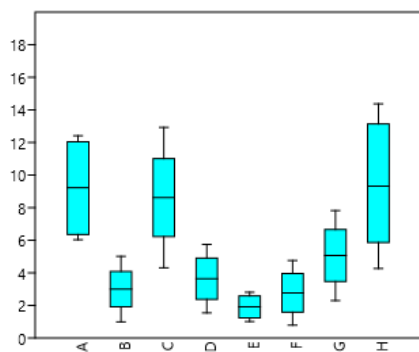


Figure. V. 14. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures corticales (*Scores shaft length*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

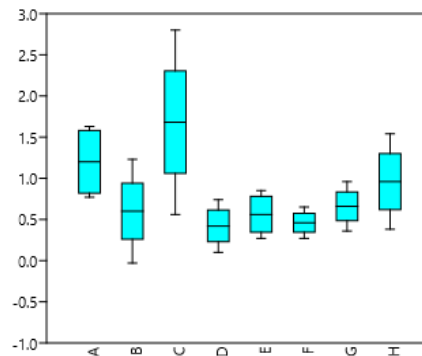


Figure. V. 15. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures corticales (*Scores shaft breadth*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

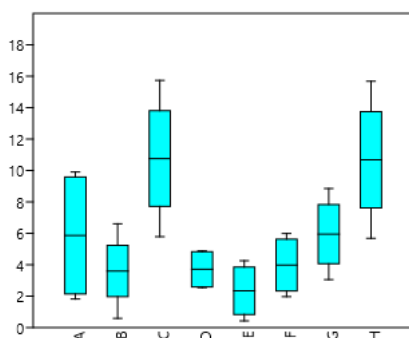


Figure. V. 16. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures sur os spongieux (*Scores end length*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

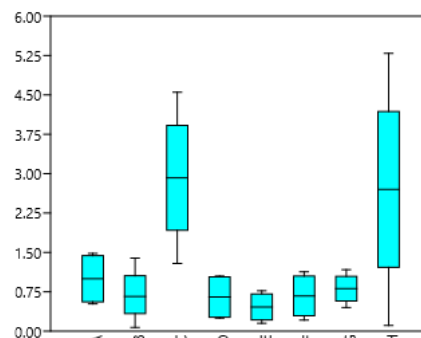


Figure. V. 17. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures sur os spongieux (*Scores end breadth*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

Dépression			
Localisation	Nombre	Long. mm	Larg. mm
Spongieux	1	5,28	3,83
Spongieux	1	4,52	3,60
Spongieux	1	4,1	4,0
Spongieux	1	4,11	3,87
Spongieux	1	5,97	3,93
Spongieux	1	4,40	2,76
Cortical	1	2,13	1,57
Cortical	1	3,2	2,9

Tableau. V. 17. – Longueurs et largeurs des différentes dépressions produites par les carnivores.

	n	Mean	95 % CI Inf	95 % CI sup	min	max	SD
Long. Dép. Cort	2	2,6	-4,13	9,45	2,13	3,2	0,76
Larg. Dép. Cort	2	2,23	-6,22	10	1,57	2,9	0,94
Long. Dép. Sp	6	4,73	3,95	5,51	4,1	5,97	0,74
Larg. Dép. Sp	6	3,66	3,18	4,14	2,76	4	0,46

Tableau. V. 18. – Paramètres métriques des morsures de carnivores sur les restes osseux de PN13. 95 % CI Inf = intervalles de confiance à 95% inférieur, 95 % CI Sup = intervalles de confiance à 95% supérieur, n = nombre d'échantillon, Mean = moyenne, Min = minimum, Max = maximum, SD = Standard déviation, Long. Dép. Cort = longueur des dépressions corticales, Larg. Dép. Cort = largeur des dépressions corticales, Long. Dép. Sp = longueur des dépressions spongieuses, Long. Dép. Sp = largeur des dépressions spongieuses.

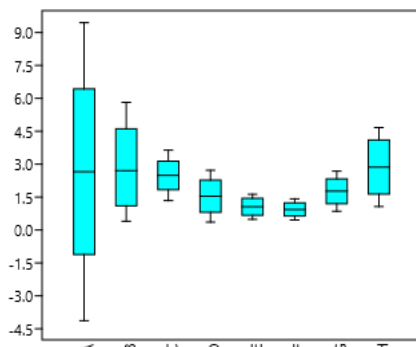


Figure. V. 18. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des dépressions corticales en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

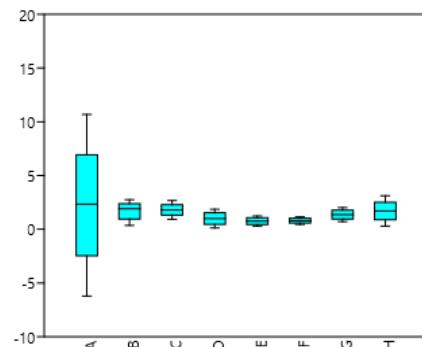


Figure. V. 19. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des dépressions corticales en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

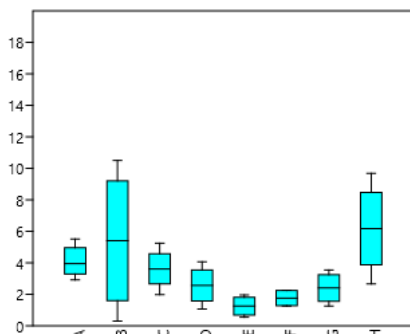


Figure. V. 20. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des dépressions spongieuses en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

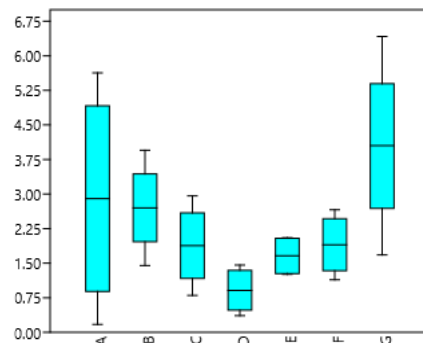


Figure. V. 21. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des dépressions spongieuses en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion

Les restes osseux affectés par la digestion présentent une surface un peu arrondie, avec un aspect plus ou moins poreux, qui résulte de l'action corrosive des sucs gastriques. Cependant, un arrondissement des bords de certains fossiles a été observé, et il est peut être dû à l'action de l'eau.

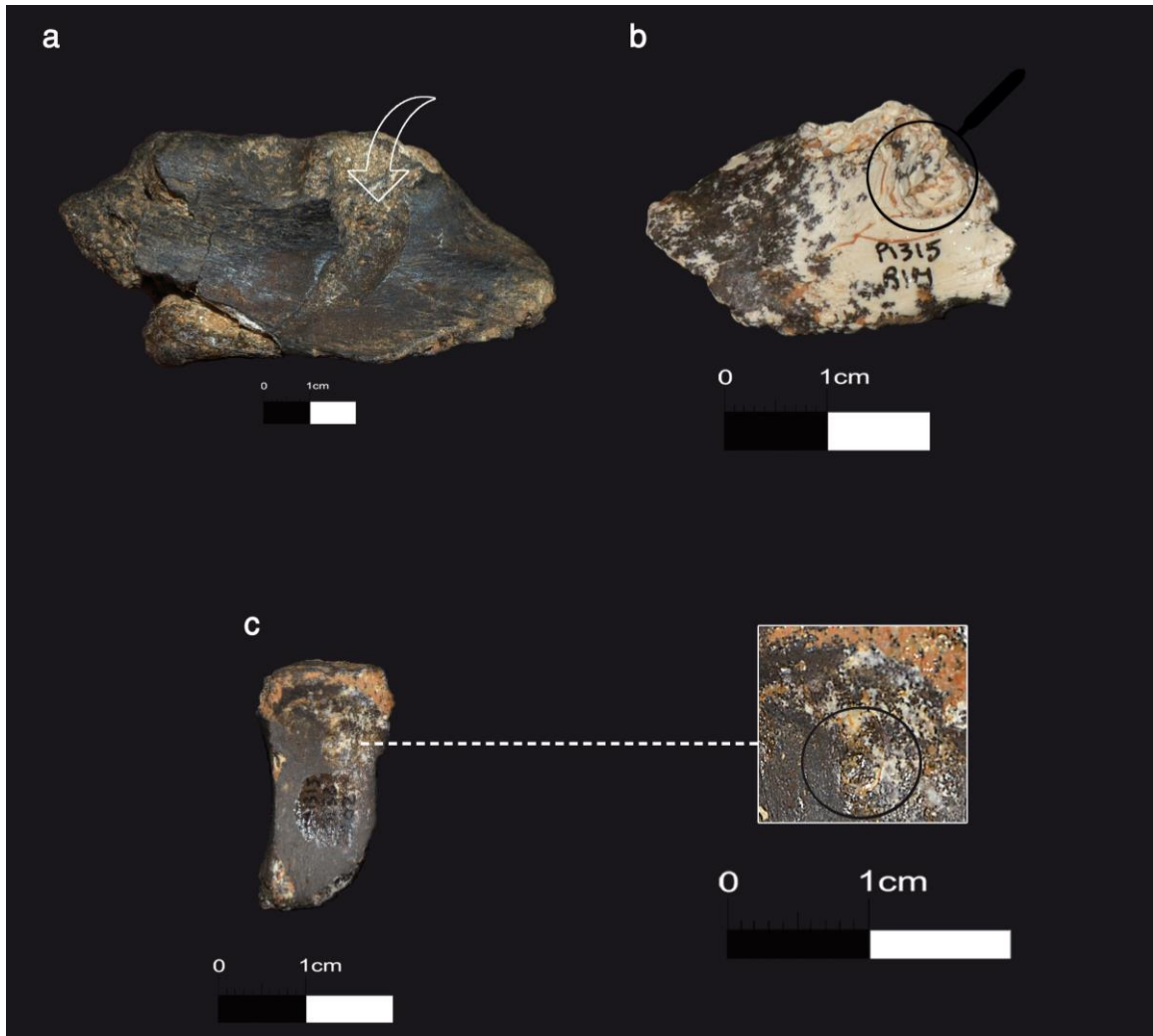


Figure. V. 22. - Différentes modifications causées par les carnivores : **a**- Rainure sur une métaphyse d'os long (animal de grande taille) causée par un grand carnivore ; **b**- Dépression sur un fragment d'os (animale de taille petite) causée par un carnivore de taille moyenne ; **c**- Dépression sur la partie dorsale d'un corps vertébral causée par un carnivore de taille petite



Figure. V. 23. - Différentes altérations produites par les carnivores : **a** et **b**-Vertèbres cervicales (animal de taille moyenne) portant des traces de consommation ; **c**- Altérations par digestion sur une diaphyse d'un métapode (animal de taille moyenne) ; **d**- Coprolithe de l'hyène ; **e**- Diaphyse d'un fémur (animal de taille moyenne) présentant des traces de consommations (piques)

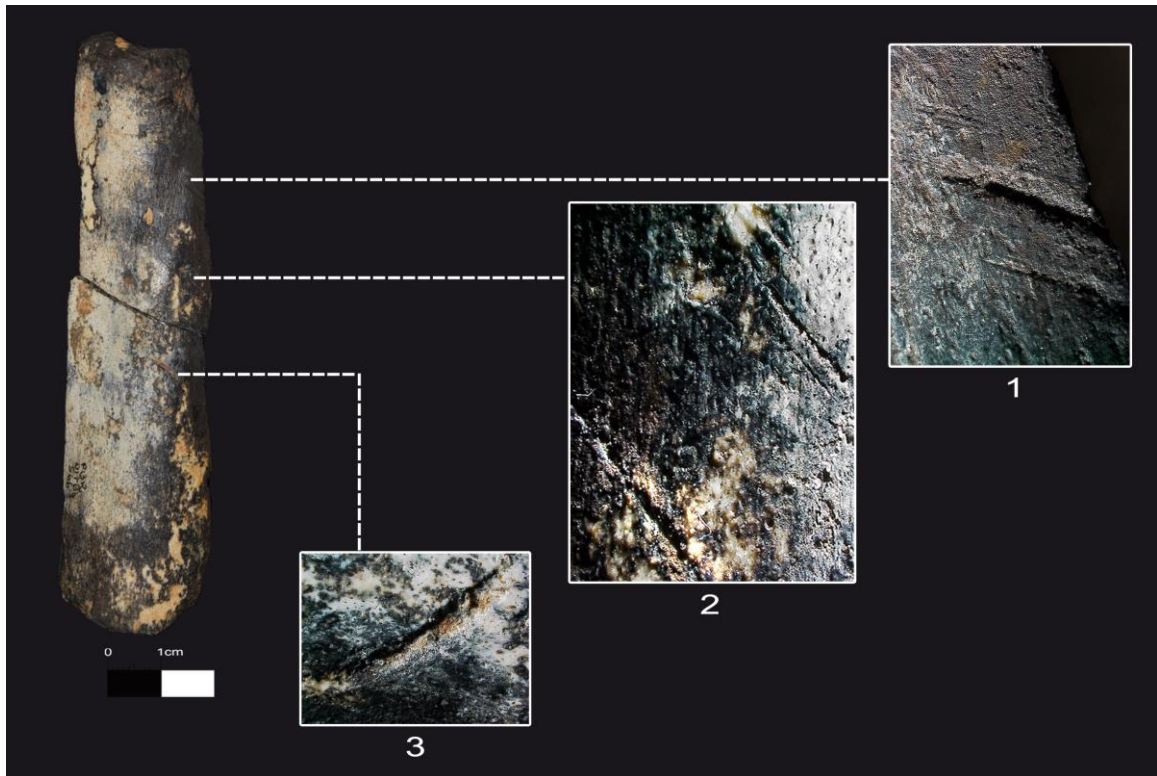


Figure. V. 24. – Traces d’activités anthropiques associées à de modifications causées par les carnivores. **1, 2-** Plusieurs incisions obliques, regroupées sur un métatarse gauche d’*Equus altidens*, avec la présence de «flaking on the shoulders of the groove » un écaillage sur les épaules de la rainure; **3-** Une rainure causée par un carnivore.

V. 5. 3. L’origine de l’accumulation

Dans le cas de l’assemblage de PN13, la plupart des agents et des processus physiques affectant cet ensemble peuvent faire disparaître certains éléments ou parties par rapport à leur fragilité, plus ou moins élevée. Afin d’évaluer la disparition de ceux-ci en rapport avec ses propriétés physiques, on doit relier le %MAU de chaque partie osseuse avec sa quantité de minéraux affectant les différentes zones d’éléments anatomiques.

Le coefficient de corrélation entre la densité minérale osseuse et le MAU nous indique la possibilité ou non d’établir un degré de confiance, une corrélation significative, directe ou inverse entre la densité minérale des os (g/cm^3) et la fréquence de ceux présentés dans notre assemblage (fig.V. 31, a, b et c). Le test de normalité concernant la densité minérale des os de grande taille présente un $P(\text{normal}) = 0,048$ et un $r = 0,406$. Pour ce qui est de la classe de taille moyenne, $P(\text{normal}) = 0,016$ et le $r = 0,480$, et enfin la classe de petite taille avec un $P(\text{normal}) = 0,016$ et le $r = 0,017$.

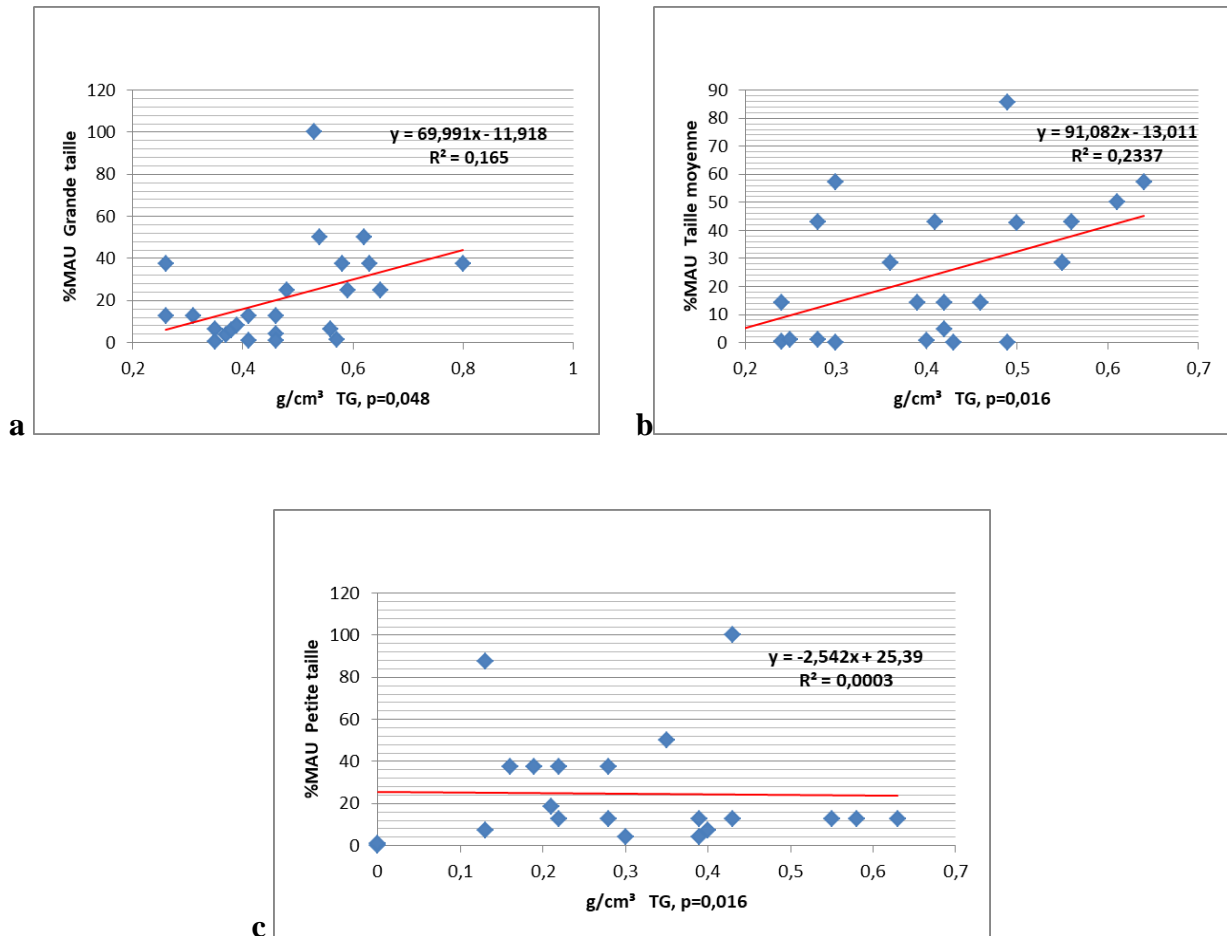


Figure. V. 25. (a, b, c). – La relation entre %MAU et la densité minérale (g/cm³) des éléments anatomiques selon les classes de poids. Les valeurs P et $r^2 \approx 0$ montrent l'existence d'une corrélation positive et significative, et la relation entre la valeur de la survie des os et de la densité minérale de l'espèce est quasiment nulle.

Les résultats obtenues sur les éléments des différentes classes de poids (fig. V. 25 a,b,c) montrent que l'existence d'une conservation différentielle pour l'assemblage de PN13 est quasiment nulle, car le degré de représentation n'est pas entièrement lié à la densité minérale des différentes parties ou des segments du squelette des animaux représentés.

Jusqu'à présent, et d'après les résultats présentés, la disparition de certaines parties anatomiques à densité plus faible est due à d'autres facteurs expliquant le biais du squelette crânien, axial et les épiphyses des os longs, en rapport avec les différentes caractéristiques de la formation du site (Arzarello et al., 2012, 2015, 2017 ; Pavia et al., 2012 ; Giusti et Arzarello, 2017) et la sélection opérés par les Hommes et/ou les carnivores).

V. 5. 4. Les processus postdépotionnels

V. 5. 4. 1. Les modifications produites par les rongeurs

Les rongeurs sont des animaux perturbateurs, à la fois introducteurs et rongeurs d'os. L'évidence de leur existence est attestée soit par leurs restes osseux, soit par leurs traces d'activité. L'action des rongeurs à PN13 a été observée sur seulement 30 fossiles, soit 2,33% de la totalité du matériel analysé. Cette altération a été déterminée par la superficie des os qui présentent une série de sillons produits par les incisions faites par ces animaux. Parmi les fossiles affectés, 23,33% portent des traces de carnivores. Cela suggère l'accès secondaire pour ces animaux aux carcasses d'animaux consommés par les carnivores à Pirro 13.

La plupart des restes affectés par les rongeurs sont des herbivores avec 30%, tandis que seulement 6,66% sont des carnivores. La grande proportion (63,33%) de restes altérés correspond aux restes non identifiables. Les fossiles qui présentent une grande proportion d'altération par les rongeurs appartiennent à la classe de poids moyenne avec 33,33%, suivie de ceux de grande taille 13,33% et enfin ceux de petite taille 6,66%. Le segment anatomique appendiculaire est le plus altéré par les rongeurs avec 63,33% de la totalité du matériel altéré.

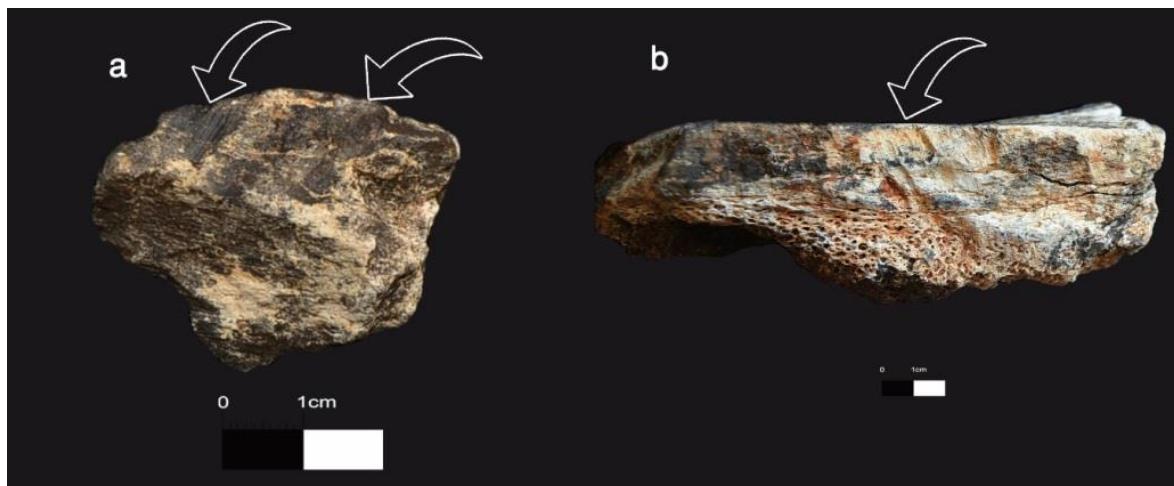


Figure. V. 26. - a, b - Action de rongeurs sur deux fragments d'os longs (animal de très grande taille, possible de de proboscidiens).

V. 5. 4. 2. Météorisation – *Weathering*

La présence de fissures sur les restes osseux analysés est attestée sur 441 fossiles, soit 34,32% de la totalité du matériel étudié. La majorité de ces restes altérés ont une longueur comprise entre 30 et 80 mm et qui représente 59,18% par rapport au matériel affecté. Ces fissures se présentent avec différents degrés d'altération ; le degré le plus élevé est celui de la catégorie initiale peu profonde avec des bords parallèles avec plus de 49,21% de la totalité des restes fissurés.

La disposition de ces fissures dans la plupart des restes est longitudinale par rapport à l'axe de l'os. Elles sont présentes dans toutes les classes de poids ainsi que dans les différents segments anatomiques : en effet elles sont abondantes dans le squelette appendiculaire (29,50%), suivi par le squelette axial (18,40%) puis le squelette crânien (3,40%).

Une proportion de 11,30% affecté par le *weathering* présente des modifications et des altérations engendrées par les carnivores. De plus, 4,40% porte des traces causées par les rongeurs. En ce qui concerne le *weathering*, il est observé dans toutes les classes de poids, précisément la grande taille (20,18%), suivi de la taille moyenne (18,14%), puis de très grande taille (8,16%), ensuite de petite taille (6,35%), et enfin de très petite taille (4,76%). La majorité de ces fissures ne sont pas profondes, avec des bords en parallèles, Selon la structure de ces fissures, nous constatons qu'elles sont le résultat d'une exposition aux différents phénomènes atmosphériques.

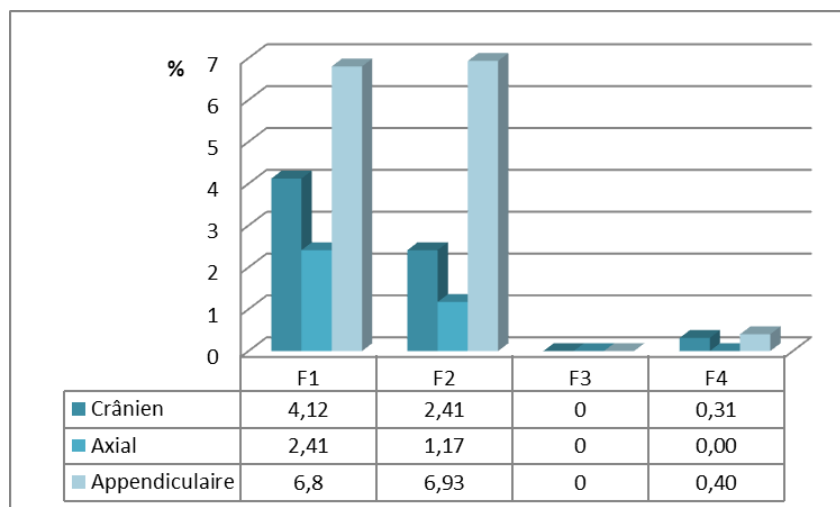


Figure. V. 27. - NR % affectés par la météorisation (*weathering*). F1 : fine ; F2 : peu profonde ; F3 : profonde et F4 : craquelures profondes.

V. 5. 4. 3. La pression de sédiments

La pression de sédiment est aussi documentée dans l'assemblage analysé avec 3,58% de la totalité du matériel. Il s'agit de craquelures de fossiles dues à une action mécanique, qui se présentent également larges, profondes avec des bords non parallèles. Tous les éléments anatomiques portant ces modifications se présentent aplatis, écrasés et déformés. Le squelette appendiculaire représente le segment le plus concerné par ce processus avec 41,30%.



Figure. V. 28. - Différents types de fissurations : **a**- Incisive inférieure gauche d'*Homotherium* portant de craquelures causées par la pression de sédiment ; **b,c,d**- Radius droit *Pseudodama*, Radius gauche. Mandibule droite de *Bison degiulii* portant des fissures très profondes causées par l'action mécanique (transport et chute dans la cave)

V. 5. 4. 4. Le piétinement

Le *Trampling* ou tout simplement le piétinement est une action pouvant être un résultat postdépositionnel biostratinomique et fossilo-diagénétique. Les résultats de cette action sont des rainures ou bien des stries de surface isolées et / ou regroupées, avec une longueur et largeur variables. Les extrémités de ces rainures apparaissent souvent et soudainement interrompu, en l'absence de toute direction. Dans la plupart des cas, les fonds de ces rainures se présentent plats, pas profonds avec une section en forme de « U ». Le piétinement ne présente, ni orientation, ni localisation en ce qui concerne les rainures ; leur distribution est aléatoire sur la surface de l'os. Les mouvements horizontaux et verticaux produits par le piétinement peuvent être difficile à reconnaître dans les sites archéologiques (Andrews et Cook, 1985 ; de Juana et al., 2010 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2017). Il peut se produire lorsque les restes sont exposés à la surface, semi ou totalement enterrés. Dans ce dernier cas, la compacité et le type de sédiment influencent sur l'apparition des rainures (fines et / ou épaisses), ainsi que la taille des restes (Gifford-González et al., 1985). Tous les critères précédemment cités sont indispensables afin de distinguer les traces de piétinement de celle produites par les hominidés.

Un nombre de 59 restes osseux fossiles, soit 4,6% de la totalité du matériel analysé porte des traces de piétinement. L'aspect de ce piétinement est majoritairement homogène sur tous les restes affectés, et il n'est bien reconnaissable qu'à l'aide d'une binoculaire. Les traces de piétinement documentées sont des stries avec une section en forme de « U » large, sans aucune striations internes (au fond). De plus, leur dispersion est aléatoire, sans aucune orientation ou localisation par rapport à l'élément altéré. Ainsi, les extrémités de ces rainures apparaissent brusquement et interrompus.

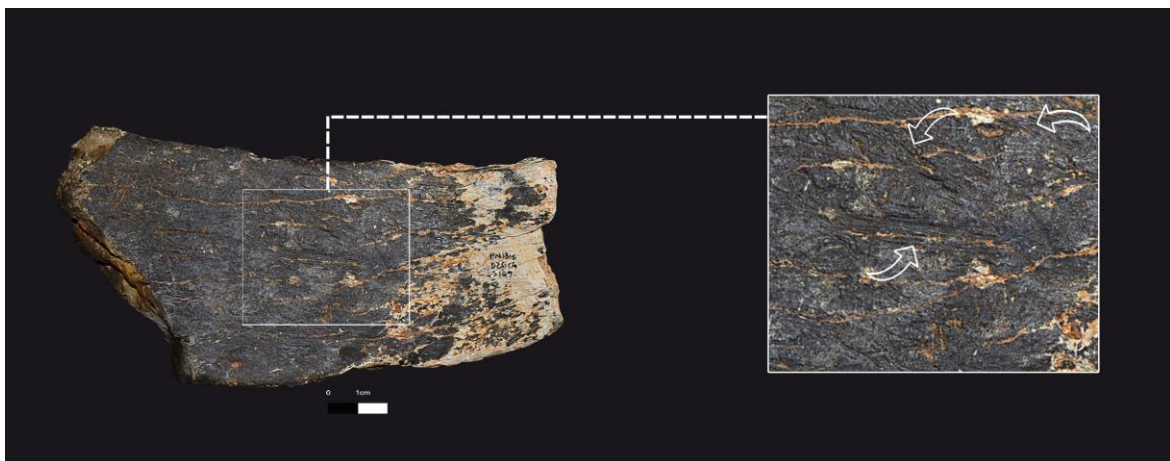


Figure. V. 29. – Traces de piétinement sur un fragment d'os long (Animal de grande taille).

Le segment anatomique appendiculaire est le plus altéré avec 42,37%. La classe de poids la plus affectée par le piétinement est la grande taille (27,12%), suivie de la taille moyenne (16,95%), puis de taille petite (5,04%), et enfin de très grande taille qui ne représente que 3,40% de l'ensemble du matériel altéré.

Piétinement	Tailles					Total
	TG	G	M	P	Indet	
Total	2	16	10	3	28	59
%	3,40	27,12	16,95	5,04	47,54	100

Tableau. V. 19. - NR altérés par le piétinement selon les classes de poids.

Le piétinement touche plus le squelette appendiculaire (1,95%) par rapport au squelette axial (0,93%), et enfin le squelette crânien (0,62%), et cela dans toutes les classes de poids. Les dimensions des restes fossiles altérés sont hétérogènes, avec une longueur comprise entre 25 et 120 mm.

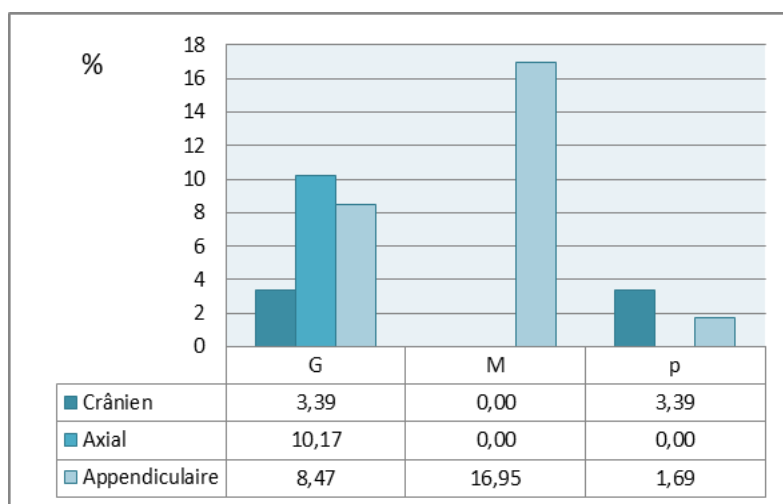


Figure. V. 30. – NR% affectés par le piétinement selon les segments anatomiques et les classes de poids.

V. 5. 4. 5. Les traces de racines de plantes

Des traces de racines de végétations ont été observées sur les surfaces des fossiles analysés, dont leur proportion est de 5,84% par rapport à la totalité du matériel étudié. Ces traces ont un aspect sinueux appelées « vermiculation » avec un fond en forme de « U ». Une proportion de 10,67% de ces restes affectés par les racines de plantes porte des traces légères de piétinement. Ainsi, 10,67% de cet assemblage présente des modifications causées par les carnivores (consommation et machouillage). Les trois principales catégories de poids sont touchées par l'altération par la végétation, dont, 24,00% pour la grande taille, 20,00% pour la taille moyenne et enfin 8,00% représente la petite taille.

Cependant, en ce qui concerne les segments anatomiques, c'est le squelette appendiculaire qui est le plus altéré avec une proportion de 53,33%, suivi du squelette axial avec 18,67% et enfin le squelette crânien avec 13,33%. Parmi les éléments du squelette appendiculaire les plus altérés, on trouve 75% de partie diaphysaire, tandis que 20% sont des épiphyses.

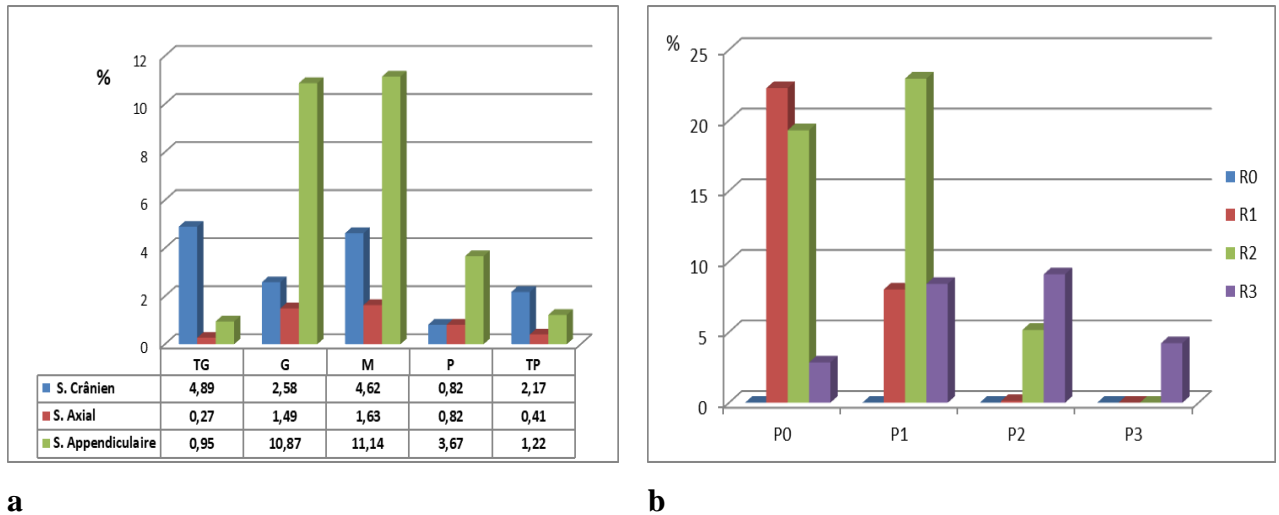
V. 5. 4. 6. L'abrasion / l'arrondissement et le polissage

Un nombre de 736 restes fossiles, soit 57,27% du matériel analysé, a été observé avec une abrasion, arrondissement et / ou polissage. Cette altération a été principalement dû à l'activité de l'eau (fig. V. 7) (Cáceres 2002; Cáceres et al., 2012). La majorité de ces restes érodés/polis appartiennent à la catégorie intermédiaire R2/P1 avec 13,05%.

De manière significative, cette altération affecte toutes les classes de poids sans exception, malgré que les deux classes de poids, grande et moyenne se montrent dominantes avec plus d'altérations de R2/P1 qui est de 9,26% pour la première et de 9,10% pour la deuxième (nombre de restes important). De même, le segment anatomique le plus altéré est le squelette appendiculaire des deux catégories de poids, moyenne (17,66%) et grande (19,29%) par rapport à celui axial est crânien. De plus, 39,13% de ces restes érodés ont déjà subi une météorisation lors d'exposition à l'air libre (avant qu'ils finissent dans la fissure), 7,47% portent des traces de racines de plantes durant leurs séjours dans la fissure, et 5,84% présente des traces de piétinement, altération produite à l'extérieur de la fissure, bien que le transport hydrique peut provoquer des striation semblables à celles du piétinement. Ainsi, la pression de sédiment a été aussi observée sur ce matériel érodé, elle représente une proportion de 5,16%. En outre, en ce qui concerne les restes érodés, nous notons que 12,9% présente des modifications engendrées par les carnivores, et 3,53% est modifié par les rongeurs. Cependant, sauf 1,50% de ce matériel présente des stigmates de percussion et 1,36% de traces de découpe.

	P0		P1		P2		P3		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
R0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R1	164	22,28	59	8,02	1	0,13	-	-	206	28,00
R2	142	19,30	169	22,96	38	5,16	-	-	349	47,42
R3	21	2,85	62	8,42	67	9,10	31	4,22	181	24,60
Total	327	44,43	290	39,40	106	14,40	31	4,22	736	100

Tableau. V. 20. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés à PN13. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.



a

b

Figure. V. 31. a,b. NR% affecté par l'abrasion, arrondissement/polissage en fonction des classes de poids et des segments anatomiques.

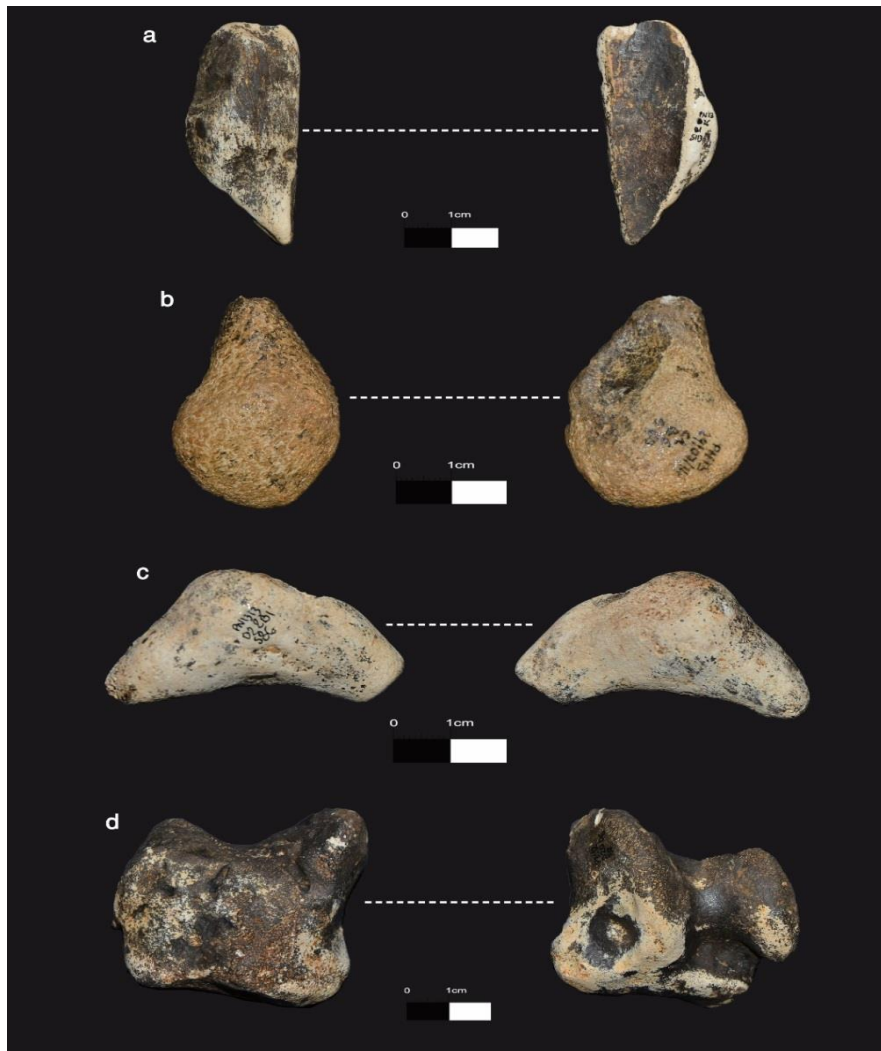


Figure. V. 32. – Différents types d'abrasion par action mécanique : a- Diaphyse d'os long érodé (R2) ; b- Epiphysse d'os long complètement érodée (R3) ; c- Fragment de bois de cervidé érodé et poli (R3) ; d- Astragale gauche d'*Equus altidens* érodé (R3).

V. 5. 4. 7. L'oxydation

La précipitation par d'oxyde de manganèse est une coloration, un revêtement tout noir en forme de plages, généralisées ou localisées, sur les surfaces des fossiles. La distribution de cette pigmentation sur les surfaces des restes fossiles n'a aucune relation avec les dimensions de ces éléments. De même, elle se manifeste d'une manière généreuse, sans exception dans toutes les différentes parties anatomiques, ainsi que dans toutes les classes de poids. La précipitation de ce type d'altération est provoquée par la présence, plus importante d'humidité dans les alentours d'un pH neutre. L'assemblage fossile de notre présent travail s'est accumulé dans un environnement à conditions karstiques, qui ont favorisé le développement de bactéries responsables de la précipitation de l'oxyde de manganèse (Courty *et al.* 1989 ; Shahack-Gross *et al.*, 1997 ; López-González *et al.*, 2006 ; Fernández-Jalvo *et Andrews*, 2016).

Dans l'assemblage osseux de PN13, une pigmentation par oxyde de manganèse et par oxyde de fer ont été bien documentées. En ce qui concerne le manganèse, il représente 97,12% des restes altérés, tandis que le fer affecte 51,83%.

Parmi le matériel affecté par l'oxydation, une proportion de 33,32% se présente avec une couche épaisse toute noire, intense couvrant toutes les surfaces des fossiles. Cependant, 40,23% portent une pigmentation noire en forme de plages sur les restes, soit localisée ou dispersée. L'altération par le fer se présente avec une couleur jaunâtre, rarement rougeâtre (cette dernière ne représente que 0,31% du matériel étudié). La précipitation en oxyde de fer ne présente aucune sélection concernant les éléments anatomiques, les différentes classes de poids ou bien les longueur/largeur des fossiles.

V. 5. 4. 8. La concrétion

La concrétion dans le matériel analysé affecte 10,50% des restes. Parmi ces restes altérés, seul 8,88% présente une couche de concrétion plus ou moins massive et cimentée. Cependant, une proportion de 91,11% de ces restes présente de fines traces de concrétions.

La formation de concrétions calcaires peut être relativement rapide autour des résidus qui sont en phase de biodégradation et sont situés dans des environnements plus ou moins confinés (Fernandez López, 2000). Les changements qui se produisent dans les conditions d'humidité du substrat doivent être pris en compte, car ils entraînent une expansion et un compactage des sédiments et leur humidification et séchage (Courty *et al.*, 1989).



Figure. V. 33. – **a-** Astragale gauche de *Pseudodama cf. farnetensis* complètement couvert d'une couche de manganèse ; **b-** Tibia gauche de *Praemegaceros* avec des plages de manganèse associé à des traces d'oxyde de fer ; **c-** Mandibule droite de *Pseudodama cf. farnetensis* avec une couche fine de concrétion ; **d-** Dent jugale supérieure droite d'*Equus altidens* recouverte d'une concrétion massive.

V. 5. 4. 9. La corrosion chimique

Le matériel récupéré à PN13 présente d'autres formes d'altérations, dont la corrosion avec une proportion de 6,30%. La principale caractéristique de cette altération est la perte, étant non systématique, de tissu par action chimique (Fernández-Jalvo et al. 2010 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016). La majorité des restes affectés par la corrosion appartiennent aux animaux de grande taille.

Un autre type d'altération a été observé, il s'agit de dissolution chimique avec un pourcentage de 0,85%.

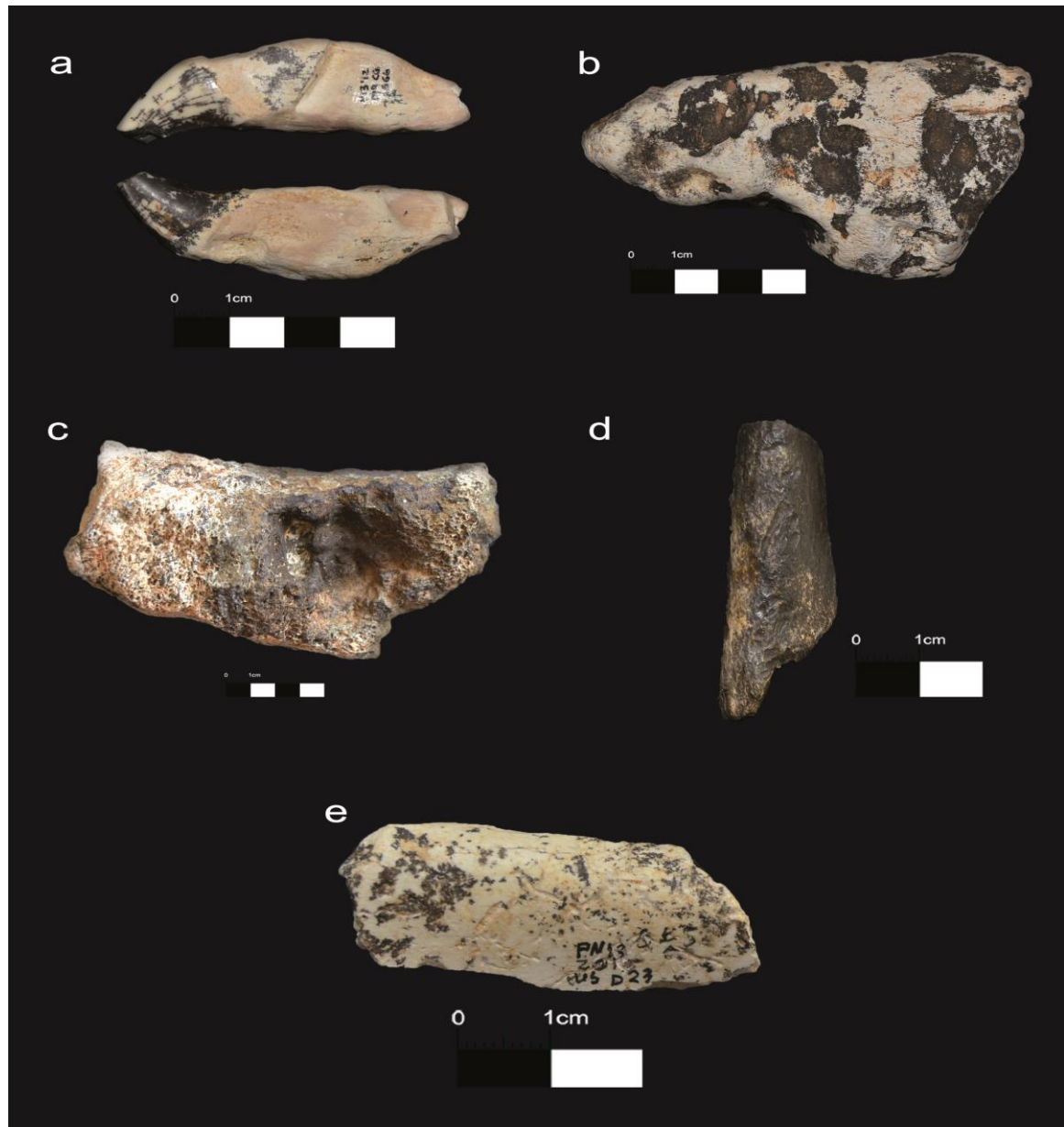


Figure. V. 34. - Modifications produites par des agents fossilo-diagénétiques. **a-** Canine d'un grand félin portant des traces de dissolution chimique ; **b-** Diaphyse d'os long (animal de grande taille) altérée par la dissolution chimique ; **c-** Fragment d'os long (animal de très grande taille) présentant des traces de dissolution chimique ; **d-** Diaphyse d'os long (animal de taille moyenne) présentant des traces de corrosion chimique ; **e-** Diaphyse d'os long (animal de petite taille) présentant des traces de racines de végétations.

V. 6. L'indice de l'utilité alimentaire - nutritive.

Dans cette partie, bien que nous partions du principe que l'assemblage n'est pas en position primaire (comme l'indique d'autres études), ces indices sont appliqués afin d'évaluer le rôle des principaux agents accumulateurs.

Les valeurs de $P(normal)$, r et r^2 sont calculées pour les différentes catégories de poids et selon le degré de survie et le coût en viande (valeur nutritive) de chaque classe

(tab. V.21). Les résultats obtenus (tab. V. 22), montrent l'absence d'une corrélation statistique significative entre les valeurs (S)FUI (*Standard Food Utility Indexe*) et celles de viande et du degré de survie.

Degré de survie	Coût en viande	Partie anatomique	(S)FUI	NME TG	MAU	%MAU	NME TM	MAU	%MAU	NME TP	MAU	%MAU
Elevé	Bas	Bois	1	3	1,5	37,5	1	0,5	14,29	0	0	0
Elevé	Elevé	Crâne	9,1	3	3	75	2	2	57,14	3	3	75
Elevé	Elevé	Mandibule	11,5	4	2	50	2	1	28,57	8	4	100
Elevé	Bas	Axis	10	1	1	25	0	0	0	0	0	0
Bas	Elevé	Cervicale	37,1	1	0,14	3,57	1	1	28,57	2	0,15	3,85
Bas	Bas	Thoracique	47,3	3	0,23	5,77	2	0,15	4,40	0	0	0
Bas	Elevé	Lombaire	33,2	2	0,33	8,33	0	0	0	3	0,5	12,5
Bas	Elevé	Côte	51,6	2	0,06	1,51	2	0,06	1,73	3	0,09	2,27
Bas	Bas	Scapula	44,7	3	1,5	37,5	4	2	57,14	3	1,5	37,50
Elevé	Bas	Humérus	36,8	4	2	50	2	1	28,57	8	4	100
Elevé	Bas	Radius-Ulna	25,8	7	1,75	43,75	2	0,5	14,28	11	2,75	68,75
Elevé	Bas	Métacarpe-Carpal	5,2	12	0,85	21,43	2	0,14	4,08	4	0,28	7,14
Bas	Elevé	Coxal	49,3	4	4	100	3	3	85,71	4	4	100
Elevé	Bas	Fémur	100	2	1	25	3	1,5	37,14	7	3,5	87,50
Elevé	Bas	Tibia-Tarsal	62,8	29	2,42	60,42	11	0,92	26,19	6	0,5	12,50
Elevé	Bas	Métatarse	37	8	4	100	3	1,5	42,86	3	1,5	37,50
Bas	Bas	Phalange	19,4	18	0,75	18,75	6	0,25	7,14	15	0,62	15,62

Tableau. V. 21. – Les valeurs de (S)FUI (*Standard Food Utility Index*), NME, MAU, %MAU du matériel faunique de PN13, selon les classes de poids, les valeurs de viande et le degré de survie (Metcalf et Jones, 1988)

	Valeurs	TG	TM	TP
Survie élevée	<i>P(normal)</i>	0,995	0,339	0,383
	<i>r</i>	0,002	0,337	0,309
	<i>r</i> ²	0,000004	0,113	0,095
Survie basse	<i>P(normal)</i>	0,560	0,425	0,561
	<i>r</i>	0,270	0,361	0,268
	<i>r</i> ²	0,073	0,130	0,072
Coût élevé	<i>P(normal)</i>	0,631	0,888	0,373
	<i>r</i>	0,248	0,075	0,447
	<i>r</i> ²	0,061	0,005	0,200
Coût bas	<i>P(normal)</i>	0,810	0,078	0,106
	<i>r</i>	0,082	0,552	0,513
	<i>r</i> ²	0,007	0,305	0,263

Tableau. V. 22. – Les valeurs de *P(normal)*, de *r* et de *r*² de la corrélation entre (S)FUI et %MAU selon le degré de survie, le coût en viande pour chaque classe de poids.

L'application de l'indice utilitaire (tab. V. 23) sur l'assemblage de PN13 ne montre aucune corrélation entre le %MAU et le GUI et cela dans toutes les catégories de poids. Ces résultats nous mènent à l'application de l'indice de moelle insaturés *Unsaturated Marrow Index* (UMI) (tab. V. 25) pour une analyse exhaustive.

Eléments anatomiques	G				M				P			
	GUI	NME	MAU	%MAU	GUI	NME	MAU	%MAU	GUI	NME	MAU	%MAU
Crâne	-	-	-	-	17,49	2	2	57,14	-	-	-	-
Crâne+mandibule	14,2	7	2,33	58,33	30,26	2	1	28,57	25,74	3	3	75
Axis	7,8	1	1	25	9,79	0	0	0	18,68	0	0	0
Cervicale	56,6	1	0,14	3,5	35,71	1	0,14	4	55,33	2	0,28	7,14
Thoracique	84,7	3	0,23	5,77	45,53	2	0,15	0,44	46,49	0	0	0
Lombaire	82,9	2	0,33	8,33	32,05	0	0	0	38,9	3	0,5	12,5
Côte	100	2	0,06	1,5	49,77	1	0,03	0,86	100	1	0,03	0,75
Scapula	31,6	3	1,5	37,5	43,47	2	1	28,57	45,06	3	1,5	37,5
Coxal	54,7	4	4	100	47,89	3	3	85,71	81,5	4	4	100
Humérus prox.	31,6	0	0	0	30,23	1	0,5	14,28	29,5	7	3,5	87,5
Humérus dist.	25,1	2	1	25	29,58	1	0,5	14,28	29,31	0	0	0
Radius-Ulna prox.	16,1	1	0,25	6,25	16,71	2	0,5	14,28	15,18	8	2	50
Radius-Ulna dist.	12,1	1	0,25	6,25	17,82	0	0	0	15,81	3	0,75	18,75
Carpal	6,6	5	5	0,42	5,51	10,5	0	0	5	0,00	2	0,16
Métacarpe prox.	3,9	3	1,5	37,5	8,24	3	1,5	42,86	6,37	1	0,5	12,5
Métacarpe dist.	2,6	1	0,5	12,5	8,83	0	0	0	6,79	0	0	0
Fémur prox.	69,4	1	0,5	12,5	98,32	3	1,5	42,86	79,38	3	1,5	37,5
Fémur dist.	69,4	1	0,5	12,5	100	3	1,5	42,86	80,58	3	1,5	37,5
Tibia prox.	40,8	3	1,5	37,5	27,57	4	2	57,14	22,71	2	1,5	37,5
Tibia dist.	25,5	1	0,5	12,5	29,46	3	1,5	42,85	23,41	1	0,5	12,5
Astragale	13,6	4	2	50	11,23	4	2	50	6,64	1	0,5	12,5
Calcaneum	13,6	3	1,5	37,5	12,4	4	2	57,14	7,27	1	0,5	12,5
Métatarse prox.	7,5	2	1	25	15,03	2	1	28,57	8,02	1	0,5	12,5
Métatarse dist.	4,5	0	0	0	16,24	1	0,5	14,28	8,46	1	0,5	12,5
Phalange I	2,4	4	0,16	4,16	3,52	4	0,16	4,76	4,33	7	0,29	7,29
Phalange II	2,4	1	0,04	1,04	3,52	1	0,04	1,19	4,1	4	0,16	4,16
Phalange III	2,4	1	0,04	1,04	3,52	1	0,04	1,19	3,49	4	0,16	4,16

Tableau. V. 23. – Les valeurs de l'*Utility Index*, NME, MAU, %MAU des restes osseux de PN13. (Pour le Bison Lyman, 1994; pour le renne et le ovis aries Metcalfe et Jones, 1988) selon les classes de poids.

<i>General Utility Index</i> (GUI)	TG	TM	TP
<i>P(normal)</i>	0,885	0,144	0,100
<i>r</i>	0,029	0,288	0,329
<i>r</i> ²	0,0008	0,083	0,108

Tableau. V. 24. – Les valeurs de *P(normal)*, de *r* et de *r*² de la corrélation entre GUI et %MAU selon les classes de poids

Les résultats de l'indice de moelle insaturés *Unsaturated Marrow Index* (UMI) indiquent qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative, malgré que les éléments de taille moyenne et ceux de petite taille présentent la valeur de *P(normal)* < 0,05.

Éléments anatomiques	UMI	G			UMI	M			UMI	P		
		NME	MAU	%MAU		NME	MAU	%MAU		NME	MAU	%MAU
Humérus	75,7	4	2	50	22,8	2	1	28,57	11,5	8	4	100
Radius-Ulna	44,33	6	3	75	26,3	2	1	28,57	10,2	6	3	75
Carpal	-	5	0,42	10,5	0,9	0	0	0,00	0,9	2	0,16	4
Métacarpe	14,0	7	3,5	87,5	19,6	2	1	28,57	7,5	2	1	25
Fémur	100	2	1	25	34	3	1,5	42,86	15,8	7	3,5	87,5
Tibia	52,4	8	4	100	51,1	7	3,5	100,00	18,89	3	1,5	37,5
Tarsal	-	21	2,1	52,5	0,9	4	0,4	11,43	2,8	3	0,3	7,5
Astragale	-	4	2	50	0,9	4	2	50	-	1	0,5	12,5
Calcaneum	-	3	1,5	37,5	2,6	4	2	57,14	-	1	0,5	12,5
Métatarse	14,7	8	4	100	46,5	3	1,5	42,86	8,7	3	1,5	37,5
Phalange I	2,6	4	0,16	4,16	3,7	4	0,16	4,76	1,8	7	0,29	7,29
Phalange II	-	1	0,04	1,04	1,8	1	0,04	1,19	0,9	4	0,16	4,16
Phalange III	-	1	0,04	1,04	0,9	1	0,04	1,19	0,9	4	0,16	4,16

Tableau. V. 25. – Les valeurs d'Unsaturated Marrow Index (UMI), NME, MAU et %MAU Selon les différentes classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)

Unsaturated Marrow Index (UMI)	TG	TM	TP
<i>P(normal)</i>	0,415	0,012	0,002
<i>r</i>	0,247	0,670	0,765
<i>r</i> ²	0,061	0,450	0,585

Tableau. V. 26. – Les valeurs de *P(normal)*, de *r* et de *r*² de la corrélation entre UMI et %MAU selon les classes de poids.

V. 7. Le Ratio Epiphyse-Diaphyse

Les différents agents impliqués dans la fragmentation des fossiles de PN13 peuvent répondre aux questions et aux problématiques soulevées précédemment. Dans la plupart des cas, la fragmentation de ces restes est liée aux aspects naturels de la formation du site ; par conséquent, la fracturation mécanique causée par les processus postdépositionnels paraît plus importante. A l'inverse, on ne peut assimiler une accumulation sans la compréhension de l'intervention de tous les autres agents biologiques.

Classes de poids	Epiph. Prox.		Epiph. Prox. + Diaph.		Diaph.		Epiph. Dist. + Diaph.		Epiph. Dist.		Entier		Total	
	NISP	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
G	3	2,83	2	1,89	6	5,66	0	0,00	6	5,66	0	0	17	16,04
M	9	8,49	4	3,77	24	22,64	4	3,77	13	12,26	0	0	54	50,94
P	5	4,72	5	4,72	14	13,21	4	3,77	7	6,60	0	0	35	33,02
Total	17	16,04	11	10,38	44	41,51	8	7,55	26	24,53	0	0	106	100

Tableau. V. 27. – Proportions conservées des restes : humérus, radio-ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarse : selon les classes de poids les plus importantes. **G** : grande ; **M** : moyenne ; **P** : petite ; **Epiph** : épiphyse ; **Dist** : distal ; **Prox** : proximal ; **Diaph** : diaphyse

Dans l'assemblage osseux étudié, excepté quelques tarsiens, carpiens et phalanges, les os entiers sont complètement rares. Les extrémités proximales et distales d'os longs sont un peu moins fréquentes que les parties diaphyses/métaphyse. Cette disparition d'épiphyses peut être engendrée par les mêmes actions qui ont détruit le squelette axial des carcasses de ces animaux. A cet égard, il convient d'examiner s'il existe une relation entre la perte des os à tissu spongieux et le comportement des hominidés et / ou carnivores. Pour les trois principales catégories de taille, nous avons calculé le nombre d'épiphyses existant au niveau spécifique, le nombre de diaphyses et celui d'épiphyses espéré (en fonction de la totalité du matériel). En parallèle, le calcul du pourcentage de change et le ratio *épiphyses/diaphyses* a été effectué afin de vérifier la présence ou non des épiphyses des os longs.

Pirro 13	G	M	P
Epiph. (NISP)	9	29	15
Diaph. (NISP)	6	25	20
Epiph. Esp.*	58	36	46
Ratio: Epiph-Diaph.	1,5	1,16	0,75
% de change	84,48	19,44	67,36

Tableau. V. 28. – Analyse d'épiphyses, de diaphyses et du pourcentage de change (détérioration). **Epiph** : épiphyse ; **Dist** : distal ; **Prox** : proximal ; **Diaph** : diaph ; **Esp** : espéré ; (*) En rapport avec le NME

Il est à noter que certaines expérimentations qui ont impliqué fortement les carnivores, ont montré de faibles pourcentages de modifications (5-10% de traces de dents) (Capaldo, 1998). Une des signatures de l'action des carnivores est la consommation de la graisse contenue dans les épiphyses. Le ratio *épiphyses/diaphyses* indique l'importance des modifications d'un assemblage par les carnivores (Blumenschine et Marean, 1993). L'analyse comparée des sites du complexe ST (Domínguez-Rodrigo et al., 2002) et celui PN13, montre une sous-représentation des épiphyses pour les herbivores et un pourcentage de détérioration, plus ou moins élevé. Les

valeurs obtenues à PN13 indiquent une contribution, sans doute, des carnivores dans la modification de cet assemblage (fig. V. 7).

Enfin, la comparaison avec les données de Dominguez-Rodriguez et al. (2002), toutes les valeurs du matériel ont été prises afin de calculer le ratio *épiphyses/diaphyses* d'os longs et le total de variation (% de change ou de détérioration) de celle-ci en relation avec le NME des restes d'épiphyses et de diaphyses du même élément. En comparant les valeurs des éléments de grande taille avec celles de taille moyenne fournies par Dominguez-Rodriguez et ses collègues (2002), p (normal) = 0,870 et r = 0,201. Ces profils squelettiques observés pour les différentes classes de poids présentent des caractéristiques décrites pour des assemblages où l'impact des carnivores est avéré.

V. 8. Discussion et synthèse interprétative

Depuis la découverte d'artefacts lithique à Pirro Nord 13, évidence indirecte de la plus ancienne présence du genre *Homo*, l'exploitation du site a été utilisée conjointement avec des études pluridisciplinaires (Arzarello et al., 2007, 2009, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 ; Arzarello et Peretto, 2010). Par la suite, plusieurs études et approches taphonomiques ont été menées sur les différents assemblages de Pirro Nord (Bagnus, 2011 ; Zunino et al., 2012 ; López-García et al., 2015 ; Giusti et Arzarello, 2017 ; Berruti, 2017).

La fissure de Pirro 13 a livré un riche assemblage de vertébrés considéré comme l'Unité Faunique de Pirro Nord qui, peut-être liée à d'autres assemblages fauniques européens tels que Venta Micena (Espagne) et Apollonia 1 (Grèce) (Rook et Martinez-Navarro, 2010). Cette faune est associée à des vestiges lithiques attribués au mode 1, témoignant de la plus ancienne évidence de la présence humaine au début du Pléistocène inférieur en Europe (De Giuli et al., 1987 ; Abbazzi et al., 1996 ; Peretto et al., 1998 ; Carbonell et al., 2001, 2008 ; Peretto, 2005 ; Parés et al., 2006 ; Arzarello et al., 2007, 2009 ; Pavia et al., 2008, 2012 ; Crochet et al., 2009 ; Toro-Moyano et al., 2009 ; Desprière et al., 2010 ; Zunino et al., 2012 ; Giusti et Arzarello, 2017). L'interprétation des données bichronologiques, sur la base d'espèces de micromammifères récoltées à Pirro, précisément la présence d'arvicolidé *Allophaimys ruffoi*, la chronologie du site a été attribuée à un intervalle compris entre 1,3 et 1,6 Ma (Gliozzi et al., 1997 ; Marcolini et al., 2013 ; López-García et al., 2015).

L'assemblage analysé provient de la fissure PN13, une composante résiduelle d'un large système karstique (Giusti et Arzarello, 2017). Dans notre présent travail, en tenant compte du type de l'accumulation (dépôt en seconde déposition), le contexte stratigraphique et sédimentaire (Arzarello et al., 2009, 2012, 2015 ; Pavia et al., 2012 ; López-García et al., 2015 ; Giusti et Arzarello, 2017), tous les restes fauniques récupérés à PN13 ont été étudiés et traités comme un seul et unique assemblage. Ainsi, nous faisons rappeler que notre échantillon étant en seconde déposition par rapport à celle origine n'est pas dans son intégralité originale, et donc, d'un point de vue quantitatif, il présente un biais.

Le spectre faunique à PN13 est prédominé par les cervidés, *Pseudodama* cf. *farnetensis* contenant la représentation anatomique la plus complète (segment crânien et postcrânien). A l'exception de la classe de poids de très grande taille et celle de très petite, majoritairement représentées par les restes du segment crâniens par rapport à ceux appendiculaires et axiaux, toutes les autres catégories de tailles sont représentées par les éléments du segment anatomique appendiculaire, suivi du squelette crânien puis de celui axial. Cependant, les ceintures scapulaires et pelviennes, ainsi que les vertèbres et les côtes sont beaucoup moins représentées par rapport aux autres parties anatomiques. En revanche, précisément le squelette appendiculaire diffère d'une classe de poids à une autre. Dans la classe de poids de grande taille, le squelette appendiculaire est représenté par les métapodes (12,24%), suivi de zeugopodes (8,16%), et enfin de stylopodes (3,06%). Par contre, chez la taille moyenne, ce sont les stylopodes les mieux représentés (28,30%), suivi de métapodes (20,75%), et enfin de zeugopodes (18,87%). Enfin, les restes appendiculaires de la taille petite sont représentés par 28,30% de stylopodes, de 20,75% de métapodes, et enfin de 18,87% de zeugopodes.

Cette distribution indique une prédominance d'éléments et de parties d'éléments de survie élevée par rapport à ceux de faible survie (Marean et Cleghorn, 2003, Cleghorn et Marean, 2004), clairement dans la classe de taille moyenne et celle petite. Néanmoins, dans la classe de poids de taille grande, ce sont les éléments de faible survie qui sont les mieux représentés (métapodes). Cette représentation anatomique est courante dans les ensembles archéologiques (Lyman, 1994). Les agents ou les processus qui peuvent altérer le profil anatomique original sont multiples et peuvent conduire à des résultats similaires (Marean et Spencer, 1991). Ces agents peuvent être liés à: des processus post-dépositionnelles (comme le transport hydrique, le piétinement, la météorisation et la corrosion chimique) ; à des décisions de transport appliqué par les groupes d'hominidés ou

bien à l'action des carnivores sur les restes abandonnés par les hominidés; ou à la combinaison de l'activité de plusieurs agents et/ou processus.

Les multiples processus qui peuvent altérer les profils anatomiques originaux composant un ensemble montrent une équifinalité marquée. Ceci a fait que les aspects méthodologiques actuels suggèrent que les éléments de faible survie ne sont pas considérés comme reconstruisant dans la recherche les profils squelettiques originaux. Les côtes, les vertèbres, les coxaux, les phalanges et les os compacts sont plus susceptibles de disparaître que d'autres éléments anatomiques (Marean, 1991 ; Marean et al., 1992 ; Marean et Clerghorn, 2003 ; Clerghorn et Marean, 2004).

L'assemblage de PN13 présente un degré de fragmentation assez élevé (54,47%), confirmé par l'absence totale d'éléments en liaison anatomiques ou même entiers et par la grande fréquence des fossiles aux circonférences $< 1/4$. Tandis que, les éléments squelettiques de l'assemblage de PN10 sont bien conservés (taux de fragmentation bien inférieur à celui de PN13) (Bagnius, 2011). Généralement, les restes squelettiques à PN10 sont complètement désarticulés, mais des spécimens en connexion anatomique sont présents, et des os appartenant clairement au même individu ont été trouvés ; soit en position associée, dispersée ou bien désarticulés mais associés (Zunino et al., 2012). Tandis, l'état de conservation des surfaces corticales de ces fossiles à PN10 reste moins bonne (présence de forte météorisation, de desquamation et d'abrasion) par rapport à celle des fossiles de PN13.

Les dimensions des fossiles fragmentés montrent une hétérogénéité dans leur fragmentation, mais il semble y avoir une certaine signification à ce propos. L'application de la méthode de Villa et Mahieu (1991) dans l'analyse de la fracturation de ces fossiles a révélé la présence de la fracturation sur os frais (agents biologiques hommes et/ou carnivores), dans l'objectif d'obtenir la moelle osseuse de ces os. En parallèle, la fracturation sur os sec n'est pas épargnée, elle représente 52,67%, résultats de différents processus postdépositionnels et autres agents, comme le résultat d'impact avec les blocs et les galets de carbonates tombants sur les restes lors de l'effondrement.

L'analyse taphonomique de l'assemblage osseux de PN13 a révélée diverses altérations postdépositionnelles (APDs) liées, non seulement à l'état de conservation de ces restes, mais aux caractéristiques de l'accumulation dans cette fissure karstique (Fernández-Jalvo, 1992 ; Abbazzi et al., 1996 ; Fernández-Jalvo et Andrew, 2003, 2016 ; Pavia et al., 2010, 2012 ; Zunio et al., 2012 ; Giusti et Arzarello, 2017). Ces différentes APDs nous ont

été un moyen puissant et crucial afin d'analyser et d'augmenter l'information concernant les processus de formation de l'accumulation des vertébrés dans cette fissure.

Comme nous l'avons précédemment souligné, l'assemblage osseux étudié a été traité en un seul lot, sans considérer les unités stratigraphiques qui ne sont qu'artificielles, et on ne peut les exploiter lors de l'interprétation. De ce fait, afin d'élever et améliorer l'information relative aux processus de formations de l'accumulation de l'assemblage, la discussion des données va dans un sens globale selon les différentes catégories de poids.

Les différentes altérations taphonomiques décrites jusqu'à présent sont celles qui se produisent durant la phase nutritionnelle des carcasses, spécifiquement en raison de l'activité des carnivores et des hominidés. En revanche, l'analyse nous a ainsi révélé la présence d'autres modifications et altérations liées aux phases sub-aériennes *sensu* Capaldo (1997). L'impact des rongeurs sur les fossiles de l'assemblage analysé est rare, et cela dans toutes les classes de poids, sans aucune distinction entre les parties ou les éléments anatomiques. Pareillement, les traces de racines de végétation sont pauvres, et sont présentes dans toutes les classes de poids d'une manière aléatoire sans aucune distinction entre les segments ou les éléments anatomiques. De même, l'altération par le piétinement affecte toutes les différentes catégories de taille, sans aucune différence entre les éléments ou segments anatomiques. Ces altérations suggèrent que les restes analysés ont subi ces mêmes altérations dans une même entité. Ainsi, l'altération par les rongeurs peut évoquer une exposition des restes pour une durée relative avant d'être enfouis (Fernández-Jalvo et Andrews, 2016).

La modification par abrasion arrondissement/polissage est remarquable dans l'assemblage osseux de PN 13 (57,27%), dont la majorité de ces restes érodés/polis appartiennent à la catégorie d'abrasion intermédiaire R2/P1 et 24,60% représente le degré avancé (stade 3). Selon les critères utilisés par Cáceres (2002) et Cáceres et al. (2012), cette altération est principalement causée par l'action de l'eau. Cela est probant par rapport au contexte sédimentaire de ce matériel, qui se compose de sables fins argileux ayant la capacité de produire un taux d'arrondissement remarquable (Fernández-Jalvo et Andrew, 2003). Un tel degré d'abrasion peut être provoqué par un ou plusieurs processus naturels, toujours délicats à cerner et à distinguer (Costamagno, 1999) : processus fluviaux (Voorhies, 1969 ; Andrews, 1995 ; Behrensmeyer, 1990 ; Fernández-Jalvo et Andrews 2003), piétinement (Brain, 1967), activité éolienne (Shipman et Rose, 1983), action de Gastéropodes (Morel, 1986) et enfin charriage à sec (Koby, 1943, 1953). Toutefois, une

proportion de 1,89% de des restes arrondis se présente partiellement érodé, sur un seul ou une partie du fossile. Cela suggère, qu'à un moment donné, il existe quelques petits ruissèlements à basse énergie qui affleurent les surfaces des fossiles semi découverts. Aussi, une proportion de 5,52% du matériel affecté par l'abrasion présente des traces du piétinement produit à l'extérieur de la fissure, bien que le transport hydrique peut provoquer des striations semblables à celles du piétinement (Andrew, 1990).

La météorisation est ainsi documentée dans l'assemblage de PN13 avec 34,32%, dont son impact se voit sur la majorité des classes de poids, d'une façon abondante sur les éléments perpendiculaires, les mieux représentés en nombre de restes. Cette altération se manifeste en tant que fissures, desquamation ou écaillage cortical de l'os, dont les deux derniers représentent 9,30% du matériel affecté. L'altération par la météorisation suggère que les fossiles ont été exposés pour une courte durée à l'air libre (Behrensmeyer, 1978 ; Andrews, 1990 ; Andrews et Whybrow, 2005 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016).

L'altération la plus répandue sur les fossiles à PN13 est la présence d'une forte précipitation de l'oxyde de manganèse (97,12%), dont l'origine est liée à des oscillations de l'eau à l'intérieur de la fissure karstique, car les mêmes types de patines d'oxydation sont également observés sur des blocs d'effondrement et sur les galets dans le sédiment qui est d'une couleur rouge foncé. La pression de sédiment a été ainsi documentée dans l'assemblage analysé avec 3,58% de la totalité du matériel. Il s'agit de fossiles partiellement / complètement fracturés, craqués, écrasés et/ou déformés. Selon Fernández-Jalvo et Andrews (2016), ces différentes modifications sont fréquemment causées par une action mécanique lors de la chute chaotique des fossiles et des blocs à l'intérieur de cette fissure.

D'une manière générale, il existe une certaine interaction entre la météorisation et l'abrasion (Andrews 1995). Les restes affectés par la météorisation à PN13 présentent un degré avancé d'abrasion, et il était évident qu'ils soient plus arrondis par l'abrasion du fait qu'il soit altéré par la météorisation. Les résultats obtenus montrent que les degrés d'abrasion et d'arrondissement sont plus ou moins proportionnels au degré d'altération ; les fossiles à faible incidence d'abrasion se présentent avec peu de signes de météorisation, tandis que les fossiles à forte incidence d'abrasion avaient le degré élevé de météorisation ; selon Fernández-Jalvo et Andrews (2016), ce sont souvent les restes fortement altérés par la météorisation qui présentent un degré élevé d'abrasion.

L'assemblage osseux de PN13, d'un point de vue taphonomique, se caractérisent par une conservation qu'on peut suggérer comme homogène, la présence de certaines similarités entre les fossiles des classes de poids concernant les différentes altérations postdépositionnelles, avec la présence de l'oxydation par le manganèse et le fer, phénomène qui, selon Berruti (2017) et Giusti et Arzarello (2017), a été déjà observé et identifié sur les artefacts lithiques associés à cette faune. De plus, l'analyse tracéologique de ces artefacts lithiques recueilli dans cette fissure (Berruti, 2017), dévoile la présence de traces d'utilisation (*usewear*) bien distingué et que ces pièces ont été transportées sur une courte distance, conclusion qui rejoint l'hypothèse d'Arzarello et al. (2012) sur l'origine de dépôt de ces artefacts lithiques très avoisinante de la fissure.

L'analyse taphonomique de l'assemblage osseux de PN13 a révélé l'existence des preuves évidentes d'une exploitation de la viande et de la moelle des ongulés par les hominidés, dont la présence des traces de découpe et celles de percussion. Toutes les traces de découpe documentées sont des incisions, généralement, obliquement orientées (rarement transversales), isolées ou parallèles regroupées, (Behrensmeier et al., 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Nilssen, 2000 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017). Ainsi, il a été observé que le nombre de ces marques de découpe par spécimen est inférieur à celui produit par le piétinement dans l'assemblage (Oliver, 1984 ; Behrensmeier et al., 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; de Juana et al., 2010).

Selon Domínguez-Rodrigo et al. (2009, 2017) concernant les différents critères diagnostics des cutmarks, nous constatons que certaines cut marks documentées à PN13 présentent un barbillon à la fin de la rainure qui présente l'extrémité inférieure ; ainsi qu'une présence d'une sorte d'écaillage sur les épaules de ce sillon (*flaking on the shoulders of the groove*). Toutes les sections de ces sillons se présentent en forme « V » étroit, profond ou en forme « V » peu ouvert aux micro striations internes, et ces dernières se présentent d'une manière continue tout au long de la traces (Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017), du coup, le diagnostic des traces de découpe suggère, fréquemment, qu'elles ont été réalisées en utilisant des éclats simples et qu'elles sont aussi plus profondes qu'elles sont larges, nettement plus étroites que les rainures causées par les carnivores. De même, ces traces de découpe se présentent plus profondes que celles du piétinement observé sur le même matériel (Bunn, 1981 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003)

Selon les critères diagnostics utilisés par Binford (1981), Nilssen (2000), toutes les traces de découpe identifiées correspondent à des incisions résultant de deux activités

principales, le décharnement et le dépeçage. Trois taxons sont concernés par ces deux activités, il s'agit de *Praemegaceros*, *Pseudodama* et d'*Equus*. En revanche, il ne nous a pas été facile d'identifier et de déterminer le type d'accès de ces hominidés aux carcasses obtenues.

Toutefois, les preuves combinées concernant l'activité de dépeçage sur les méptapodes (précisément les métatarses étant les moins nutritifs), peu de décharnement sur le squelette axial (vertèbre, côte) et sur quelques parties diaphysaires des membres (Domínguez-Rodrigo, 1997 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2005 ; Bello et al., 2010 ; Egeland, 2012 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2017 ; Val et al., 2017 ; Soulier et Constamagno, 2017), les stigmates de percussion sur les os longs pour exploiter la moelle (Domínguez-Rodrigo, 1997 ; Selvaggio, 1998) et l'absence d'éviscération et des cut marks sur les diaphyses de stylopodés et de zeugopodes peuvent faire penser à un accès secondaire des hominidés aux carcasses d'animaux.

De même, l'absence des cut marks sur les diaphyses des membres médianes et supérieurs et l'absence de l'activité d'éviscération nous laissent penser éventuellement à un accès secondaire aux parties de la carcasse entièrement charnues par les carnivores, et ils n'auraient aucune raison de mettre un tranchant sur une partie médiane d'os long préalablement défait dans son intégralité par les prédateurs (Pickering et Domínguez-Rodrigo, 2006). En revanche, la présence de certaines cut marks sur les diaphyses d'os longs non identifiables nous laisse penser à une éventuelle présence d'un accès primaire des hominidés aux carcasses d'animaux. De même, les résultats de l'analyse tracéologique (*use-wear*) des artefacts lithiques montre que certaines pièces ont été utilisées dans l'exploitation de matières molles de l'animal, probablement des muscles, et d'autres ont été utilisées sur des matières dures comme l'os (Berruti, 2017) ; ce qui rejoint l'hypothèse présumée sur l'accès primaire des hominidés.

Comme il a été mentionné dans la partie consacrée aux modifications par les carnivores, une proportion de 45,45% de marques causées par les carnivores se concentre sur les parties diaphysaires d'os longs, tandis que 11,81% se voient sur les épiphyses des mêmes éléments. De ce fait, en comparant ces résultats avec ceux d'expérimentation effectués par Selvaggio (1998), le type de stratégie de subsistance à Pirro Nord 13 peut probablement correspondre au modèle Carnivores-Hominidés. Ainsi, l'association, sur un métatarse d'*Equus*, des traces produites par les carnivores et des cut marks, témoigne d'une interaction et une compétition entre ces deux prédateur ; bien qu'il n'ait pas dans notre

possibilité d'identifier si les carnivores sont principalement impliqués dans la fracturation des os et dans la disparition de la plupart des os plats et d'épiphyse des os longs.

En revanche, la situation à Atapuerca diffère de celle de Pirro Nord concernant le système d'exploitation des ressources animales. Les hominidés de la Sierra avaient un accès primaire immédiat aux carcasses d'herbivores basé sur la diversité de ressources sans aucune sélection d'âges, de taxons ou de tailles et dans aucun cas l'accès secondaire aux carcasses ne figure (Huguet, 2007 ; Huguet et al., 2013). A Gran Dolina (TD6), les hominidés effectuent une chasse opportuniste avec un accès primaire immédiat (Huguet, 2007 ; Saladié et al., 2011) et un cannibalisme intergroupe pour défendre l'accès aux ressources sur leurs territoires et d'essayer d'étendre leurs territoires au détriment des groupes voisins (Fernández-Jalvo et al., 1999 ; Saladié et al., 2012), ainsi que ce site représente une succession d'occupants ayant des caractéristiques différentes (Saladié et al., 2014). D'autre part, un accès primaire immédiat aux proies par les hominidés est attesté à Sima del Elefante TE9 via à la chasse et le charognage par confrontation sans sélection de taxon (Huguet, 2007 ; Huguet et al., 2017).

En outre, sans exclure la chasse opportuniste, la plupart des ressources acquises à Fuente Nueva 3 et à Barranco León sont le résultat d'un piégeage naturel et d'un charognage. A Fuente Nueva 3, les hominidés et les hyènes ont pratiqué un charognage sur les animaux de mégaherbivores suggérant une séquence dans laquelle les hominidés sont arrivés en premier, ont démembré et transporté les membres, et probablement le crâne, et plus tard les hyènes ont consommé le reste de la carcasse d'éléphant (Espigares et al., 2013).

Cependant, aucun type de gestion de ressources n'a été identifié en fonction du poids des animaux et/ou de leurs âges (Huguet, 2007 ; Toro-Moyano et al., 2013).

Dans un autre environnement, dans la grotte du Vallonnet, site paléontologique à indice de fréquentation anthropique (Brugal et Jaubert, 1991), l'acquisition des ressources animales par les hominidés correspond à un charognage passif dans un repaire de carnivores (Arnaud Filoux, 2011 ; Bernal et Moncel, 2004 ; de Lumley et al., 2016).

Cette grotte du Paléolithique inférieur d'âge de 1,2 à 1,1 Ma (Michel et al., 2017) a révélée des traces de d'activités anthropiques y compris des industries lithiques et des cut marks sur les os des mammifères. D'après Echassoux (2001, 2004), l'implication des carnivores dans l'accumulation du Vallonnet était faible et la présence des hominidés était sporadique en alternance avec celle des carnivores. Malgré cela, les groupes humains au

Vallonnet devraient chasser le cervidé de taille moyenne (*Pseudodama vallonnetensis*), parfois celui de grande taille (*Praemegaceros cf. verticornis*), puis devraient profiter opportunément de restes de carcasses d'animaux chassés par les carnivores ; de bison en particulier (*Bison schoetensacki*) (Echassoux, 2009). Aussi bien, selon Grégoire (2009), les hominidés de cette grotte ont adopté un comportement opportuniste aussi bien dans la recherche des matières premières lithiques que dans l'exploitation des ressources animales.

La fracturation anthropique par percussion est aussi documentée PN13. L'analyse de cette activité ne nous a pas été aisée compte tenu de la nature et du type d'accumulation dans ce site (dépôt secondaire), ainsi la présence d'autres agents biologiques modificateurs comme les carnivores. Les éléments diagnostics de cette activité sont des éclats, des cônes et des stigmates de percussion (Binford, 1981; Johnson, 1985 ; Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Blumenschine, 1995 ; Bromage et Boyde, 1984 ; Capaldo et Blumenschine, 1994 ; Fernández-Jalvo et al., 1999 ; Pickering et Egeland, 2006 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006). Le plus grand nombre d'éléments anatomiques portant des marques de percussion appartiennent naturellement au squelette appendiculaire (diaphyses centrales d'os longs), riche en matière alimentaire nutritive (moelle). Excepte, deux éléments anatomiques de *Pseudodama cf. farnetensis*, un humérus et un métatarse, portant des traces de percussion, le reste des fossiles n'a été identifié taxonomiquement.

Parmi les restes portant des traces d'activités anthropiques, une bonne partie d'entre eux (50%) portent des traces de carnivores, soit en forme de rainures (comme le cas d'un métatarse d'*Equus* avec des traces de découpe associées à une rainure engendrée par un carnivore), ou en forme de marques de consommation (bords crénelés, traces de piqûres et machouillage) (Binford, 1981 ; Blumenshine, 1995 ; Blumenshine et Marean, 1993 ; Blumenshine et a., 1996 ; Fisher, 1996 ; Haynes, 1980 ; Shipman, 1983 ; Pickering et Wallis, 1997 ; Egeland, 2008). Egalement, ces fossiles aux évidences d'activités anthropiques présentent quelques traces de piétinement et une légère abrasion, témoignant d'une exposition de courte durée à l'air libre, puis d'un transport hydrique sur une petite distance (Fernández-Jalvo et Andrews, 2016). Aussi, tous ces restes montrent une déposition d'oxyde de manganèse couvrant pratiquement toutes leurs surfaces corticales, suggérant un séjournement dans un milieu karstique (Courty et al, 1989 ; Coard, 1999 ; López-Gonzalez et al., 2006).

L'application de cette méthode dans le cas de notre échantillon est inadéquate, du moment que l'assemblage n'est pas en déposition primaire. Cette approche est une approximation et une tentative d'obtenir des résultats démonstratifs.

Afin d'évoquer la présence ou non d'une certaine stratégie de subsistance mises en place à Pirro 13, nous avons eu référence aux différentes méthodes (Binford, 1978 ; Metcalfe et Jones, 1988 ; Lyman, 1994 ; Faith et Gordon, 2007 ; Faith et al., 2009) pour nous renseigner sur la stratégie nutritive et la possibilité d'existence d'une sorte d'acquisition et de transport de proies dans l'accumulation originelle (avant le dépôt des restes dans la fissure). Les résultats (tab. V. 25) présentent les données des éléments de haute survie de l'assemblage osseux de PN13. Des valeurs (S)FUI peuvent être observées pour chaque élément anatomique et le NME correspondant pour chaque exemple. Egalement la valeur d'équitable *Evenness* (*e*) et le coefficient de corrélation de *Spearman's* existante entre le (S)FUI et le %MAU de chaque exemple.

Les résultats obtenues montrent que la stratégie nutritive selon l'application de la méthode proposée par Faith et Gordon (2007) sur les éléments de l'assemblage de PN13, correspond à un transport de type *Unconstrained*.

Partie anatomique	(S)FUI	NME TG	NME TM	TG+TM
Crâne	9,1	3	2	5
Mandibule	11,5	4	2	6
Humérus	36,8	4	2	6
Radius-Ulna	25,8	7	2	9
Métacarpe	5,2	7	2	9
Fémur	100	2	3	5
Tibia	62,8	3	4	7
Métatarse	37	8	3	11
	Total	38	20	58
	(rs) Spearman's	-0,4166	0,6071	-0,0833
	(e) <i>Evenness</i>	1,0496	0,9821	0,1227
	Stratégie de transport	U	U	U

Tableau. V. 29. – Les valeurs de (S)FUI et de NME des éléments à survie élevée, avec les résultats de l'indice *Evenness* (*e*), les valeurs de ratio de *Spearman's* et la stratégie de transport **U** = *unconstrained* ; (S)FUI = *Standard Food Utility Index*

La première observation qu'on note est qu'il n'existe pas de relation statistique significative entre le %MAU et le (S)FUI. Ensuite, la valeur d'*Evenness* (*e*) seule rend difficile la distinction entre un type de stratégie *Bulk* ou *Unconstrained*, et pour la

différencier, la corrélation de *Spearman's* a été appliquée. Si la corrélation est significative et élevée, la stratégie nutritive s'apparente à une stratégie de type *Bulk*. Généralement, pour une stratégie de type *Unconstrained*, la corrélation est positive ou négative, mais très proche de zéro. Dans le cas de notre étude, une certaine corrélation existe, de sorte que cela indiquerait une stratégie de transport *Unconstrained* tels que le montre l'ensemble des restes récupérés (Faith et Gordon, 2007 ; Faith et al., 2009).

Comme nous l'avons observé, l'application de la corrélation de *Spearman's* a montré l'existence d'une corrélation qui indique une stratégie de transport *Unconstrained* ; et pour plus de précision et de mieux traiter de manière statistique les échantillons, nous avons appliqué la méthode de Binford (1978) qui consiste à mettre en relation le %MAU (en rapport avec le NME de l'espèce étudiée) et le %MGUI d'une espèce actuelle comme model.

Cette analyse a été effectuée sur *Pseudodama cf. farnetensis*, l'espèce la mieux conservée dans le site. Les résultats acquis montrent qu'il n'existe pas de corrélation et elle n'est pas significative entre la représentation squelettique de *Pseudodama cf. farnetensis* en fonction de %MAU et de %MGUI.

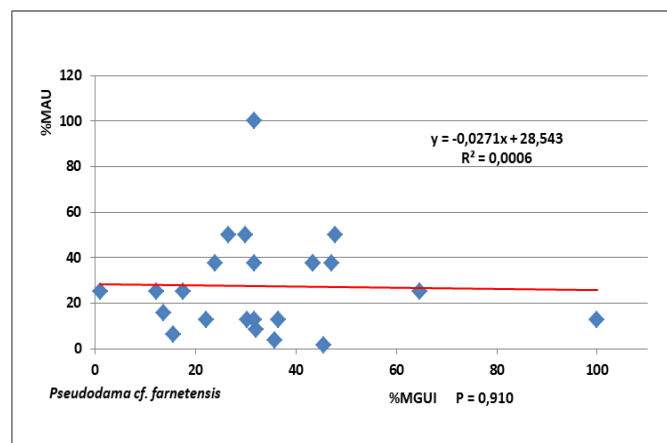


Figure. V. 35. – Stratégie de transport pour *Pseudodama cf. farnetensis* en fonction du %MAU et %MGUI

La représentation squelettique de *Pseudodama cf. farnetensis* en fonction de l'indice de moelle (*Marrow Utility Index MUI*) et le %MAU, montre l'absence de l'existence de corrélation significative.

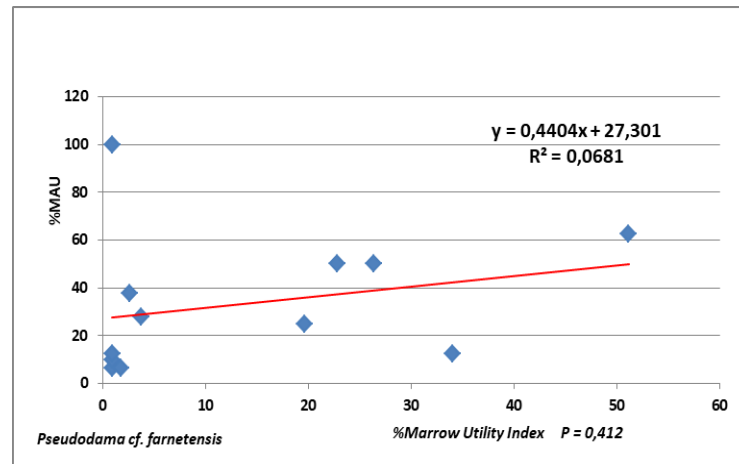


Figure. V. 36. – Indice d'utilité nutritive (*Marrow Utility Index MUI*) pour *Pseudodama cf. farnetensis* selon le %MAU (Morin, 2007).

La représentation squelettique de *Pseudodama cf. farnetensis* en fonction de l'indice d'utilité nutritive (*Standard Food Utility Index (S)FUI* et le %MAU, ne montre non plus de corrélation significative.

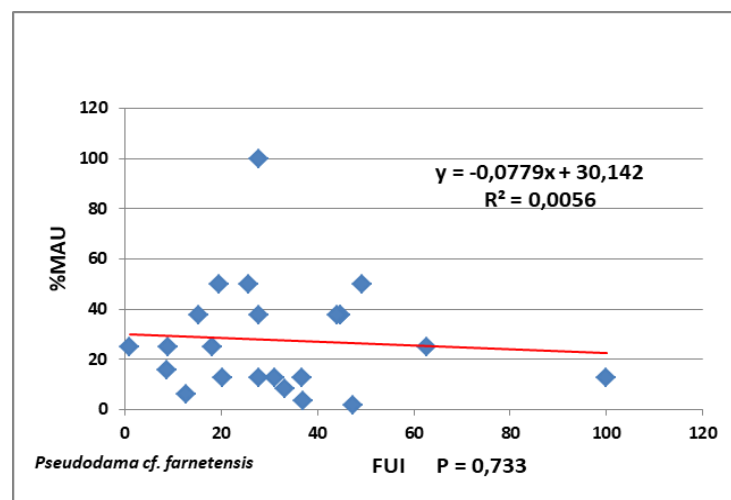


Figure. V. 37. – Indice de moelle (*Standard Food Utility Index (s)FUI*) pour *Pseudodama cf. farnetensis* en fonction du %MAU (Metcalf, 1988)

Jusqu'à présent, tous les résultats obtenus dans cette section ne permettent pas d'établir s'il existe vraiment une sorte de stratégie de transport des proies par les hominidés vers le site d'accumulations originale.

Sachant que les hominidés ne sont pas responsables de l'accumulation des restes osseux fossiles dans la fissure ; de ce fait notre échantillon ne représente qu'une partie de cet assemblage extérieurement accumulé. Ainsi, en tenant compte de l'accès secondaire

des hominidés aux carcasses d'animaux, leur implication était dans la consommation des proies, mais nous ne pouvons pas affirmer s'ils ont également contribué à cette accumulation (apporter des parties ou éléments squelettiques dans l'accumulation originale).

L'analyse taphonomique de l'assemblage de PN13 a révélé la présence de diverses altérations et modifications causées par les carnivores avec une proportion de 8,56%. La majorité des taxons affectés sont des herbivores à 29,09%, par rapport aux carnivores à 10,90%. Le squelette appendiculaire est le segment le plus affecté par cet agent modificateur, et tous les restes altérés, particulièrement ceux de grande et de taille moyenne, appartiennent aux segments de stylopoies et de zeugopodes, par rapport au haut rendement nutritif de ces éléments.

Toutes ces modifications correspondent à différents types d'activités réalisées par des carnassiers, comme la consommation et la digestion. Les dimensions des rainures montrent une longueur moyenne de 7,61 mm et une largeur de 1,1 mm. Certaines d'entre elles ont une largeur un peu marquée, probablement engendrées par les grands carnivores (l'ours, l'hyène). Pour ce qui est des dépressions, leur dimension moyenne est de 3,7 mm pour la longueur et de 3,31 mm pour la largeur. Une proportion de 45,45% des rainures apparaît sur les diaphyses d'os longs (parties corticales), tandis que 11,81% se voit sur les épiphyses (parties spongieuses). Egalement, des traces de carnivores ont été attestées sur le squelette axial avec 18,18% et sur le crânien à 6,36%. De ce fait, cela peut évoquer l'accès primaire des carnivores aux carcasses d'animaux (Egeland, 2007).

Les différents types de modifications causées par les carnassiers ont largement été l'objet de recherches dans des assemblages où les carnivores sont impliqués (Binford, 1981 ; Haynes 1983 ; Lyman, 1994 ; Selvaggio et Wilder, 2001 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003 ; Pobiner, 2008 ; Delaney et al., 2009 ; Andrés, 2012 ; Pobiner, 2015). L'attribution d'assemblages osseux modifiés à des types spécifiques de carnivores peut être mieux soutenue de façon heuristique lorsqu'elle est associée à un plus vaste ensemble de variables qui, dans leur alliance, créent un bon diagnostic efficace (Andrés et al., 2012). L'identification des types de carnivores intervenus à PN13 exige une analyse exhaustive des morsures en fonction de leur mesures et des tailles d'animaux affectés, ainsi définir les caractéristiques communes entre elles et leur profusion sur les épiphyses et les diaphyses. De cette manière, les résultats obtenus concernant le ratio *épiphyses/diaphyses* et le pourcentage de détérioration montrent une corrélation négative hautement significative

indiquant une intense modification causée par les carnivores à PN13. Cependant, en termes de pourcentage de traces de dents de carnivores, le bilan d'analyse montre un nombre peu élevé, qui peut probablement être expliqué par le biais d'absence d'une quantité d'éléments du squelette axial (côtes, vertèbres, pelvis), la disparition d'os compacts et de certaines parties d'éléments d'os longs portant ces traces de carnivores (épiphyses).

Le rôle des carnivores à PN13 est à prendre en considération si on se réfère au ratio carnivore/ongulé très élevé (0,8 pour le NMI), que l'on observe dans cet assemblage. Une valeur élevée de ce ratio est caractéristique d'un assemblage constitué par les carnivores, notamment les hyènes (Cruz-Urbe, 1991). La présence de carnivores susceptibles d'accumuler une grande quantité d'os tel que *Pachycrocuta brevirostris* (Arribas et Palmqvist, 1998 ; Saunders et Dawson, 1998 ; Boaz et al., 2000 ; Mazza et al., 2004 ; Viseras et al., 2006), *Homotherium* sp. (Marean et Ehrardt, 1995), pourrait expliquer la constitution de cet assemblage. *Pachycrocuta brevirostris* est représentée dans l'assemblage notamment en éléments squelettiques. Cependant certains critères diagnostiques de l'activité des hyènes (grande quantité d'ossements digérés) ne sont pas recueillis dans l'assemblage analysé, probablement que les pourcentages d'intervention de ces prédateurs ont été biaisés lors du transport des restes dans la fissure.

Cette remarque quant à la présence faible d'éléments digérés reste insuffisante pour diminuer et éliminer la part d'intervention de l'hyène dans l'assemblage. Bien que Pickering (2002) veuille en faire un critère diagnostique, les analyses, d'assemblages créés par *Pachycrocuta brevirostris* (Saunders et Dawson, 1998) et par d'autres espèces d'hyènes (Kuhn, 2006 ; Kuhn et al., 2010) ne montrent pas cette présence importante d'os digérés, mais indiquent néanmoins l'utilisation de cet espace par les hyènes.

La présence de coprolithes est attestée à PN13. Ces déjections sont considérées autant qu'évidence concrète pour déterminer l'activité des hyènes (Fosse, 1995 ; Echassoux, 2001 ; Pickering, 2002 ; Espigares et al., 2013, Pineda et al., 2017), bien que Kuhn (1972) considère la présence de coprolithes comme indicateur de zones liées à des repères, servant à délimiter un territoire et confirme l'existence durant une longue période d'un groupe de hyènes à proximité d'une source de nourriture.

Bien qu'il semble clair l'action des hyènes dans la formation de l'accumulation originale de PN13, l'analyse statistique des différentes traces de carnivores sur cet assemblage indiquent la possibilité de la présence de plus d'un type de carnivores impliqués dans la modification de ces fossiles.

A Pirro Nord 13, l'interaction entre les hominidés et les carnivores demeure ambiguë, difficile à établir avec les données actuelles en raison de la rareté de telles évidences à cette chronologie et de la nature de l'échantillon analysé. En revanche, il est possible de suggérer l'existence d'une faible incidence d'interaction entre les deux prédateurs, d'au moins sur les animaux de taille moyenne et grande (la majorité des traces de carnivores et celles d'origine anthropiques se concentrent sur les animaux de taille moyenne et grande) et l'association des traces de boucherie avec celles engendrées par les carnivores sur les mêmes éléments anatomiques (Egeland, 2007). Toutefois, la compétition entre les carnivores et les hominidés pendant le Pléistocène inférieur est bien évidente à Atapuerca, où les carnivores charognent les carcasses abandonnées par les hominidés ; pourtant ces derniers ne dépendent pas de curée des carnivores (Huguet et al., 2013 ; Saladie et al., 2014). Cependant, à Fuente Nueva 3, la preuve de la plus ancienne compétition probable entre *Homo* et *Pachycrocuta* a été documentée (Espigares, 2010 ; Espigares, et al., 2013). Quant au site de Barranco León, le nombre faible de traces des carnivores atteste d'une exploitation des carcasses d'herbivores alternativement par les hominidés et les carnivores (Espigares, 2010).

V. 9. Le scénario probable de l'accumulation de l'assemblage à PN13

Le site de Pirro Nord 13 est considéré comme l'une des plus anciennes occupations humaines connues en Europe depuis le début du Pléistocène inférieur (Peretto et al., 1998 ; Carbonell et al., 2008 ; Peretto, 2005 ; Crochet et al., 2009 ; Toro-Moyano et al., 2013 ; Arzarello et al., 2007, 2009, 2012, 2014). Dans ce site, l'association des restes osseux conservant différentes traces de boucherie sur leur surface corticale à des artefacts lithiques portant des traces d'*usewear* (Berruti, 2017), ne laisse aucun doute quant à la présence d'hominidés dans cet environnement. Ces premiers hominidés ont conquis cette zone et vivaient dans un environnement ouvert avec des milieux humides saisonniers (Bedetti, 2003 ; Arzarello et al., 2007, 2009 ; López-García et al., 2015 ; Blain et al., 2016), toutefois à forte densité boisée avec une végétation brièvement ouverte (Lona et Bertoldi, 1973 ; Masini et Sala, 2007). Des hominidés se sont installés dans ce contexte écologique, probablement par rapport à ce qu'il offre comme richesse et variation de ressources animales (De Giuli et al., 1986, 1987 ; Azzaroli et al., 1988 ; Masini et Santini, 1991 ; Rustioni, 1992 ; Mazza et al., 1993 ; Rook, 1994 ; Abbazzi et al., 1996 ; Gliozzi et al., 1997 ; Fanfani, 1999 ; Delfino et Bailon, 2000 ; Napoleone et al., 2003 ; Rook et al., 2004, 2006 ; Bertini et al., 2010 ; Rook

et Sardella, 2005, 2013 ; Petrucci, 2008 ; Salari et al., 2013 ; Petrucci et al., 2013) et de matière première de bonne qualité pour la fabrication d'outils dans les alentours immédiats de la ressource (Arzarello et al., 2012, 2014, 2015 ; Giusti et Arzarello, 2017).

Dans cet environnement, les hominidés réalisent leurs activités de boucherie sur des carcasses d'animaux obtenues plausiblement par accès secondaire (Pobiner, 2007 ; Pobiner et al., 2008 ; Domínguez-Rodrigo, 2009, 2012 ; Pobiner, 2015). Cette action est affirmée par l'association d'artefacts lithiques portant des traces d'utilisation (Berruti, 2007) à des restes osseux fossiles (Peretto, 2005 ; Arzarello et al., 2007, 2009, 2010, 2012, 2014, 2017) conservant des traces de boucherie (traces de découpe et stigmates de percussion).

L'analyse taphonomique de l'assemblage osseux de PN13 nous a permis d'identifier et de distinguer les principales phases de l'histoire de fossilisation de ces restes de vertébrés.

La première phase est caractérisée par la présence des groupes humains près de la fissure de PN13 où les activités de boucherie et le débitage lithique ont eu lieu probablement sur des carcasses d'animaux préalablement défaits par les carnivores. La deuxième étape ; après l'abandonnement du site (carcasses d'animaux et outillage lithique), l'assemblage, faune-lithique, est exposé en plein air pour une courte durée, avant qu'il soit transporté à l'intérieur de la fissure (comme l'affirme les fossiles affectés par la météorisation, le piétinement et le peu de traces de rongeurs). Aux mêmes moments, dans les alentours de cette accumulation, probablement d'autres assemblages fossiles, se trouvent. Subséquemment, suite à de fortes et soudaines pluies, la troisième étape se distingue par l'entraînement de cet assemblage dans la fissure de PN13, attiré par la gravité de ce site, transporté et piégé dans la fissure karstique (attesté par les traces d'abrasion (arrondissement/polissage) hydrique des fossiles transportés, et les cassures des fossiles par l'impact chaotique dans la fissure); hypothèse reconnue par Pavia et al. (2012), Arzarello et al. (2012, 2014), Giusti et Arzarello (2017) et Berruti (2017). De ce fait, et comme résultat, une répartition aléatoire des fossiles, des fractures et des craquûres engendrées par la pression de sédiments, des blocs et par la chute chaotique des fossiles dans cette fissure (déposition secondaire). Enfin la dernière phase est la présence d'humidité dans les sédiments renfermant les fossiles à l'intérieur de la fissure, qui a conduit à la formation d'altérations chimiques comme la précipitation de l'oxydation la plus observée. Parallèlement, l'analyse des différentes altérations postdépositionnelles des artefacts lithiques récupérés à PN13 par Berruti (2017) a ainsi permis de reconnaître des étapes similaires à celles de la genèse de formation de l'accumulation des restes osseux ; passant par l'exposition de courte durée à

l'extérieur de la fissure, le piétinement, la météorisation, le transport hydrique sur une petite distance, et enfin les dépôts d'oxydation sur les pièces à l'intérieur de la fissure.

V. 10. Conclusions

Le rôle paradigmatique des comportements et des stratégies de subsistance dans l'évolution et les adaptations des hominidés a souvent été soulevé. Différentes évidences indiquent que les premiers hominidés étaient des chasseurs et des charognards. L'état des connaissances sur les premières dispersions du genre *Homo* en Europe, et plus spécifiquement du rôle tenu par les groupes humains dans l'accumulation et la modification des assemblages fauniques du Paléolithique inférieur s'améliore depuis de nombreuses découvertes des sites archéologiques repoussant dans le temps la présence humaine en Europe.

Les assemblages fauniques des sites associés à la technologie du mode 1, présentent un spectre faunique avec une grande diversité d'espèces d'herbivores et de carnivores. Ces derniers sont cependant moindre comparée à ceux des sites naturels comme celui de Venta Micena.

Le site de Pirro Nord 13 a livré un riche assemblage de vertébrés considéré comme l'Unité Faunique de Pirro Nord, associée à des vestiges lithiques attribués à la technologie du mode 1 de type Olowayen, témoignant de la plus anciens présence humaine en Europe.

L'analyse taphonomique effectuée sur l'assemblage osseux de PN13, associée aux données d'autres sites du Pléistocène inférieur en Europe nous a permis d'environner les caractéristiques comportementales des premiers groupes humains de ce continent :

Anatomiquement, l'assemblage osseux comprend toutes les catégories d'éléments anatomiques ou parties squelettiques. Ainsi, les artefacts lithiques associés à ces restes fauniques apparaissent relativement frais avec un assemblage cohérent de tous les composants d'artefacts, y compris des fragments inférieurs à 2 cm.

L'implication des premiers hominidés dans la modification des restes de cette accumulation est démontrée, corroborée par d'autres preuves taphonomiques incluant les données sur les artefacts lithiques.

Pirro Nord 13 est l'une des premières occupations humaines fournissant des données sur les activités de subsistance des premiers hominidés en Europe, avec des traces à la fois

d'os modifiés comme les cut marks, la fracturation d'os, et les traces d'utilisation (*use-wear*) sur les artefacts lithiques associées à ces vestiges fauniques.

Daté entre 1,3 et 1,6 Ma, les traces de découpe et les traces d'utilisation dans ce site représentent les premières évidences européennes démontrant un lien évident entre les objets lithiques Oldowayens et les processus de traitement des carcasses d'animaux pour la viande (décharnement et dépeçage) et pour l'exploitation de la moelle (fracturation par percussion).

L'étude des industries lithiques de PN13 suggère que les premiers hominidés ont produit des outils fonctionnels adéquats dans le traitement de la viande, qui était probablement une composante majeure de leur alimentation.

Les carnivores sont ainsi impliqués dans l'accumulation, et l'analyse de leurs traces peut évoquer leur accès primaire aux carcasses d'animaux. De même, l'étude statistique et analytique de ces traces indique la possibilité de la présence de plus d'un type de carnivores impliqués dans la modification de ces fossiles (Selvaggio, 1994 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003 ; Pobiner et Blumenshine, 2003 ; Pickering et al., 2004 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006; Delaney-Rivera, 2009).

Les hominidés et les carnivores partagent les mêmes endroits du paysage et, dans certains cas, nourrissaient des mêmes ressources (Egeland, 2012). Toutefois, les preuves combinées concernant l'activité de dépeçage sur les métapodes et de décharnement sur le squelette axial (vertèbre, côte) (Domínguez-Rodrigo et Barba, 2005 ; Egeland, 2012), les stigmates de percussion (point d'impact, éclats et cônes de percussion) pour exploiter la moelle (Domínguez-Rodrigo, 1997 ; Selvaggio, 1998) et l'absence d'éviscération et des cut marks sur les diaphyses de stylopoies et de zeugopodes peuvent faire penser à un accès secondaire des hominidés aux carcasses d'animaux.

En revanche, la présence de certaines cut marks sur les diaphyses d'os longs non identifiables nous laisse penser à une éventuelle présence d'un accès primaire des hominidés aux carcasses d'animaux. De même, les résultats de l'analyse tracéologique (*use-wear*) des artefacts lithiques montre que certaines de ces pièces ont été utilisées dans l'exploitation de matières molles de l'animal, probablement des muscles, et d'autres ont été utilisées sur des matières dures comme l'os (Berruti, 2017) ; ce qui rejoint l'hypothèse présupposée sur l'accès primaire des hominidés.

Ainsi, l'apparition des marques de carnivores sur le squelette axial (vertèbre, pelvis et scapulas) pourrait insinuer un accès secondaire pour les hominidés après celui des

carnivores aux carcasses d'animaux (Egeland, 2007). De même, l'analyse des morsures en comparaison avec les travaux d'expérimentation effectués par Selvaggio (1998), le type et le modèle d'accès concernant les stratégies de subsistance à Pirro 13 ne sont pas clairs et à l'état actuel, nous ne pouvons identifier si les carnivores sont principalement impliqués dans la fracturation des os et dans la disparition de la plupart des os plats et d'épiphyse des os longs.

La péninsule italienne atteste d'une plus ancienne occupation humaine en Europe, et cela par la présence de plusieurs sites tels que Monte Poggiolo et Pirro Nord 13. Ce dernier représente la preuve de la plus ancienne occupation humaine en Europe bien antérieure à 1,3 Ma. L'homogénéité du gisement et la contemporanéité des artefacts lithiques et fauniques ont été clarifiées par plusieurs travaux (Bagnus, 2011, López-García et al., 2015, Giusti et Arzarello, 2016 ; Karampatsou, 2017 ; Berruti, 2017), et les relations mutuelles et le lien entre ces restes fauniques et l'activité humaine ont été prouvées.

Les résultats obtenus par l'analyse taphonomique de l'assemblage osseux de PN13 ont contribué aux questions liées à la recherche sur l'évolution humaine et ont également soulevé de nouvelles questions qui ont considérablement repoussé l'âge des premières occupations humaines en Europe au début du Pléistocène inférieur ; et cela pour des raisons géographiques par rapport au passage du Proche-Orient et chronologiques, néanmoins pour les caractéristiques des vestiges lithiques, fauniques et comportementales.

Pirro Nord 13 s'ajoute à la carte d'établissement et de dispersion des premiers hominidés à travers le continent européen. Ainsi, il apporte avec d'autres sites européens une meilleure compréhension des comportements de subsistances et permettent de proposer un aperçu de la variabilité et de la chronologie des comportements de subsistance qui leur a permis de survivre et d'assurer l'occupation de l'Europe dès le lobe du Pléistocène inférieur.

Troisième partie

Chapitre VI

Gisement de Tighennif

VI. 1. Géologie et géomorphologie

Le site paléolithique inférieur à hominidés de Tighennif (ex. Ternifine, Palikao), est situé à l'extrémité ouest de la ville du même nom dans la wilaya de Mascara (ouest d'Algérie) (fig. VI. 1). Il fut découvert en 1870 suite à l'exploitation d'une sablière du village de Palikao. Ce site fait partie d'une dépression fluvio-lacustre quaternaire, dont l'altitude moyenne varie entre 500 et 600 m au-dessus du niveau de la mer.



Figure. VI. 1. Localisation géographique de Tighennif (d'après les Images Satellites, Google Earth)

Le site fait partie de la plaine d'Eghris, une cuvette d'effondrement à topographie plane et à sédimentation alluvionnaire argilo-sableuse. Elle s'étend d'Est en Ouest entre les massifs Jurassiques de Saida au Sud et les formations telliennes du Crétacé-Tertiaire de Béni-Chougrane au Nord, formant une sorte de dépression assez basse (Bekkoussa et al., 2013), et ils représentent les vestiges de l'ancien sillon méditerranéen, effondré et transporté par charriage en trois ensembles

- 1- Le Crétacé moyen set supérieur ; formé essentiellement de marne et de bancs de calcaires gris à semelle de Trias gypseux et salifère recouvrant en contact anormal les terrains du Miocène anté-nappe :
- 2- Eocène et Oligocène (Nummulitique) ; constitué de marnes et des bancs de grès qui recouvrent en contact anormal soit le Crétacé formant la première nappe, soit le Miocène anté-nappe.

3- Miocène et Pliocène ; Sur les terrains allochtones, sont venues se déposer en deux phases discordantes les formations du Miocène post-nappe et du Pliocène. Alors que sa bordure sud est constituée par les monts de Nesmot. Ces derniers avaient la forme d'un plateau rectiligne continu qui s'étalait de Sidi Kada à l'Est jusqu'à Eghris à l'Ouest. Les dépôts de destruction, constitués de sables argileux rouges et conglomérat ; se sont accumulés aux pieds des monts de Nesmot sur de grandes épaisseurs par endroit.

A l'est de Tighennif, les affleurements argileux et marneux de l'Oligocène et du Miocène constituent une limite imperméable qui borde nettement la plaine d'Eghris vers l'Est dans la région de Tighennif.

La plaine proprement dite est une cuvette d'effondrement correspondant à une zone de subsidence marquée par la flexure des couches du Néogène en bordure des monts de Béni-Chougranne. Les apports d'alluvions argilos-sableux de l'Oued de Maoussa continuent de permettre à cette subsidence d'évoluer. Le substratum effondré est constitué par des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur. Au-dessus, se sont déposés localement des conglomérats de base puis un remplissage marin d'argile et marne grisâtre du Miocène inférieur et moyen. Au centre de la plaine, la subsidence a permis l'accumulation d'une grande épaisseur de calcaires lacustres.

VI. 2. La lithostratigraphie

Selon les travaux de Sourisseau (1974), la succession stratigraphique d'Eghris (fig. VI. 2 et 3) se distingue de bas en haut comme suit :

VI. 2. 1. Le Secondaire

VI. 2. 1. 1. Le Trias

Présent dans les monts de Béni-Chougranne à la base des nappes du Crétacé et en accident diapryrique, au Sud dans la vallée de l'Oued Taria. Il est constamment gypseux, parfois salifère accompagne de roches vertes, ophites et gabbros, de dolomies, et de marnes bariolées.

VI. 2. 1. 2. Le Jurassique

Constitué de :

- **Le Callovo-Oxfordien** ; son épaisseur est de l'ordre de 250 m, qui affleure au sud du bassin dans la vallée de l'Oued Taria. C'est un ensemble de bancs gréseux peu épais, alternant avec de puissantes séries d'argiles et de marnes grises, jaunes et vertes.
- **Le Lusitanien** ; sa puissance totale de formation est de l'ordre de 150 m. Il affleure dans la partie sud des monts de Sidi Kada et a été rencontré en sondage ; il se compose d'une alternance de bancs gréseux et dolomitiques faisant corniche à affleurement et passage argilo-marneux, également épais.
- **Le Jurassique supérieur** ; sa formation totale peut dépasser 300/400m. Il limite la plaine au sud ; constitue le substratum résistant effondré. Au sommet on trouve des calcaires gris à pâte fine, zoogène, riche en polypiers. La formation se poursuit avec des calcaires dolomitiques, avec des petits niveaux de marnes noires ralentissant l'infiltration des eaux, et peuvent donner naissance à des résurgences perchées.

VI. 2. 1. 3. Le Crétacé

- **Le Crétacé inférieur** ; Il affleure en amont à l'ouest de Djebel Enfouss et dans le Sud-Ouest de la plaine de Guerdjoum. Il est représenté par des calcaires gréseux et des grès fins argileux.

VI. 2. 2. Le Tertiaire

- **L'Eocène** ; Affleure sur la bordure occidentale de la plaine sous forme d'une alternance de bancs métriques gréso-calcaires et des couches argilo-marneuses de plusieurs mètres d'épaisseur.
- **L'Oligocène** ; Affleure dans les monts de Beni-Chougranne et à l'Est de Tighennif, et recouvre, en discordance les formations précédentes avec un même faciès ; il est composé de couches argilo-marneuses avec des bancs de grès. A la base s'intercale un conglomérat de base polygénique peu épais.
- **Le Miocène : le Miocène moyen marin** affleure dans les Beni-Chougranne. C'est un ensemble monotone, très épais, à prédominance de marnes vertes, avec des passages très riches en macrofaunes de gastropodes et de lamellibranche (ostréa) et un conglomérat de base polygénique. Il représente le toit imperméable de la nappe profonde et le mur imperméable de la nappe d'eau des grès et des calcaires

lacustres du Pliocène. **Le Miocène continental** ; Dans le Djebel Oucilles le Miocène marin disparaît et passe à une formation continentale argilo-sableuse rouge dite Bou Hanifia. Sur cet ensemble marneux reposent en concordance des sables fins argileux à concrétions calcaires, sables d'El Bordj et des calcaires récifaux massifs à lithothamnium qui affleure en lambeaux du Djebel Oucilles et au Nord d'El Bordj.

- **Le Pliocène** ; On le rencontre dans les monts de Beni-Chougranne et sous le recouvrement de la plaine. Il est alors sub-affleurant sous une couche mince de limons. A la base, on observe des grès marins transgressifs étant déposés par la mer de l'Astien, venu du Nord. Au sommet, les grès passent à des socles consolidés, de plages, et dunaires de couleur jaune. L'épaisseur de cette formation varie entre 40 à 100 m, y compris les sables de désagrégation en surface ; ils affleurent à proximité de Mascara et Khlouia, puis ils plongent vers la plaine dans laquelle ils se biseautent. Directement sur le grès et sables, où séparés par une faible épaisseur d'argile sableuse rouge détritique, reposent des calcaires blancs crayeux. Ces calcaires lacustres affleurent sur toute la bordure des Beni-Chougranne, leur épaisseur augmente rapidement en allant sous la plaine (270 m au maximum) puis diminue et devient nul vers l'Ouest et le Sud.

VI. 2. 3. Le Quaternaire

On observe sur toute la bordure Ouest et Nord de la plaine, des argiles rouges détritiques qui surmontent les calcaires lacustres. En bordures des monts de Sidi Kada, ces formations lacustres sont absentes ; et sont remplacées par des grandes épaisseurs d'éléments roulés (conglomérats) de calcaire dolomitique reliés par un ciment argilo-carbonaté. Ces conglomérats sont accompagnés d'argiles rouges silteuses et de sables argiles magnésiennes provenant de roches calcaires.

Dans la région comprise entre Maoussa et Tighennif, une terrasse alluviale de sable vient envahir cette région accompagnée de quelques petits graviers centimétriques.

Actuellement, les sols de la plaine sont principalement formés par des sables limoneux et argileux, dont l'épaisseur ne dépasse pas 6 m, leur nature varie selon les facteurs de transports et la nature de la roche mère sous-jacente. Ces formations sont le support agricole de la région.

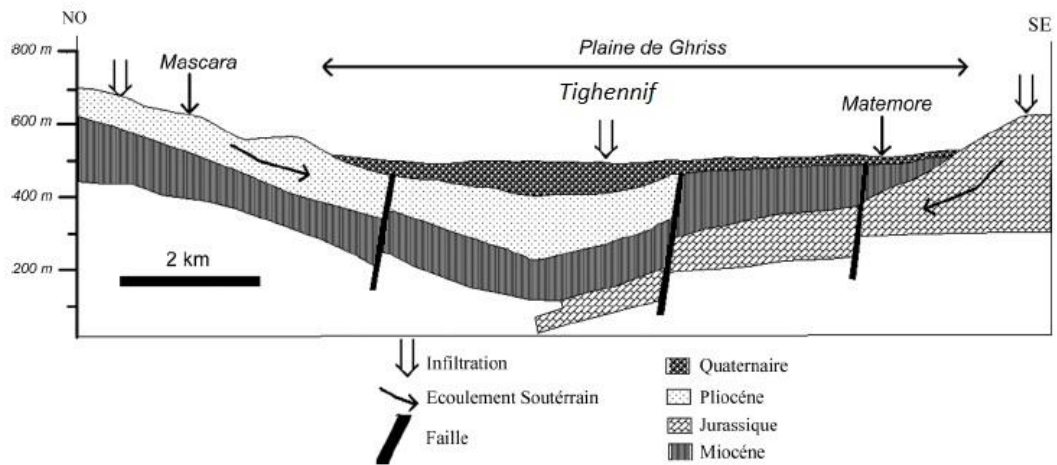


Figure. VI. 2. Profil de la géologie de la plaine d'Eghris (Bekkoussa et al., 2013)

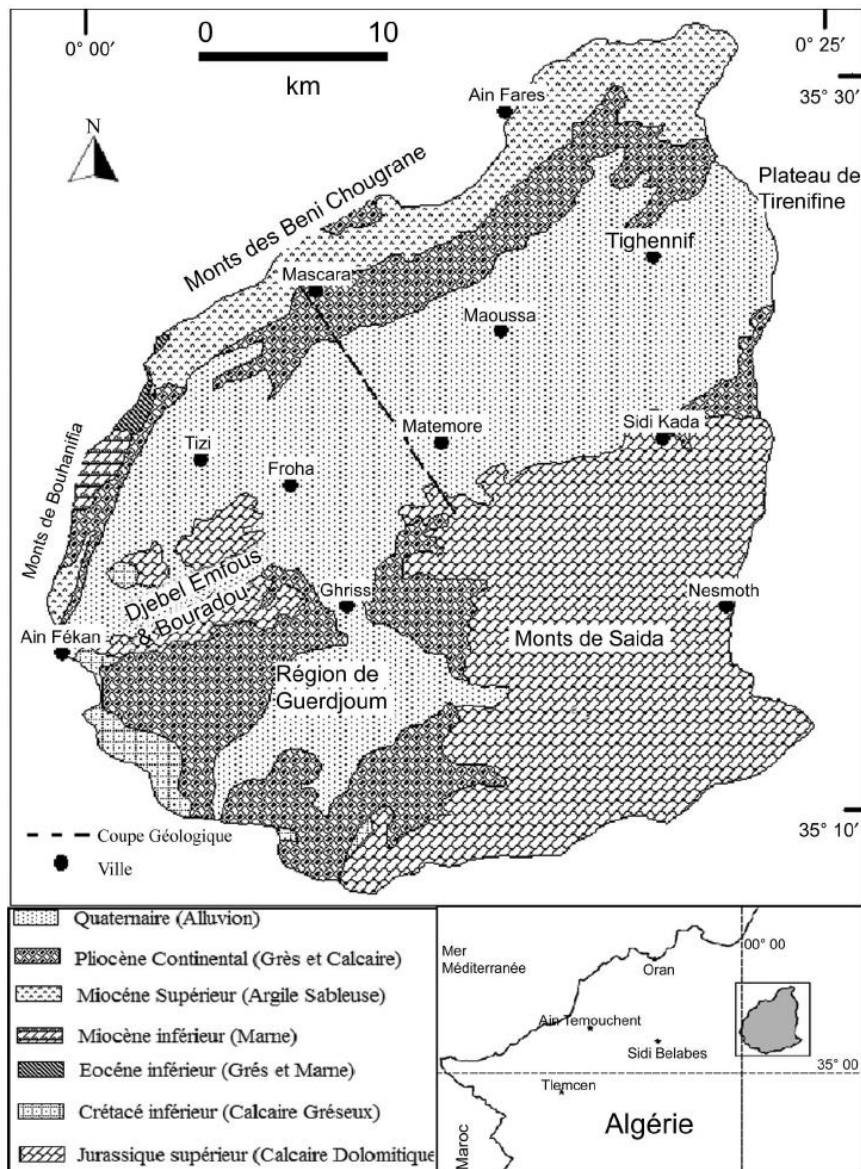


Figure. VI. 3. Extrait de la géologie du bassin de la plaine d'Eghris (Bekkoussa et al., 2013)

VI. 3. Historiques de recherches

En 1879, lors de la création du village de Palikao, les premiers colons furent surpris en exploitant une sablière qui forme une sorte de butte dans la plaine d'Eghris, car ils ont rencontré une quantité d'ossements de grands animaux associés à une industrie lithique grossièrement taillées. Les travaux de fouille ont permis de découvrir les plus anciens restes fossiles humains d'Afrique du Nord, baptisé *Atlanthropus mauritanicus* (= *Homo erectus mauritanicus*) (Arambourg, 1955). Depuis, plusieurs travaux étaient entrepris dans le site, dont le premier travail mené par Pomel (1885). En 1886, le professeur Tommasini a mentionné l'existence des haches « chelléennes ». Cette présence fut confirmée plus tard par Pallary (1905) qui souligna la présence d'une industrie de type chelléenne associée à des coups-de-poings. Cependant, l'annonce officielle de cette découverte fut annoncée à la communauté scientifique lors du congrès de 1888. A partir de 1931, Arambourg s'intéressa au site et il creusa une tranchée dans la partie Nord (fig. VI. 4). Cependant, il dut s'arrêter suite au phénomène de la remontée des eaux. Bien que la fouille de la tranchée fût de courte durée, il put recueillir une quantité importante d'ossements de grands vertébrés entiers et fragmentés ainsi que de gros outils taillés. Il fit également des observations stratigraphiques qu'il devait prendre en considération lors de ses campagnes de fouilles ultérieures (Arambourg et Hoffstetter, 1963). Un peu plus de vingt ans plus tard, Arambourg et Hoffstetter (1963), organisèrent trois grandes campagnes de fouilles successives, respectivement en 1954, 1955, et 1956 (fig. VI. 4). La conduite des fouilles sur toute la surface de la carrière était impossible faute de matériel d'évacuation d'eau plus puissant ; et donc ils durent s'arrêter en 1956 suite à l'inondation totale du gisement. Ces trois campagnes successives permirent à Arambourg de recueillir un nombre considérable de restes de macro et microvertébrés, ainsi qu'un assemblage lithique acheuléen.

Entre 1981 et 1983, une équipe Franco-algérienne (le Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés et de Paléontologie Humaine de l'Université Paris VI, l'Université de Montpellier et d'Oran) a tenté de réviser le potentiel archéologique de ce site. Les travaux de cette équipe se sont concentrés sur la révision de la stratigraphie, la reconstitution des paléoenvironnements et surtout de tenter d'estimer l'âge du site (Djemali, 1985 ; Geraads et al., 1986).

Sur le plan de la stratigraphie, ils ont confirmé le schéma stratigraphique esquissé par Arambourg en mettant en évidence une succession stratigraphique composée de bas en haut de couches d'argiles versicolores recouvertes d'argiles grisâtres à des nodules

carbonatés. Au-dessus, se succèdent de fines couches de sable blanc jaunâtre et brun avec des lentilles ferruginosités.

Sur le plan paléoenvironnemental, ils conclurent que la région du site représenta un lac en système clos alimenté par des eaux artésiennes dans un milieu ouvert et aride tel que suggéré par les faunes, toutefois avec des points d'eau permanents à cause de la présence des hippopotames. En ce qui concerne l'âge du site, ils l'ont estimé à 0,7 Ma en se basant sur la combinaison d'analyses paléomagnétiques et de données fauniques (Geraads et al., 1986 ; Geraads, 2016). Cependant, il est important de noter, qu'à l'instar des recherches d'Arambourg, les travaux de cette équipe concentrèrent exclusivement sur l'aspect paléontologique du site. Effectivement, vu que le site de Tighennif est fondamentalement archéologique, ils ignorèrent entièrement sa caractéristique primordiale qui est l'accumulation des restes fossiles et lithiques en relation avec les comportements humains.

C'est dans l'esprit de recentrer les recherches dans le site de Tighennif sur les aspects comportementaux d'hominidés en relation avec leur environnement que depuis 2013, une équipe de recherche pluridisciplinaire, composée d'archéologues, géologues, sédimentologues, géochronologistes, paléontologues, taphonomistes, et archéozoologues, conduit des études modernes dans ce site pertinent, ayant pour thème principal « Comportements et adaptation des *Homo erectus* en Afrique du Nord. Les nouveaux travaux portent sur la datation précise des dépôts archéologiques, l'étude détaillée des restes fossiles et leurs implications paléoécologiques, l'analyse minutieuse de la stratigraphie pour comprendre la formation du site, la reconstitution de la paléoécologie du site à partir de diverses perspectives, et exploration des capacités cognitives des hominidés de Tighennif à travers la technologie lithique et les patrons de subsistance.

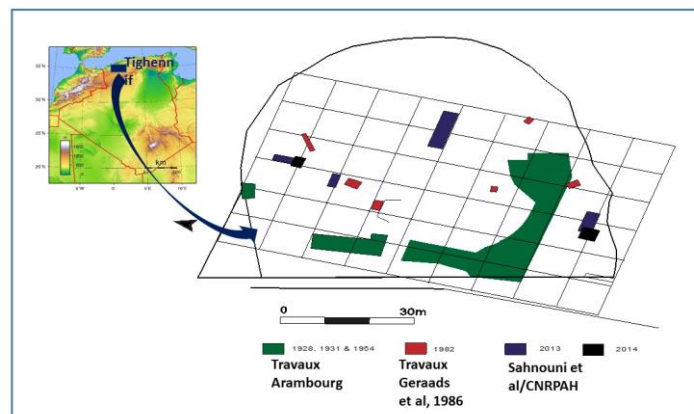


Figure. VI. 4. Plan du site de Tighennif montrant les travaux de terrain successifs effectués (Sahnouni et al, travaux en cours)

VI. 4. La chronologie

L'estimation précise de l'âge du site de Tighennif demeure une épineuse question à résoudre. En effet, les chronologies proposées sont aléatoires et ne reposant pas sur des études chronologies précises. La première estimation d'âge proposée est que Tighennif date du début du Pléistocène moyen sur la base de la grande faune mammifère (Arambourg, 1979). Geraads et al. (1986) proposèrent un âge de 0,78 Ma en se basant sur des indices de polarité normale d'analyses paléomagnétiques effectuées sur les argiles versicolores, situées sous la couche archéologique, qu'ils corrélèrent avec le subchron de Brunhes.

Cependant, plusieurs taxons fossiles de Tighennif suggèrent un âge plus ancien que 0,78 Ma, notamment *Alcelaphini*, *Metridiochoerus*, *Hippotragus*, et *Homotherium*. En 1997, Vrba présume un âge de 0,7 Ma pour les *Alcelaphini*, néanmoins, aucune analyse n'a été effectuée sur l'arbre phylogénétique de ce groupe, qui supposerait également un âge de 1,5 Ma pour Tighennif. Aussi, la présence de *Metridiochoerus compactus*, genre éteint aux alentours de 0,8 Ma (White, 1995) à Olduvai *Bed IV* (Harris, 1983 ; White, 1995 ; Turner et al., 1999), suggère un âge d'environ 1,0 – 0,8 Ma pour Tighennif. Similairement, l'antilope *Hippotragus cf. gigas* est citée pour la dernière fois en Afrique de l'Est dans Olduvai *Bed III* (Harris, 1983 ; Turner et al., 1999), avec des âges d'un peu plus de 1 Ma. De plus, selon Olive (2005), le genre *Homotherium* s'éteint en Afrique vers 1,3 Ma, et celui de Tighennif serait le dernier représentant de ce genre en Afrique, ce qui présume un âge plus ancien à ce gisement.

Un grand bovidé à Tighennif a été assigné à *Bos? cf. bubalois*, espèce déjà présente à Ain Hanech (Geraads, 1981), taxon qui pourrait être proche à *Pelorovis oldowayensis*, dont la dernière apparition, selon Vrba (1996), était en Afrique de l'Est à Olduvai *Bed II* vers 1,3 Ma (Sahnouni et Van der Made, 2009 ; Sahnouni, 2012).

Les similitudes entre certains taxons recueillis à Tighennif et ceux de Carrière Thomas 1 L'unité L au Maroc, datée de 989 ± 208 Ka par la méthode OSL (Rhodes et al., 2006), suggère un âge proche du gisement marocain, voir même plus ancien pour le site de Tighennif. La présence de *Gazella atlantica* à Tighennif est considérée comme un indicateur du début du Pléistocène moyen, tandis que la présence de gazelles similaires à Thomas L ne suggère pas la même chronologie. De même, l'absence d'*Ellobius* au niveau

L est interprétée comme une indication de l'ancienneté de ce niveau par rapport à Tighennif.

Il existe peu de spécifications bien documentées afin de placer le site de Tighennif au Pléistocène moyen d'autant que plusieurs taxons évoquent un âge tardif du Pléistocène inférieur. La combinaison de la polarité paléomagnétique normale détectée dans les sédiments de cette localité avec les données biostratigraphiques suggèrent une corrélation avec l'événement Jaramillo plutôt que du Pléistocène moyen (Sahnouni et Van der Made, 2009 ; Sahnouni, 2012)

Bien que la faune à caractère biostratigraphique aide à estimer approximativement l'âge du site Tighennif, préciser vigoureusement sa chronologie réside en l'application de techniques de datation modernes. En effet, dans le cadre des nouveaux travaux pluridisciplinaires en cours, des prélèvements ont été effectués pour entreprendre des analyses de Magnetostratigraphie, de Résonance Paramagnétique Electronique (RPE) sur l'email de dents d'herbivores et de grains de sable blanchis, et Luminescence Optiquement Stimulée (OSL) (fig. VI. 5).

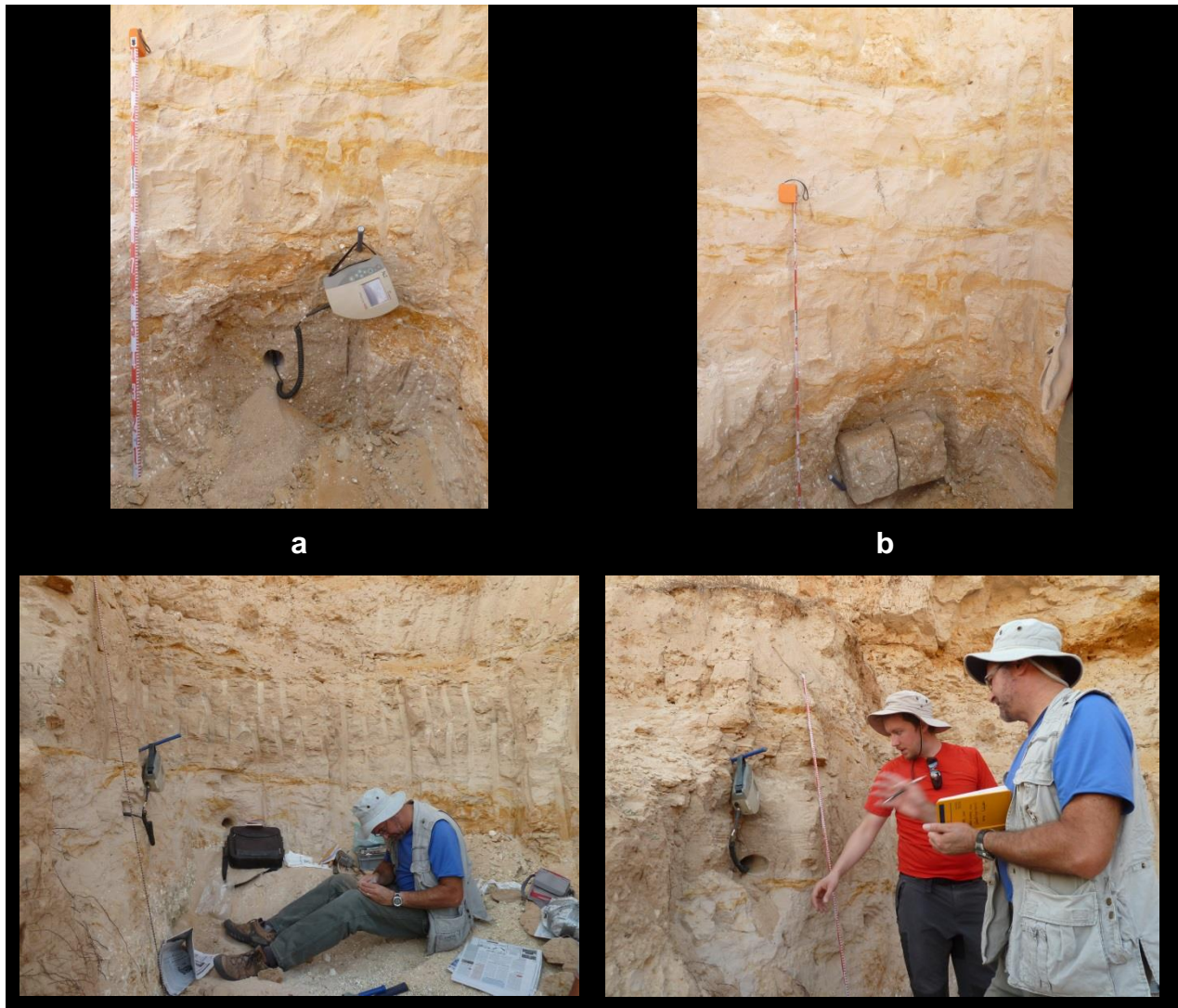


Figure. VI. 5. Prélèvements de sédiments pour analyses magnétostratigraphique et chronologie absolue par les techniques RPE et OSL. **a-** J.M. Parés échantillonnant pour le paléomagnétisme ; **b-** M. Duval prélevant des grains de quartz pour étude RPE et OSL.

VI. 5. La stratigraphie

Bien que de nombreux sondages aient été effectués, l'étude stratigraphique a porté essentiellement sur les **Locus A** et **D**, du fait qu'ils offrent une succession continue des dépôts sédimentaires et un potentiel majeur de fouille archéologique (fig. VI. 6)

Le **Locus A** est situé dans la partie nord du site, alors que le **Locus D** est situé dans sa partie sud ; ils ont fait l'objet de fouille avancée et la grande majorité du matériel analysé dans notre présent travail émane de ces deux **Locus**.

Pour ce qui est des **Locus** nommés **B** et **C**, quelques restes osseux ont été recueillis lors des sondages effectués pour le contrôle de la stratigraphie, mais elles ne sont pas encore fouillées systématiquement.

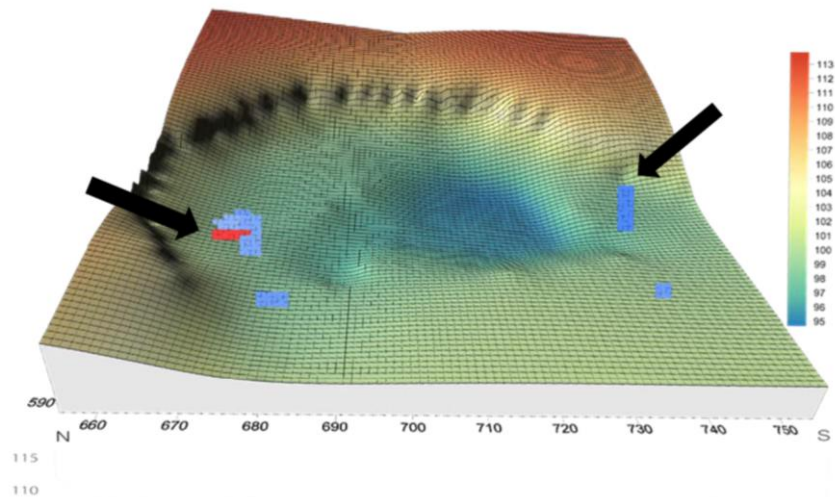


Figure. VI. 6. Relevé topographique en 3D du gisement de Tighennif indiquant les Loci des fouilles par les flèches : locus A (gauche) et D (droite) (Sahnouni et al., in press)

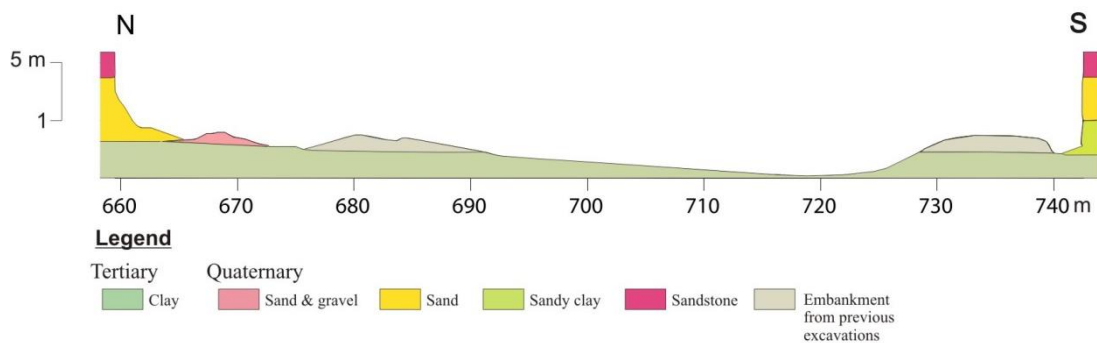


Figure. VI. 7. Profile Nord-Sud du site de Tighennif (Sahnouni et al.)

L'étude stratigraphique est conduite par le stratigraphe-sédimentologue S. Abdessadok du Laboratoire de Préhistoire du Museum National d'Histoire National (Paris, France). Selon Abdessadok et al. (en préparation) la séquence stratigraphique des deux **Locus A** et **D** est composée d'ensembles stratigraphiques (fig. VI. 8, 9), décrits de la base au sommet comme suit :

Des dépôts, d'une épaisseur de 8m, débutent par des limons versicolores à structure prismatique et à nodules carbonatés, dont l'épaisseur, visible actuellement, atteint 2,20 m. L'analyse granulométrique révèle une forte proportion de limon à microstructure massive englobant des grains de quartz traduisant une sédimentation dans un milieu calme. Au sein de cette couche, on relève une poche de sable fin (60 x 70 cm) dont l'origine pourrait provenir du niveau sableux supérieur ou correspondre à un creusement de chenal. Elle

renferme des plaquettes de grès et des oxydes de manganèse précipités en lits millimétriques.

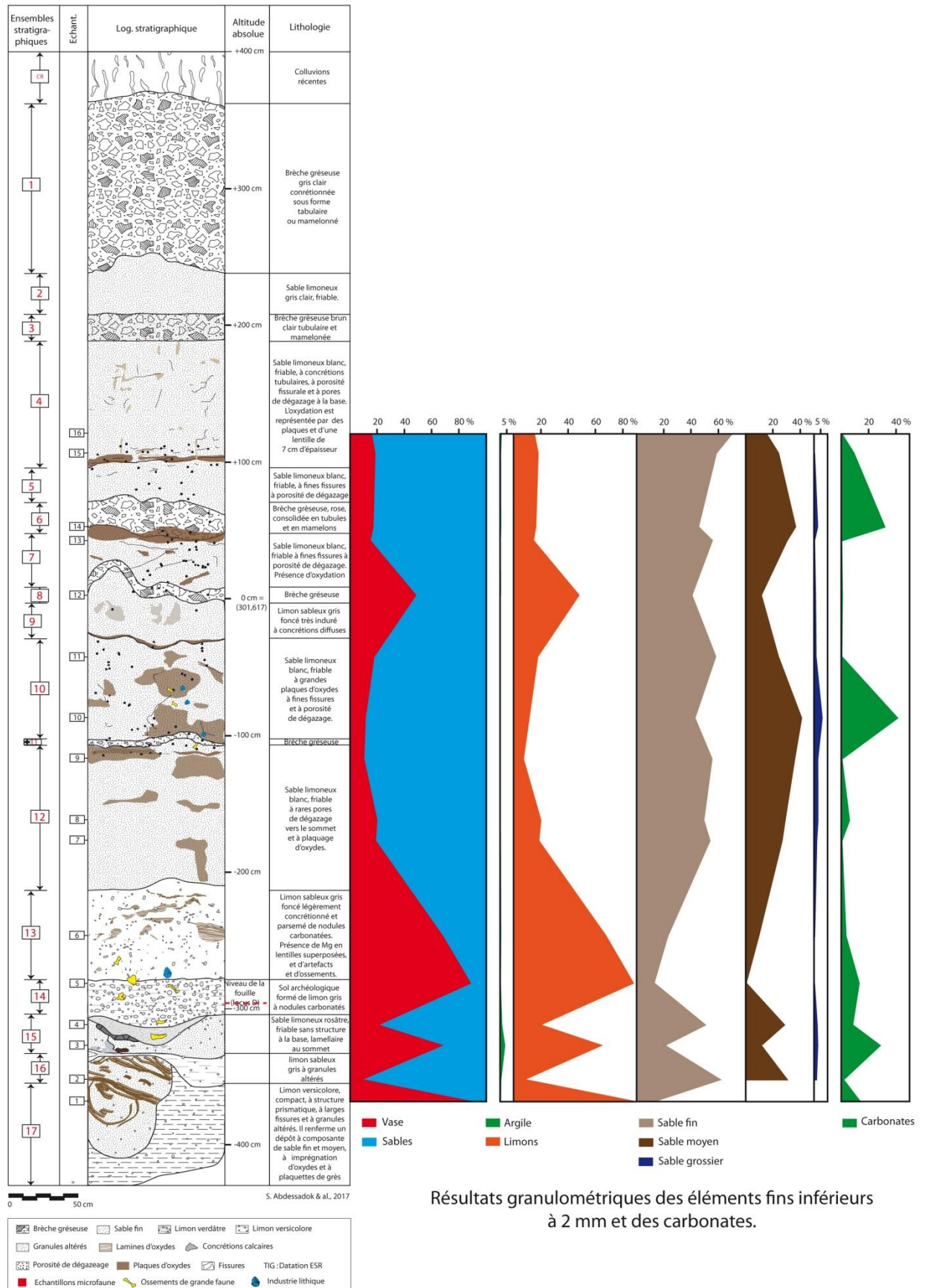
Au-dessus, plusieurs niveaux de faibles épaisseurs se succèdent sur une hauteur de 80 cm. Il s'agit d'un limon-sableux gris à granules altérés, puis d'un sable-limoneux rosâtre sans structure à la base, lamellaire au sommet et enfin d'un dépôt argileux gris correspondant au sol archéologique.

Les 5 m de dépôts suivants sont constitués de sables fins alternant avec des brèches gréseuses. La subdivision de ces niveaux sableux en ensembles est basée principalement sur la couleur ou la consistance. Ces dépôts, qui varient entre 30 et 120 cm, sont stériles et contiennent de nombreuses concrétions ferrugineuses, jaunes à brunâtres, sous diverses formes : placage, lits millimétriques, filaments, enrobage ou couches lenticulaires. Ces sables sont mélangés, à la base, à de faibles quantités de limons puis les proportions de ces derniers diminuent nettement vers le haut du remplissage pour laisser place à des niveaux exclusivement sableux, traduisant un changement progressif dans la dynamique du dépôt.

Les brèches gréseuses intercalées peuvent atteindre 5 à 20 cm ; et ils présentent un concrétionnement sous forme de tubules, en mamelons ou en plaques. Les grains de sables sont pris dans un ciment calcitique micritique à la suite de l'assèchement du milieu.

Enfin, le sommet du remplissage est coiffé d'un énorme banc gréseux poreux, en forme tabulaire atteignant plus de 1,20 m de hauteur.

Les traits pédogénétiques se matérialisent par des concrétionnements, des oxydes ainsi que des bioturbations (pores et racines) et une porosité de dégazage relevés tout au long des dépôts



Résultats granulométriques des éléments fins inférieurs à 2 mm et des carbonates.

Figure. VI. 8. Coupe stratigraphique dépôts sédimentaires Locus D, Tighennif (Abdessadok et al.)

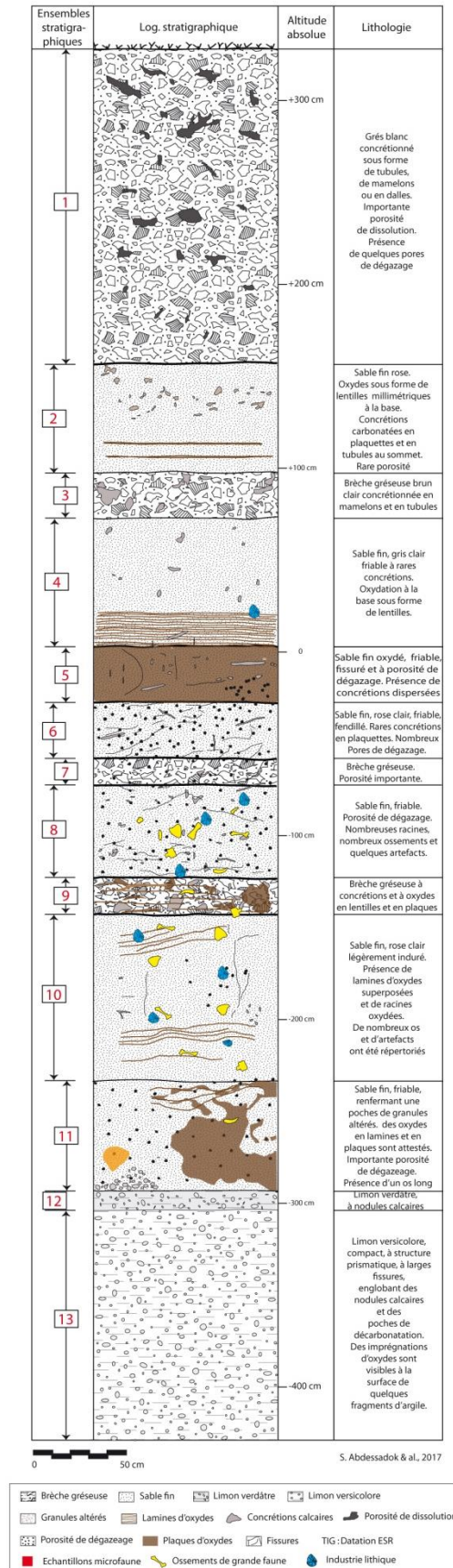


Figure. VI. 9. Corrélation stratigraphique entre les **Locus A**, Tighennif (d'après Abdessadok et al.)

VI. 6. L'homme de Tighennif

Les premières évidences de la présence humaine au Maghreb sont bien attestées au site d'Ain Hanech en Algérie, dont la chronologie, basée sur la biochronologie de la faune et les données du paléomagnétisme, est entre 1,77-95 Ma (Sahnouni, 1998 ; Sahnouni et Heinzelin, 1998 ; Sahnouni et al., 2002, 2013 ; Sahnouni et Derradji, 2007). Ainsi, ce site devrait également avoir un âge approximatif entre 2,3-2,1 Ma, par les mesures des taux d'accumulation des sédiments (Parés et al., 2014). Ce site a fourni un assemblage lithique de la technologie du mode 1 (Oldowayen) semblable à celui d'Olduvai *Bed I* et *Bed II* inférieur et à celui de Koobi Fora (Sahnouni et al., 2002). Tandis qu'au Maroc, le plus ancien assemblage lithique, constitué d'artefacts lithiques acheuléens, provient de la fin du Pléistocène inférieur (Unité L de carrière Thomas), daté d'environ 1,0 Ma (Raynal et al., 2001 ; Rhodes et al., 2006).

La découverte la plus importante dans le gisement de Tighennif fût celle des restes humains. Il s'agit essentiellement de trois mandibules munies de leurs dents, un fragment d'os pariétal auxquels il faut ajouter un certain nombre de dents isolées et un fragment de branche montante mandibulaire. Tous ces fossiles proviennent des parties les plus profondes du site ; associés à plusieurs centaines de fossiles de mammifères et à un outillage lithiques inclus dans l'Oldowayen et l'Acheuléen (Arambourg, 1954a, 1954b) (fig. VI. 10).

VI. 6. 1. Les restes humains récupérés

- *Atlanthropus I / mandibule I* ; fût la première découverte dans le remplissage sableux inondé. Cette pièce comprend tout le corps mandibulaire ; deux branches horizontales et une partie des branches montantes. La denture, excepte les canines et les deux incisives, y est bien conservée (fig. VI. 10c).

- *Atlanthropus II / mandibule II* ; fût trouvée dans l'argile grise à nodules calcaires qui couvre le fond de l'ancienne cuvette (fig. VI. 10a). Cette pièce est une demi-mandibule gauche comprenant tout le corps, la symphyse et la branche montante presque complète (excepte l'extrémité de l'apophyse coronôide et une partie de la région goniale). Ce spécimen est un individu adulte, mais beaucoup plus jeune qu'*Atlanthropus I*, étant donné qu'il a été trouvé à proximité du pariétal et exactement au même niveau, il n'est pas exclu de penser que ces deux pièces aient pu appartenir à un même sujet.

- *Atlanthropus* III / mandibule III ; se trouvait encore dans l'argile tapissant le fond de l'ancienne cuvette. Ce spécimen est le plus complet des trois (fig. VI. 10b), et se distingue par sa robustesse et ses dimensions absolues fortes, qui donne à penser qu'il s'agit d'un sujet mâle adulte, un peu plus âgé qu'*Atlanthropus* I. Cette pièce porte de légères déformations dues à sa fossilisation. La denture dans son ensemble est bien conservée, excepte l'I₁ droite, I₃, C et P₃ du côté gauche. L'arcade dentaire de ce spécimen ne diffère guère par sa forme générale parabolique et par ses dimensions absolues de celles d'*Atlanthropus* I et II, et que la plupart de ses rapports sont du même ordre de grandeur. Toutefois, des différences ont été notées entre *Atlanthropus* II et III, concernant l'indice de proportion de l'arc dentaire. Par ailleurs, les fossiles de Tighennif et la mandibule de Mauer font à ce point de vue partie du groupe humain.

- **Le pariétal** a été découvert à peu de distance de la mandibule II, et dans le même niveau argileux à nodules calcaires. Cette pièce appartenant au côté droit du crâne est parfaitement conservée et complète, excepte une petite fracture à l'angle lambdoïde, et une absence totale d'os wormien (fig. VI. 10. d).

- **Les dents isolées** proviennent toutes, en partie du fond argileux comme les pièces précédentes. Ce sont : deux incisives ; une canine supérieure ; trois prémolaires de lait supérieures (2 D³ et 1 D) ; trois molaires supérieures, dont une fragmentaire.

VI. 6. 2. L'Analyse comparative des spécimens

La comparaison de la mandibule d'*Atlanthropus* I avec celles des hominidés montre que par ses dimensions absolues, ses proportions et sa massivité, cette pièce diffère de toutes celles du groupe actuel d'*Homo sapiens*, ainsi que des vrais Néanderthaliens. La symphyse fuyante, épaisse et la présence d'un *planum alveolare* constituent un ensemble de caractères primitifs communs à beaucoup de mammifères autres que les hommes et qui ne sont pas spécifiquement simiens. Ces mêmes caractères se trouvent à peu près au même degré chez *Pithecanthropus* et *Sinanthropus* (Arambourg, 1955)

Malgré des différences individuelles entre les spécimens d'*Atlanthropus* de Tighennif, les rapports mutuels entre les mandibules sembleraient les séparer, et il est évident que ces fossiles possèdent en commun un certain nombre de caractères typiques qui peuvent se résumer ainsi : Il s'agit d'un hominidé remarquable par la robustesse de son appareil masticateur, sans équivalent parmi les races humaines actuelles. Leur symphyse

épaisse, fuyante, et les cadres dentaires paraboliques sont humains ; de même pour les proportions relatives de leurs diverses parties. Ainsi, ces trois spécimens partagent certaines différences d'ordre individuel et peut-être sexuel. La mandibule II notamment est, dans l'ensemble, moins robuste que celle d'*Atlanthropus* I et III ; peut-être s'agit-il d'une femelle; par contre sa denture est plus robuste que celle d'*Atlanthropus* III. Enfin les proportions de la branche montante, et son inclinaison sont différentes chez *Atlanthropus* II et III. De plus, la position des insertions des muscles digastriques est bien différente chez *Atlanthropus* II et III.

	<i>Atlanthropus</i> I	<i>Atlanthropus</i> II	<i>Atlanthropus</i> III
Indice du corps	-	30,4	29,9
Indice de robustesse du corps	53	48,5	50
Indice d'épaisseur	66,6	65,7	63,1
Indice branche-corps	-	47,9	40
Angle alvéolo-symphysien	60°	62°	63°
Angle du <i>planum alveolare</i>	43°	36°	48°
Angle mandibulaire	-	81°	69°

Tableau. VI. 1. Différents indices des mandibules d'*Atlanthropus* I, II et III

Ce qui caractérise les dents d'*Atlanthropus*, ce sont leur macrodontie et leur robustesse, qui apparaissent au premier examen ; sont aussi brachyodontes, et leur couronne est relativement basse.

La morphologie générale du pariétal d'*Atlanthropus* et les structures endocrâniennes montrent que le crâne de cet hominidé devait être très voisin de celui de *Sinanthropus* et peut être de celui de *Pithecanthropus*, rapprochement qui est confirmé par la structure des mandibules et de la denture. En revanche, le spécimen de Tighennif est un sujet jeune, et le crâne auquel appartient aurait dépassé notablement en volume celui de *Pithecanthropus* ou de *Sinanthropus*, car ce pariétal est déjà supérieur en dimensions absolues à ceux des fossiles asiatiques (Arambourg, 1955). D'autre part, il existe des rapports qu'il présente entre ses proportions et sa forme avec celui de Broken Hill. Aussi, peut-on penser que la morphologie crânienne de l'*Atlanthropus* ainsi que ses dimensions devait approcher sensiblement de celles du fossile de Rhodésie, qui pourra être attaché au groupe des Pithécantropes.

VI. 6. 3. La position systématique d'*Atlanthropus*

L'examen des trois mandibules recueillies à Tighennif et de leur denture a révélé entre elles un certain nombre de différences, qui ne s'agit que de différences sexuelles ou individuelles permettant d'apprécier l'amplitude de variabilité de ce fossile. Ces pièces sont robustes ; l'épaisseur du corps mandibulaire, le développement des *torus marginali*, de la *prominentia lateralis*, du *tuberculum marginales anterius* et du *sulcus extramolaris* (caractères qui, probablement ne présentes pas une grande signification phylogénitique) correspondent cependant à un être primitif et plus puissant, musculairement, qu'un homme actuel ;

L'inclinaison prononcée de la région symphysaire, la présence d'un *Palatum alveolare* étendu et incliné et la position des empreintes digastriques, diffèrent de celles d'*Homo sapiens*. Ces caractères sont complétés par ceux de la denture, dont nous avons noté des traits primitifs tels que la macrodontie, la taurodontie, la présence de bourrelets et de plis cingulaires, la ridulation des tubercules oraux, enfin la disposition dryopithécienne des tubercules des molaires inférieures et leur nombre de 5, parfois même de 6, caractères associés à des dispositions nettement humaines telles que la morphologie des prémolaires, la réduction des canines et de toute la région paralactéale (Arambourg et Hoffstetter, 1963). L'étude du pariétal a montré que cette pièce appartenait à un crâne volumineux, dolichocéphale, surbaissé, et que le cerveau qu'il renfermait, bien que primitif à certains égards, présentait déjà sa région temporale (certaines caractéristiques humaines), mais son réseau artériel méningé était cependant plus primitif que celui d'*Homo sapiens*. Tous ces critères sont cependant bien distincts de ceux de l'homme actuel ; et différent de ceux des Néanderthaliens qui sont, à de très nombreux égards, très proches d'*Homo sapiens*, aussi bien par leur caractères crâniens que par la structure de leur endocrâne.

Les Australopithéciens se distinguent des *Atlanthropus* par : la macrodontie considérable des premiers et le développement extraordinaire de leurs arrière-molaires correspondant au régime alimentaire ; la réduction relative de la partie sectoriale de leur denture, et la massivité générale et les dimensions plus fortes des mâchoires. D'autre part, les fossiles de Tighennif présentent certains caractères qui les unissaient aux Pithécanthropiens, dont la capacité endocrânienne varie entre 800 à 1200 cm³, avec une moyenne voisine de 1000 cm³. Parallèlement, d'autres critères propres aux Sinanthropes ont été documentés sur ces fossiles, mais d'autres aussi évoquant ceux de *Pithecanthropus/Meganthropus*. Le *calvarium* recueilli par Leakey à Olduvai Bed II, à

industrie acheuléenne primitive est chronologiquement équivalent à celui de Tighennif, tant par ses dimensions que par ses caractères morphologiques, précisément la mandibule d'*Atlanthropus* III. D'après Arambourg et Hoffstetter (1963), ... *Les fossiles de Tighennif attestent donc l'extension, en Afrique, d'un groupe humanoïde fossile que l'on croyait jusqu'à cette découverte, localisé en Asie...*)

La découverte, avec l'*Atlanthropus* de Tighennif, d'une industrie lithique typiquement acheuléenne archaïque devait démontrer que le groupe des Pithécanthropiens était étroitement lié aux industries primitives du Pléistocène moyen, acheuléo-clactoniennes. Les caractéristiques de ces industries, simplicité et uniformité, correspondent chez les artisans à un mode de vie et à des besoins limités à la réalisation des actes vitaux essentiels ; ils sont l'indice d'une intelligence certaine, mais encore assez rudimentaire. Cette constatation confirme les indications fournies par la structure endocrânienne de ces êtres qui ne présentent qu'un petit nombre de traits humanoïdes (Arambourg et Hoffstetter, 1963).

Etymologiquement, les spécimens de Tighennif furent compris dans l'espèce *Atlanthropus mauritanicus* (Arambourg, 1954a) et ultérieurement attribuées à *Homo erectus* (Le Gros Clark, 1964). *Atlanthropus* Arambourg, 1955 (GK Atlas = se réfère à la proximité du site des montagnes de l'Atlas s'étendant du Maroc à la Tunisie ; *anthropos* = être humain ; *Mauritania* = nom d'une ancienne province de l'empire romain coïncidant l'Algérie et le Maroc). Ces restes représentent jusqu'à ce jour les hominidés les plus anciens du Nord de l'Afrique. Comme nous l'avons vu précédemment, l'analyse approfondie de ces restes humains (Arambourg et Hoffstetter, 1963) conclue à des affinités avec les Pithécanthropes (*Homo erectus*) d'Asie, soulignant toutefois l'existence de différences au niveau morphologique et proportionnel. Cependant, certains auteurs suggèrent que les hominidés de Tighennif et ceux de la Gran-Dolina TD6 appartiennent à un même lignage évolutif (Hublin, 2001 ; Bermúdez de Castro et al., 2007 ; Stringer, 2003), mais aucune étude formelle n'a été effectuée à ce propos. Selon une étude comparative entre les hominidés de Tighennif et ceux de la Gran Dolina menée par Bermudez de Castro et al. (2007) montre que les mandibules de Tighennif ont un pattern morphologique structurel primitif, avec certains caractères dérivés par rapport à ceux des spécimens d'*Homo erectus* de Java. Ainsi les mandibules de Tighennif partagent tous ces caractères dérivés avec *Homo ergaster* et quelques-uns avec *Homo antecessor*. Les caractères dentaires, du point morphologique, révèlent que les populations du Pléistocène

moyen du Nord de l'Afrique sont plus proches des hominidés du Pléistocène inférieur de l'Afrique que de ceux de la Gran Dolina-TD6 (Martinón-Torres et al., 2007). De ce fait, les spécimens de Tighennif sont remarquablement plus grands (grande hauteur du corps de la mandibule) et plus robustes que ceux de TD6, ce qui les placent dans un lignage différent de celui des hominidés de TD6 (Bermúdez de Castro et al., 2007).

Les restes humains fossiles du Pléistocène moyen d'Afrique du Nord peuvent représenter une divergence morphologique de cette partie du continent, ainsi la persistance du macrodentisme marqué dans les séries nord-africaines pourrait être le résultat d'une continuité évolutive régionale ou de l'adaptation à certaines conditions (Hublin, 1989). Cependant, selon Bermúdez de Castro et al. (2007), la liaison particulière des traits primitifs avec un macrodentisme relatif, par rapport aux autres populations contemporaines, suggère que le groupe nord-africain pourrait être le résultat d'une évolution dans l'isolement d'une sous-population d'*Homo ergaster*. De même il est possible de considérer que les hominidés de Tighennif, avec d'autres contemporains (Carrière Thomas et Oulad Hamida 1), et probablement les spécimens de Sidi Abderrahaman, Salé et Rabat, appartiennent à une lignée hominidés indépendante de la lignée européenne (Bermúdez de Castro et al., 2007). D'un autre côté, il sera très intéressant de comparer les spécimens de Tighennif avec ceux d'*Homo Cepranensis*, daté d'environ 430 - 385 ka (Manzi, 2011).

L'assemblage humain fossile récupéré à Tighennif compte vraisemblablement parmi les premiers représentants du genre *Homo heidelbergensis* ; et l'analyse en 3D (microtomographie) de la denture mandibulaire a fourni les premières descriptions détaillées de la condition structurale caractérisant cette population Nord-Africaine (Pléistocène inférieur final-début du Pléistocène moyen). Une analyse de trois molaires déciduales de cet assemblage a révélé une signature structurale interne approchant le schéma humain moderne, néanmoins, les dents montrent des variations individuelles ; un patron structural combinant des caractéristiques primitives, dérivées et uniques. Aussi, elles présentent des cavités pulpaires volumineuses, avec une bifurcation radiculaire assez élevée et des canaux pulpaires bien séparés, s'approchant plus particulièrement de la condition rapportée pour des Atériens du Pléistocène supérieur (Zanolli et Mazurier, 2013).

La combinaison des caractères morphostructuraux internes observés dans les éléments dentaires permanents de cet assemblage rejoint l'hypothèse que ce genre d'*Homo erectus sensu lato* maghrébin fait probablement partie du groupe de la lignée menant à l'allotaxa néandertalien, de Denisova et moderne (Stringer, 2012), alors que la signature structurale virtuellement extraite des trois molaires temporaires figurant dans cet échantillon se rapproche davantage de la condition humaine moderne (Zanolli et al., 2010)

Malgré les quelques petites différences entre les premières populations et celles tardives, l'occupation humaine nord-africaine aurait pu être continue tout au long du Pléistocène inférieur et moyen. Toutefois, l'homme de Tighennif représente une variante géographique d'*Homo erectus* (*H. erectus mauritanicus*) ou un représentant des *Homo erectus* africains ou *Homo ergaster* (Klein, 1999 ; Sahnouni et Derradji, 2007).

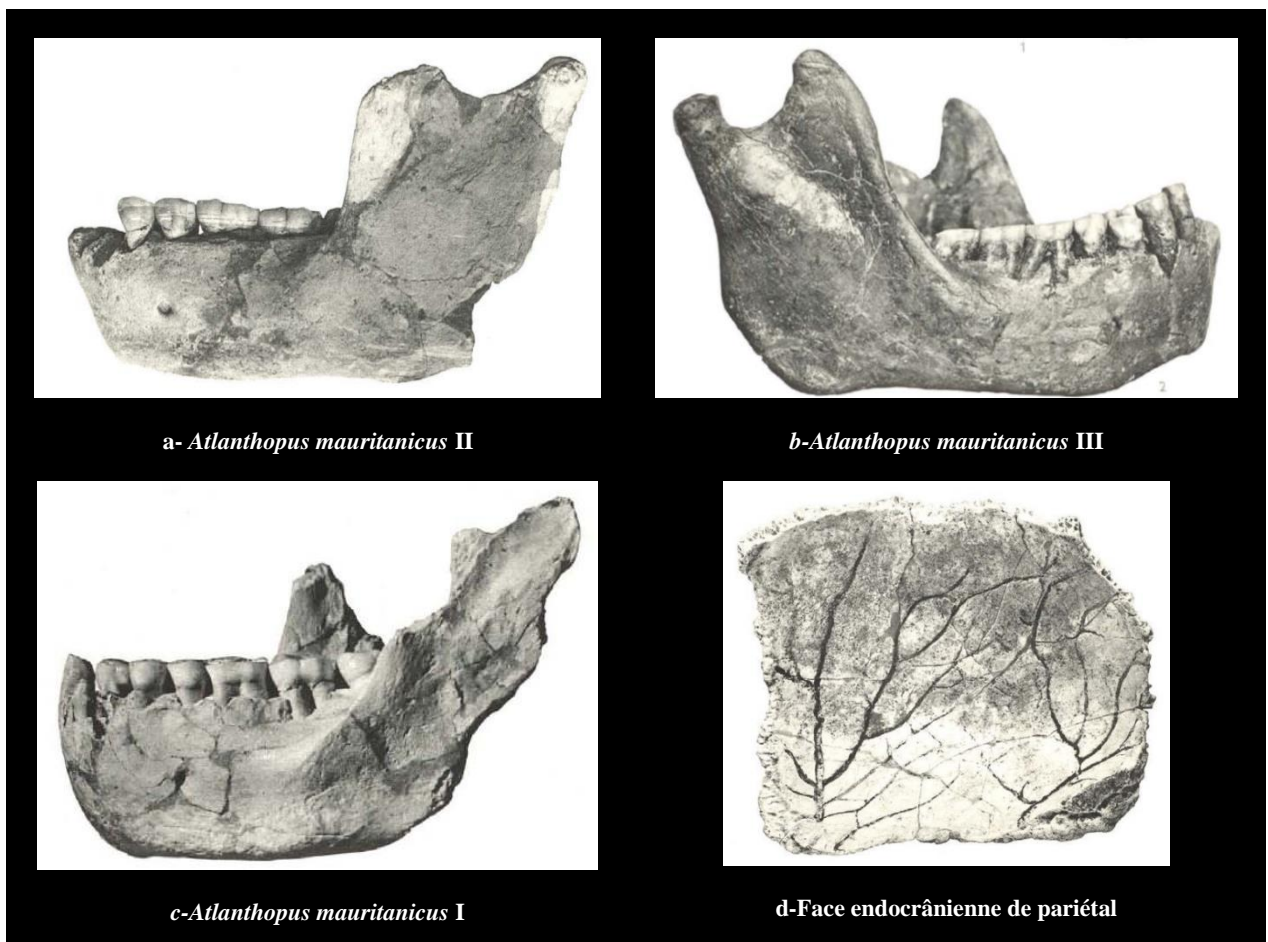


Figure. VI. 10. Spécimens d'*Atlantopos mauritanicus* de Tighennif (Arambourg et Hoffstetter, 1963)

VI. 6. Les études paléontologiques

A partir des premiers éléments fauniques découverts à Tighennif, Pomel a pu créer un certain nombre d'espèces notamment *Elephas atlanticus* (Pomel, 1878), *Rhinoceros simus (mauritanicus)*, *Hippopotamus amphibius*, *Camelus Thomasii*, *Equus mauritanicus*, *Connochaetes progna*, et *Boselaphus ambiguus*, *Gazella* aff. *Cvieri*, *Gazella rufina*, *Boselaphus ambiguus*, *Oryx* sp., *Taurotragus* sp., *Giraffa* sp. (Pomel 1893 - 1897).

La faune recueillis dans ce gisement appartient à des taxons typiques de savane. Egalement, un nombre de taxons a été cité : grands félidés comme *Machairodus* sp., *Felis pardus* et *Felis leo*, un *Notochoerus (Afrochoerus)*, *Ursus arctos* ?, *Hyaena striata* et *Hyaena crocuta*, *Canis* indet, *Mellivora* sp., et un *Dinopithecus* sp, *Atlanthropus mauritanicus* et d'abondants restes de rongeurs, d'insectivores et de reptiles. Toute cette faune est indicative d'un environnement ouvert et aride, avec des zones de végétations et la présence d'étendues d'eau (Arambourg, 1957, 1979 ; Arambourg et Hoffstetter, 1963).

Plus tard, les données paléontologiques sur la faune de Tighennif remontent aux années 1980 suite à la révision des bovidés par Geraads (1981) et aux dernières récoltes faites sur le terrain par Geraads et al. (1986). Ultérieurement, une liste faunique révisée est établie et comprend notamment *Loxodonta atlantica*, *Cerathotherium simum*, *Equus mauritanicus*, *Metridiochoerus compactus*, *Camelus Thomasi*, *Giraffa* cf. *pomeli*, *Oryx* cf., *Tragelaphus algericus*, *Bos* ? cf. *bubaloides*, *gazella*, *Chonochaetes*, *Crocuta crocuta*, *Hippotragus* cf. *gigas*, *Kobus* ?sp., *Connochaetes taurinus progna*, *Parmularius ambiguus*, *Gazella dracula*, *Gazella* sp. A, (cf. *atlantica*), *Gazella* sp. B, Caprini indet, *Crocuta crocuta*, cf. *Felis* sp., *Vulpes* sp., *Theropithecus* cf. *oswaldi*, *Homos erectus*, Erinaceidae indet, et *Lepus* sp. (Geraads et al., 1986)

Récemment, la liste faunique des grands mammifères recueillis à Tighennif a été mise à jour par Jan Van der Made, et se présente comme suit :

<p>Carnivora</p> <p>Canidae <i>Vulpes cf. rueppelli</i> <i>Lupulella mohibi</i> <i>Lycaon magnus</i></p> <p>Mustelidae <i>Mellivora capensis</i> <i>Poecilictis cf. Lybica</i> <i>Enhydriactis hoffstetteri</i></p> <p>Ursidae <i>Ursus sp.</i></p> <p>Hyaenidae <i>Hyaena hyaena</i> <i>Crocota crocuta</i></p> <p>Felidae <i>Homotherium sp.</i> <i>Felis silvestris</i> <i>Lynx/Caracal/Serval</i> <i>Panthera leo</i></p> <p>Primates</p> <p>Cercotpithecidae <i>Theropithecus oswaldi</i></p> <p>Hominidae <i>Homo erectus mauritanicus</i></p> <p>Proboscidea</p> <p>Elephantidae <i>Loxodonta atlantica</i></p>	<p>Artiodactyla</p> <p>Suidae <i>Metridiochoerus compactus</i> <i>Metridiochoerus modestus</i></p> <p>Hippopotamidae <i>Hippopotamus sirensis</i></p> <p>Camelidae <i>Camelus thomasi</i></p> <p>Girafidae <i>Giraffa pomeli</i></p> <p>Bovidae <i>Taurotragus algericus</i> <i>"Bos" bubaloides</i> <i>Gazella dracula</i> <i>Gazella sp.</i> <i>Kobus sp.</i> <i>Oryx cf. gazella</i> <i>Hippotragus cf. gigas</i> <i>Parmularius ambiguus</i> <i>Connochaetes taurinus</i> <i>prognu</i></p> <p>Perissodactyla</p> <p>Equidae <i>Equus mauritanicus</i> <i>Equus melkiensis (Equus aff. tabeti?)</i></p> <p>Rhinocerotidae <i>Ceratotherium mauritanicum</i></p>
---	--

Tableau. VI. 2. Liste faunique de Tighennif (d'après van der Made, travaux en cours)

Et ci-dessous quelques planches d'illustrations concernant les différents taxons recueillis à Tighennif (d'après Jan. Van der Made)



Figure. VI. 11. *Theropithecus oswaldi*.

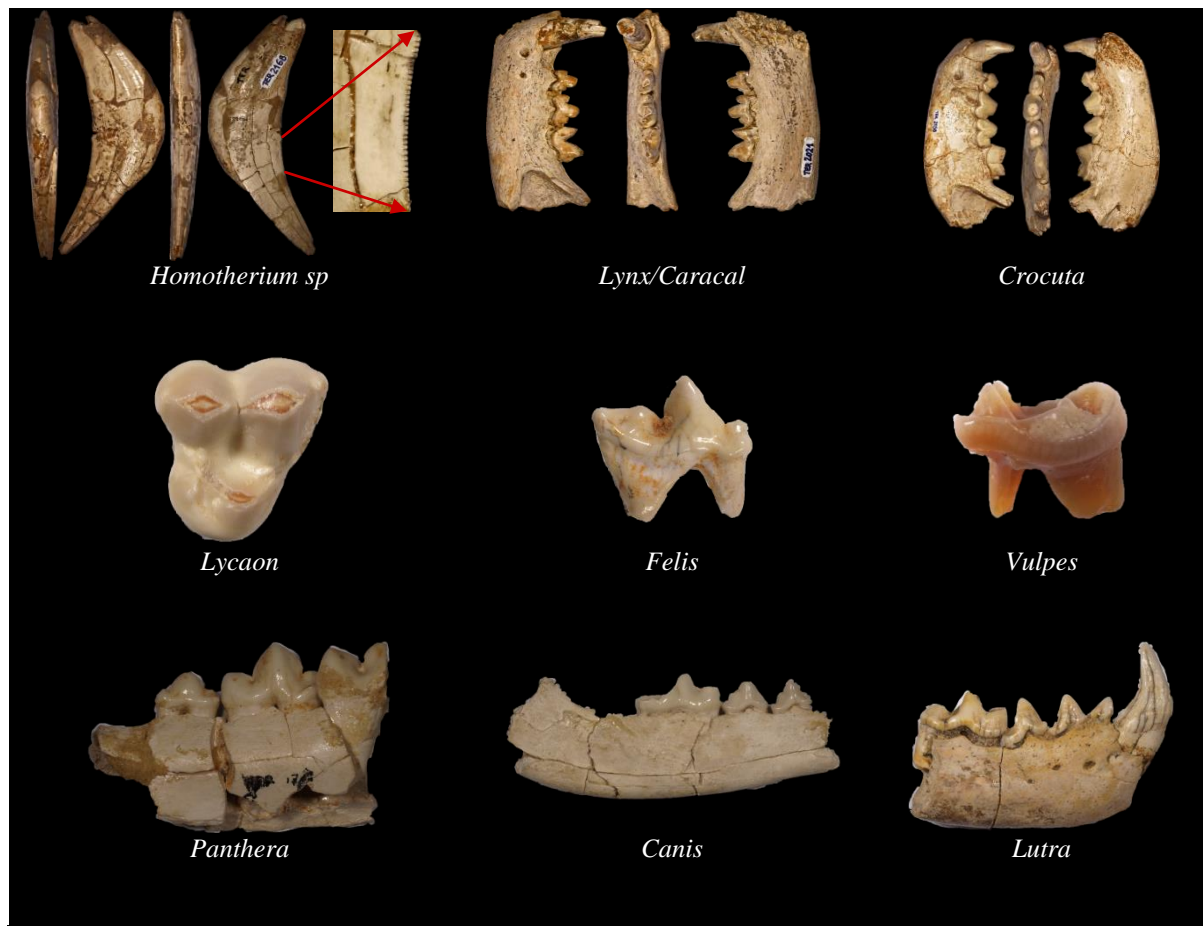


Figure. VI. 12. Carnivores

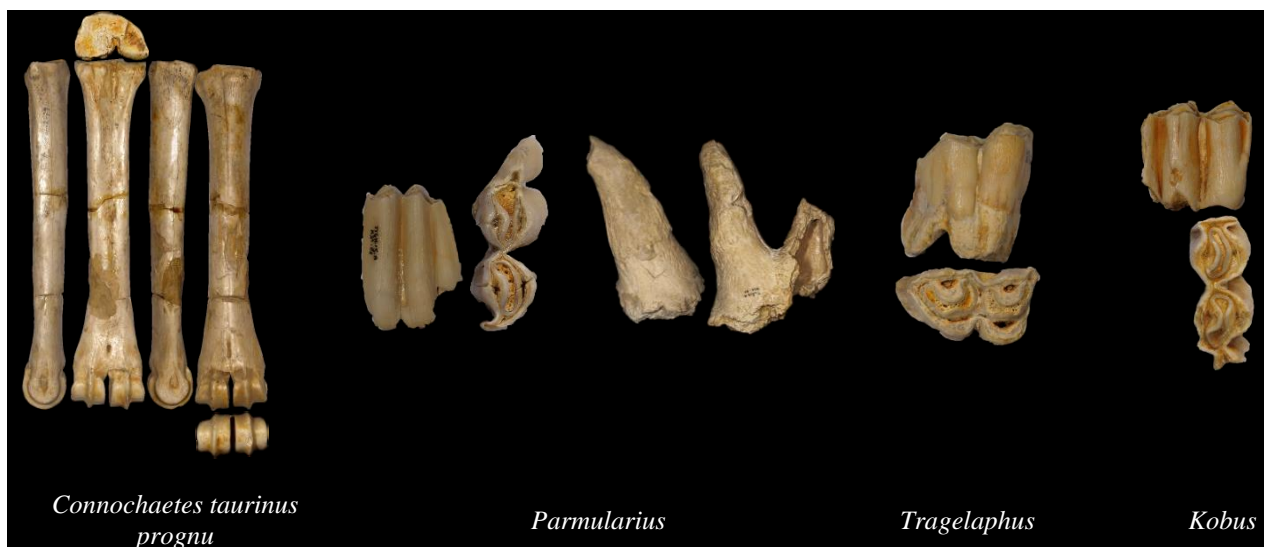


Figure. VI. 13. Bovidés

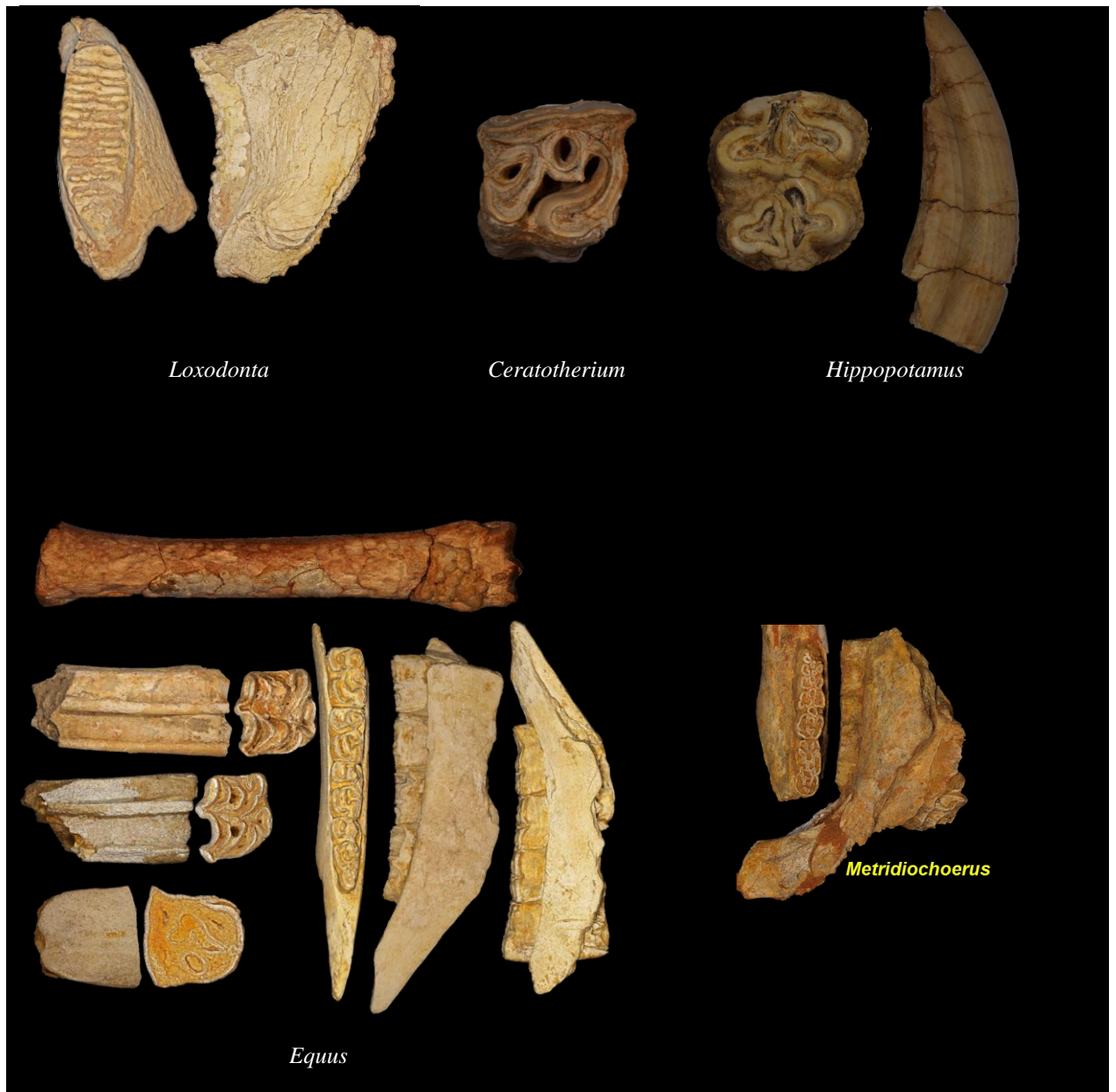


Figure. VI. 14. Equidé, phacochères, éléphant, rhinocéros et hippopotame.



Figure. VI. 15. Bovidés.

VI. 7. Travaux taphonomiques précédents

Le plus ancien Acheuléen en Afrique de l'Est est daté de 1,75 Ma à Kokiselei au Kenya et à Konso en Ethiopie ainsi qu'à Gona (Ethiopie) avec un âge de 1,7-1,6 Ma (Semaw et al., 2013). Actuellement, ces sites offrent de grandes opportunités pour étudier la signification adaptative de la technologie du premier Acheuléen concordant à l'émergence de *Homo erectus* / *ergaster*. L'émergence post 1,0 Ma des bifaces raffinés peut être liée à des aspects de la transition d'*Homo erectus* à une espèce plus avancée d'*Homo* archaïque (Beyene et al., 2013).

Des assemblages similaires (Acheuléens) sont connus en Afrique du Nord, notamment au Maghreb, y compris Tighennif (Reygasse, 1935 ; Arambourg, 1947 ; Arambourg et Balout, 1955) en Algérie et les sites atlantiques du Maroc (Biberson, 1954, 1965 ; Nocairi, 2000). Tous ces sites ont livré un registre archéologique continu et un développement prospère de la tradition acheuléenne caractérisée par d'importantes innovations techniques associées à des fossiles d'*Homo erectus*, et qui offrent de nombreuses opportunités pour aborder le comportement des premiers hominidés au Maghreb, du fait que tous les restes d'hominidés découverts jusqu'à présent sont associés aux activités acheuléennes dans ces sites.

Pays	Sites	Age(Ma)	Eléments anatomique	Taxon	Références
Algérie	Tighennif (ex. Ternifine)	0,8 ?	Trois mandibules, un pariétal et des dents isolées	<i>H. erectus</i> / <i>H. ergaster</i>	Arambourg et Hofstetter (1963) Geraads et al. (1986)
Maroc	Ain Maarouf	0,7 ?	Un fémur gauche	<i>H. erectus</i>	Geraads et al. (1992) Hublin (1992)
	Oulad Hamida 1, Carrière Thomas 3	0,6 ?	Un crâne, part faciale, frontale et temporelle et des dents supérieurs.	<i>H. erectus</i>	Ennouchi (1972)
	Carrière Thomas L	0,6 ?	Un fragment de mandibule	<i>H. erectus</i>	Ennouchi (1969) Raynal et al. (2002)
	Sidi Abderrahman,	c.0,4	Deux fragments de mandibule	<i>H. erectus</i>	Biberson (1964)

Tableau. VI. 3. Les restes d'hominidés du Pléistocène moyen au Maghreb (Sahnouni, 2012)

Le site de Tighennif compte parmi les sites Acheuléens les plus significatifs, non seulement pour l'Afrique du Nord, mais aussi pour l'ensemble du Vieux Continent. Malgré l'importance de ce gisement sur le plan évolutif culturel et biologique des *Homo erectus* dans cette région, la compréhension de sa formation et de sa structure demeure incomplète. Cela résulte de tous les phénomènes complexes qui ont entourés sa formation et sa genèse au cours du Quaternaire.

La première et la seule approche taphonomique sur ce site remontent aux années 1980, effectuée sur un petit échantillon de fossiles des vertébrés récoltés lors de la dernière campagne de fouilles de 1982-1983. Les résultats obtenus ont révélé l'origine anthropique de l'accumulation, démontrée par les traces de consommation de viande (traces de découpe et stigmates de percussion) observées sur des restes osseux (décharnement et exploitation de la moelle) et un outil façonné sur un métacarpe d'*Equus* (Denys et al., 1984 ; Geraads et al., 1986). Ces mêmes auteurs soulignent la présence d'évidences convaincantes de

l'utilisation des outils au Paléolithique inférieur, tels qu'il a été signalé à Olduvai *Bed II* (Leakey, 1971).

Selon Denys et al. (1984) l'hypothèse selon laquelle l'accumulation de ces restes osseux à Tighennif serait due à un transport par l'eau est rejetée. En effet, tous les éléments anatomiques sont présents et aucun tri n'a été signalé et l'accumulation de ces restes dans ce site résulte donc de l'action d'autres processus de formation. D'autres altérations ont été aussi observées, comme le l'abrasion des surfaces osseuses par l'action de l'eau, visible également pour les restes des microvertébrés (Denys et al., 1987). Ainsi, l'activité des carnivores est totalement absente sur restes analysés, et les activités liées aux traitements des carcasses des animaux dans ce site (dépeçage, décharnement, et consommation) se sont déroulés *in situ*, où l'acquisition a été pratiquée (Denys et al., 1984).

Les nouveaux travaux systématiques à Tighennif depuis 2013 portent sur la datation précise des dépôts archéologiques, l'étude détaillée de tous le matériel archéologique recueillis, la stratigraphie, la reconstitution de la paléoécologie et l'exploration des capacités cognitives, des comportements techno-économiques et des stratégies de subsistance des hominidés de Tighennif. Ces dernières, bien que moins fréquentes en Afrique du Nord, elle sont nombreuses en Afrique de l'Est et en Afrique du Sud, suggérant que la chasse pourrait être étroitement liée à l'émergence du genre *Homo* (Semaw et al., 2003 ; Egeland et al., 2004 ; Pickering et al., 2007 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009b ; Bunn et Pickering, 2010a ; Domínguez-Rodrigo et al., 2010a ; Ferraro et al., 2013 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2014).

La concentration du matériel faunique associé à celui lithique dans ce gisement, ainsi que les résultats obtenus par les anciennes interprétations de ce site, nous ont permis de supposer comme hypothèse de départ qu'il s'agissait d'une accumulation anthropique, néanmoins les détails à leur sujet étaient de tout inconnu.

Les assemblages fauniques et les inférences taphonomiques qui en découlent constituent la base empirique principale pour établir cette hypothèse. Ainsi, la récurrence d'accès primaires / secondaires aux carcasses, l'exploitation systématique des éléments énergétiques les plus riches et probablement la sélection et le transport des proies dans ce milieu d'une grande diversité de ressources, sont quelques-unes des caractéristiques observées dans les grandes partie de restes archéologiques fauniques de l'Acheuléen en Afrique.

Le présent travail aborde d'un point de vue archéologique et taphonomique ces dernières questions en prenant comme objet d'étude des restes fauniques des niveaux archéologiques définis par **Locus A** (couche sableuse) et **Locus D** (couche argileuse).

Une particularité de ce gisement est d'être apparemment dominée par les restes des animaux de grande taille tels que les équidés, les bovins, ainsi que les restes de mégafaune comme les éléphants, les hippopotames et les rhinocéros ; ceci étant un ensemble particulièrement intéressant car il est contemporain à l'événement de dépôt des restes d'hominidés (*Homo erectus/ergaster*) accumulés dans le même site, dont nous connaissons les détails physiques et phylogénétiques, néanmoins très peu sur leur vie quotidienne et leur subsistance.

VI. 8. Les interprétations pléoenvironnementales

Tighennif est un site clé pour l'étude de l'évolution biologique et culturelle des *Homo erectus* au Maghreb, précisément, le début de l'Acheuléen en Afrique du Nord et les données paléoécologiques et archéologiques des activités de ces hominidés ayant vécu dans cette région entre 1,0 et 0,8 million d'années (Sahnouni et van der Made, 2009).

VI. 8. 1. Les données stratigraphiques

Les résultats des analyses sédimentologiques menées par le Dr. S. Abdessadok se présentent comme suit :

L'étude stratigraphique des dépôts archéologiques de Tighennif montre la présence de certaines différences en ce qui concerne la lithostratigraphie. L'analyse sédimentologique montre la présence de différentes phases d'accumulations, qui dépendent de l'agent de transport déterminant la forme de l'accumulation sédimentaire et sa texture.

La phase inférieure est en contact avec les argiles grises prismatiques (phase encours d'excavation) ; elle est d'une puissance d'environ 75 cm, est composée d'un dépôt limoneux associé à quelques pourcents de sable fin. La finesse des particules et l'absence des sables moyens et des sables grossiers indiquent une mise en place par décantation (vitesse de sédimentation faible).

La phase suivante est une couche de 235 cm de puissance ; est traduit une légère dégradation du climat. Sa texture est principalement sableuse ; composée de deux tiers de sable fin (60 %) et d'un tiers de sables moyens (30 %).

La phase suivante correspond à un niveau limoneux dans lequel se trouve le sol archéologique correspond à une baisse du régime. La forte proportion de cette fraction (87 %) qui se développe sur une amplitude de plus de 120 cm indique une mise en place dans une tranche d'eau substantielle et sa coloration grise témoigne d'un environnement anaérobique maintenu par l'imperméabilité du milieu.

Ensuite vient la séquence qui annonce les prémices d'une légère dégradation climatique matérialisée par l'apport et le dépôt, sur presque 2 m d'épaisseur, d'une fraction sableuse fine et moyenne marquée, vers le milieu de la formation, d'un léger enrichissement en sable grossier.

Au-dessus, un niveau composé d'un mélange de limon (48 %) et de sable fin (40 %) trahit de nouveau une légère baisse du régime.

Vers le sommet, l'évolution vers un faciès sableux fin correspond à une nouvelle petite péjoration climatique. Le cortège minéralogique qui compose ces dépôts est représenté surtout par des minéraux métamorphiques : zircon, tourmaline, rutil et sphène alors que les métamorphiques sont représentés principalement par la zoïsite suivie du grenat, de la staurotide et de l'épidote.

La dernière phase a fait l'objet d'une étude sur l'origine de ces minéraux. Les résultats obtenus montrent que les grains de quartz, observés à la loupe binoculaire, sont majoritairement émoussés. Ils sont accompagnés d'une autre forme qui sont les non-usés. Néanmoins, un grand nombre de ces émoussés présente, sur leurs surfaces, des picotés rappelant l'impact du vent. Il s'agirait donc, vraisemblablement, de quartz hérité de formations dunaires (probablement d'origine Miocène) anciennes puis transportés par des courants d'eau avant leurs mises en place finale dans les dépôts. Le sédiment, par sa structure litée, par sa forte teneur en sable fin et en limon, par la forte proportion de grains de quartz émoussés, est d'origine fluvio-lacustre. La finesse du dépôt et l'absence d'éléments grossiers ne plaident pas pour des fluctuations importantes dans la dynamique fluviale. L'apport des particules s'est fait dans un milieu fluctuant entre un régime assez calme, permettant une décantation de la fraction limoneuse et une reprise modérée de la dynamique de la rivière, exprimée par des hausses des pourcentages des sables (Abdessadok et al., en préparation)

Par interprétation, les résultats obtenus concernant l'analyse micromorphologique des sédiments, les différences dans l'accumulation des dépôts sont les résultats de

variations et de changements climatiques (pulsations climatique tout au long de la séquence) dans l'environnement, précisément dans les phases, où nous observons une alternance entre la dynamique de transport entre basse et modérée. Cela nous laisse penser à la différence dans les quantités d'eau et d'humidité que la région reçoive (pluviation). Cependant, la dernière phase correspond à un autre type d'accumulation des sables déjà hérités par les vents (dunaires), puis transportés par l'eau, avec un régime assez calme au début de la phase, néanmoins une reprise dans la dynamique fluviale postérieurement vers le sommet.

D'un point de vue récapitulatif, la séquence stratigraphique à Tighennif représente les différents changements climatiques que la région a connue durant la période du début du Pléistocène moyen vers 1 Ma (phase caractérisée par l'aridité); et c'est cela qui a donné cette variation dans le paléoenvironnement qui est à son tour à influencé sur les espèces fauniques vivaient dans ce milieu.

VI. 8. 2. Les données écologiques selon la faune

Durant la transition de la fin du Pléistocène inférieur–début du Pléistocène moyen (*Early Middle Pleistocene Transition* [EMPT]) (DeMenocal, 2004 ; Head et Gibbard, 2005 ; Trauth et al., 2007), une hypothèse associant l'environnement aride au comportement de l'*Homo erectus* et les modèles de l'utilisation du territoire aurait émergée à un moment crucial de l'évolution humaine. Durant cette période du [EMPT], datée entre 1,2 et 0,8 Ma, les données paléoécologiques suggèrent que l'Afrique a connu un changement climatique majeur caractérisé par une aridité croissante et un milieu ouvert (deMenocal, 1995, 2004).

Les données relatives à la reconstitution du paléoenvironnement du gisement de Tighennif sont pauvres. Néanmoins, certaines méthodes et approches ont fourni d'importantes interprétations à propos de l'écologie environnementale dans ce site. Grâce à l'interprétation des associations fauniques de macro et micro vertébrés, Arambourg indique que la faune des grands mammifères, notamment les bovidés, l'éléphant, l'hippopotame et le rhinocéros, est caractéristique d'un milieu de savane tropicale (présence d'humidité). Cependant, selon Denys et al. (1986), la présence d'*Ellobius* et de Gerbillidés laisse supposer l'existence d'un environnement très sec ; hypothèse qui rejoint celle de Geraads (1981) affirmant que le paléoenvironnement à Tighennif se caractérise par un milieu très ouvert et aride, en se basant sur l'abondance des animaux brouteurs, 90% de gazelles, d'alcélapinés et 80% de Gerbillidés ; aussi il note l'existence de certaines étendues d'eaux

affirmée par la présence de l'hippopotame. Les archives fossiles des bovidés africains suggèrent une phase finale d'augmentation du renouvellement des espèces adaptées aux arides vers 1,2 Ma et 0,6 Ma (Vrba et al., 1989 ; 1995 ; Prentice et Denton, 1988).

D'un autre côté, dans son étude menée sur les équidés, Eisenmann (1984) a pu établir une relation entre certains caractères anatomiques des équidés et certaines particularités de l'environnement, en suggérant la présence d'un milieu relativement fermé. Ainsi, elle rajoute que les proportions larges des sabots de ces animaux font penser à un sol relativement meuble. De plus, la robustesse des métapodiens lui font dire que ces animaux vivaient probablement sous un climat relativement humide, donc boisé ou buissonneux.

Dans ses travaux, Vrba (1996), montre que le registre africain des bovidés fossiles suggère une phase finale de taxons adaptés aux milieux arides aux alentours de cette période (Transition du début du Pléistocène moyen).

D'un point de vue récapitulatif, ces différentes conclusions relatives aux variations paléoenvironnementales dans le gisement de Tighennif ne se montrent guère contradictoires, mais plutôt ; témoignent et expliquent l'existence de variations climatiques régionales étalées dans un temps et dans un espace bien défini.

A long terme, les suinés ont le potentiel pour fournir un excellent modèle de référence qui permettra de bien comprendre les liens entre changements environnementaux, changements morphologiques et changements de régime alimentaire (Souron, 2012). La présence d'espèces comme *Metridiochoerus compactus* et *Metridiochoerus modestus* à Tighennif témoignent ainsi d'une variabilité dans le paléoenvironnement dans ce site ; car le premier taxon se caractérisait par un régime alimentaire de pousseur reflétant un milieu ouvert et sec, tandis que le deuxième fréquentait des milieux plus fermés (Harris et White, 1979 ; Cook, 2007 ; Geraads, 2010, 2012).

D'un autre côté, l'étude des carnivores (*Panthera leo*, *Lycaon*, *Homotherium*) recueillis dans ce site montrent ainsi cet aspect d'un milieu ouvert. En revanche, la présence d'*Ursus cf. deningeri* suppose un environnement plus fermés (Antón et al., 2005).

Les trois dernières phases Plio-Pléistocène correspondent à des transitions climatiques majeurs : la phase lacustre de 2,7-2,5 Ma correspond au début de la glaciation de l'hémisphère nord (Haug et Tiedemann, 1998) ; la phase de 1,9-1,7 Ma se réfère à une intensification significative et à un changement dans la circulation de Walker (Ravelo et al., 2004), et enfin entre 1,1-0,9 Ma concorde à l'initiation de la révolution du Pléistocène

moyen (Berger et Jansen, 1994) correspondant à l'événement de dispersion «fin-villafranchien» (Arribas et Palmqvist, 1999), et celui d'*Homo* (deMenocal, 2004 ;Trauth et al., 2007).

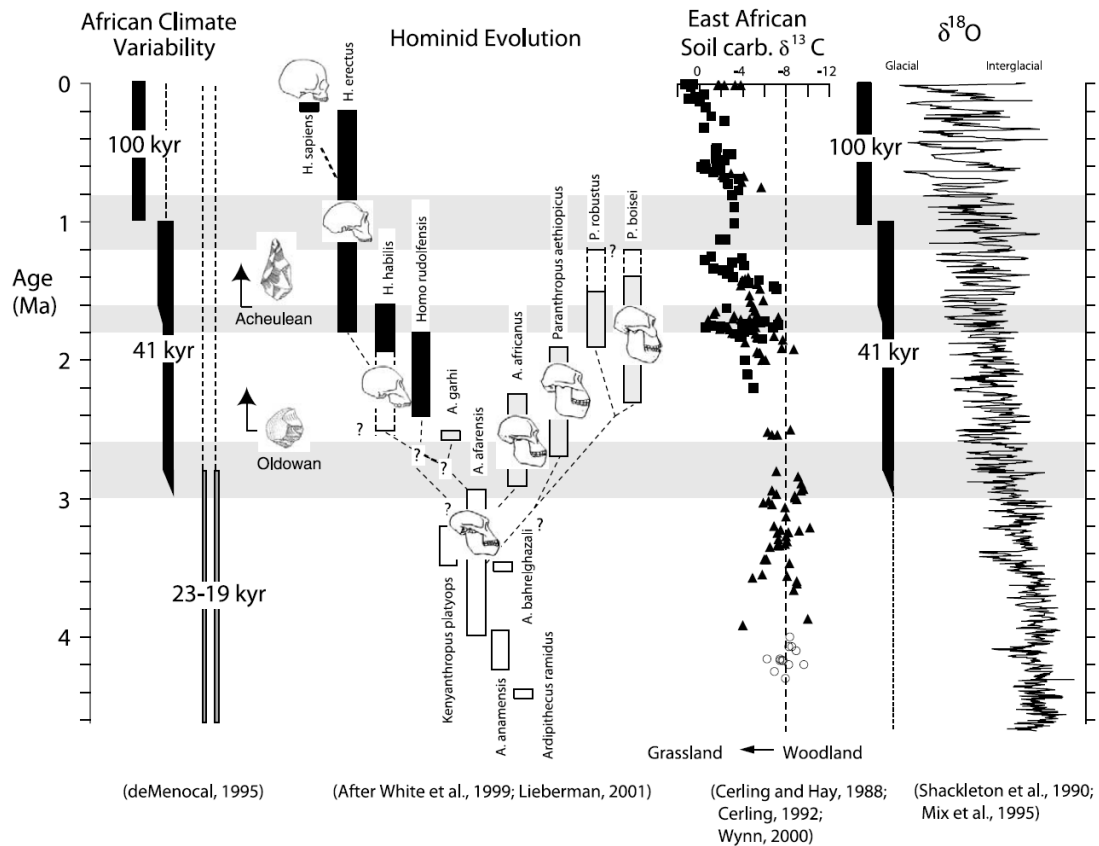


Figure. VI. 16. Changements climatiques en Afrique durant le Plio-Pléistocène en relation avec l'évolution biologique et culturelle des hominidés (deMenocal, 2004).

La formation de grands lacs en Afrique de l'Est et les périodes simultanées de "Sahara vert" aient favorisé les expansions des hominidés à l'intérieur et à l'extérieur de l'Afrique tropicale, et aient pu aussi fournir des aliments riches en protéines essentielles aux cerveaux des hominidés (Trauth et al., 2009). L'évolution des hominidés entre 1,2 et 0,8 Ma a enregistré un nombre faible de fossiles, et les évidences disponibles suggèrent que vers 1 Ma, la lignée *Paranthropus* s'est éteinte (Vrba, 1995) et qu'*Homo erectus* a largement étendu son aire de répartition géographique et occupé des sites en Afrique du Nord, en Europe et en Asie occidentale (Abbate et al., 1998 ; Harris, 1983 ; deMenocal, 1995 ; Maslin et al., 2014).

Ce changement climatique est apparemment associé à des événements majeurs liés à l'évolution biologique et comportementale des *Homo erectus*, y compris l'expansion géographique de cette espèce d'hominidés en Afrique du Nord et en Europe, augmentation

de la taille du corps (Ruff, 1991) et l'augmentation rapide de la capacité crânienne (Antón, 2012) avec des implications cognitives et comportementales telles que le développement et la sophistication de la technologie acheuléenne, la manipulation et le control du feu (Goren-Inbar et al., 2004).

Le développement des conditions africaines périodiquement plus fraîches et sèches vers 1,0 Ma peuvent avoir créé des opportunités discrètes de fragmentation écologique et d'isolation génétique conduisant à la montée éventuelle d'espèces adaptées aux conditions arides (deMenocal, 1995). La nouvelle période d'échanges fauniques entre l'Afrique et l'Asie par le couloir Levantin coïncide la phase de 1- 0,8 Ma, qui probablement reflète des environnements locaux moins arides et ouverts qui se sont produits dans le couloir ou au nord de celui-ci (Van der Made et Sahnouni, 2013). Ce lien systématique entre les événements d'extinction et de spéciation, la dispersion hors de l'Afrique et le développement de nouvelles technologies lithiques avec des maxima d'excentricité pointent vers la mousson insolation comme le mécanisme climatique prévu, le cas échéant, conduisant l'évolution des hominidés en Afrique tropicale (Trauth et al., 2009).

La Transition du début du Pléistocène moyen (EMPT, 1,2-0,8 Ma) est la dernière évidence paléoclimatique occurrente avec des événements majeurs et de nouvelles perspectives concernant l'impact des conditions climatiques environnementales sur l'évolution des hominidés. Cela peut avoir entraîné une spéciation des hominidés et également leurs événements de dispersion subséquents. Cependant, il semble qu'il soit nécessaire de comprendre le rôle des paléoclimats d'Afrique de l'Est pour expliquer pourquoi et quand les espèces d'hominidés ont évolué et ont fini par atteindre l'Afrique du Nord et émigrer hors d'Afrique de l'Est (Maslin et al., 2014). Les changements climatiques majeurs vers l'aridité et l'ouverture de paysage, documentés autour de 1,3 Ma (Bed II supérieur), ne sont pas uniques à Olduvai ; néanmoins sont observés dans le bassin de l'Omo et dans la formation de Busidima (Cerling et al., 2013). La coïncidence dans le temps de ces changements climatiques et de l'apparition du premier Acheuléen suggérerait un déclencheur climatique pour cette innovation technologique et son impact sur l'évolution humaine (Diez-Martín et al., 2013)

VI. 8. 3. Les données géochimiques isotopiques

Répartie entre les sciences naturelles et les sciences humaines, l'archéozoologie s'intéresse aux comportements de subsistance des groupes humains du passé dans ses

actions culturels et physiques. A ce titre l'alimentation et la mobilité de ces groupes anciens forment deux concepts d'investigation pour lesquelles l'analyse du contenu chimique des fossiles peut apporter des informations complémentaires sur les contextes archéologiques (Herrscher et Goude, 2015).

Les isotopes stables de l'oxygène renseignent sur le climat, l'habitat et la physiologie des animaux (Kohn, 1996). Ils permettent notamment de discriminer les animaux dépendants de l'eau de surface de ceux plus indépendants (Harris et Cerling, 2002 ; Levin et al., 2006). Cette méthode a été effectuée sur les fossiles de vertébrés recueillis dans le site de Tighennif et la récupération des informations paléoenvironnementales à partir de la composition isotopique s'est basée sur l'étude biogéochimique des isotopes C_3 et ^{18}O élaborée sur l'émail des dents de ces mammifères. Les échantillons utilisés proviennent de sables déposés sur le fond versicolore d'argiles grises au fond du lac artésien. Ces herbivores récupérés sont distingués en : ceux de milieux ouverts et secs (gazelles, alcélapinés, zèbres, rhinocéros et phacochères), les plus abondants ; ceux au régime mixte (*Tragelaphus*, *Loxodonta atlantica*) et des brouteurs de milieux humides (kob et hippopotame) (Geraads et al., 1986).

Actuellement, cette région est plus ouverte, les graminées dominées sont de type C_3 , tandis que les graminées C_4 sont plus abondantes au sud vers les montagnes de l'Atlas, où se rencontrent les provinces florales méditerranéennes et sahariennes (Bocherens et al, 1996).

Toutefois, les résultats obtenus montrent que la majorité des espèces terrestres ont des valeurs de $\delta^3 C$ indiquant un régime presque exclusif de plantes de type C_3 , chez *Equus mauritanicus*, *Ceratotherium simum* et *Connochaetes taurinus*, et la disparition totale de plante de type C_4 dans l'environnement de ce gisement. Ainsi, cette approche a exhibée la présence d'un paléoclimat tempéré (Bocherens et al., 1996), et que ce site se trouve dans une zone à environnement de prairie ouvert avec des niches écologiques de forêt méditerranéenne plus fermée (White, 1983). L'aridité et le paysage ouvert mis en évidence à Tighennif est en accord avec les principaux changements documentés vers un flux de poussière plus élevé à 1,0 (deMenocal, 1995, 2004).

Des valeurs faibles de $\delta^3\text{C}$ pour les hippopotames dans ce site indiquent que leurs aires de pâturage nocturnes ne contenaient que des plantes de type C_3 . Cependant, un spécimen de *Connochaetes taurinus* a une valeur de $\delta^3\text{C}$ en dehors de la plage attendue pour les 100% de nourrisseurs modernes de C_3 . Cela peut indiquer une altération diagénétique de ce spécimen, et que cet individu a consommé une petite quantité de plantes de type C_4 ou CAM (*Crassulacean acid metabolism*), ou que les plantes de type C_3 de l'écosystème avaient des valeurs légèrement supérieures à la normale en raison du stress hydrique. Cette prédominance des plantes de type C_3 dans l'alimentation des herbivores suggère que les précipitations hivernales dans la région étaient présentes il y a 0,7 Ma. D'un point de vue paléoenvironnemental, Tighennif montre une végétation de type C_3 , ligneuse et herbacée, et une augmentation des valeurs de $\delta^3\text{C}$.

Dans un écosystème dominé par les plantes de type C_3 , il est impossible de déterminer la proportion relative de prairies par rapport aux terres boisées par les isotopes de carbone. Cependant, aucun des mammifères de Tighennif n'a des valeurs extrêmement négatives de $\delta^3\text{C}$ (-12‰), comme on peut s'y attendre chez les habitants des bois canopées fermées où le recyclage du CO_2 produit un épuisement excessive de ^{12}C dans les plantes de plancher forestier. Ce fait, combiné à la prédominance des herbivores dans la faune (Geraads et al., 1986), suggère qu'il y a 0,7 Ma, la zone pouvait contenir une prairie C_3 ouverte et non la forêt méditerranéenne plus fermée qui existait avant l'impact anthropogénique.

VI. 9. Le registre lithique

L'industrie lithique recueillie à Tighennif incorpore un total de 2362 pièces (Djemali, 1985). Elle est manufacturée en quartzite, grès, calcaire et silex. Elle se divise en deux grands ensembles : macro-industrie et micro-industrie. La première a fait l'objet d'une analyse détaillée par Balout et al. (1967). Elle est composée par des galets taillés, bifaces et hachereaux. Les galets taillés totalisent 331 pièces façonnées à partir de trois séries de taille : unidirectionnelle, bidirectionnelle et multidirectionnelle. La taille bidirectionnelle semble dominer (60,49%). Les bifaces, au nombre de 126 spécimens, sont

taillés au percuteur dur, mais l'usage du percuteur tendre est hautement probable. Typologiquement, les bifaces sont peu homogènes et incluent des formes comme les amygdaloïdes, ficrons, lancéolés et abbevilliens, ainsi que des pièces à biseau terminal et des trièdres. Les hachereaux, au nombre de 107, sont faits en quartzite et grès fin. Quatre types sont reconnus : type 0 (proto-hachereau), type 1, 2 et 6 selon la classification de J. Tixier (1956). D'après cette étude, en tenant compte des lacunes stratigraphiques, l'assemblage de Tighennif reflète un Acheuléen ancien, néanmoins ses caractères évolués peuvent évoquer un stade terminal ou encore un Acheuléen moyen.

Adoptant une autre approche, Djemmali (1985) analysa la totalité du matériel lithique en se penchant plutôt sur l'aspect technologique de l'industrie. A partir d'un ensemble de variables qualitatives et quantitatives, l'auteur conclut à l'existence de deux ensembles lithiques pouvant même signifier l'existence de deux entités culturelles chronologiquement distinctes. Il semble que la différence fondamentale entre les deux ensembles soit la préparation intensive ou pas du support. Cependant, la différenciation observée peut être due à l'exploitation de la matière première, mais l'absence de repères stratigraphiques dans le site exclut entièrement la prise en compte de cette interprétation même au stade d'hypothèse de travail.

Les nouvelles fouilles systématiques dans le gisement à hominidés de Tighennif, en 2013-2016, ont mis en évidence un assemblage lithique associé aux restes fossiles fauniques. L'étude et l'analyse minutieuse de cet ensemble lithique est en cours et le bilan préliminaire élaboré par M. Sahnouni (travaux en cours) se présente comme suit :

Un nombre de 232 artefacts lithiques > 2cm de dimension maximum a été recueilli à Tighennif. Les artefacts sont frais (à l'exception de quelques pièces en grès friables) et exhibent un assemblage cohérent comprenant des nucleus (*sensu lato*) et des éléments de débitage. L'essentiel du matériel lithique provient du **Locus A** étant donné que le **Locus D** a fait l'objet de fouilles très restreintes. Dans les deux localités, une superficie de 211 m² a été fouillée. En général la densité des restes archéologiques est faible (6,72 m³) et elle est encore plus faible pour l'industrie lithique qui est estimée à 0,91 artefacts par m³

Le contexte de dépôt des artefacts lithiques

En ce qui concerne le contexte sédimentaire de l'assemblage lithique, l'étude stratigraphique indique que les restes se sont accumulés primordialement comme

conséquence à une dynamique fluvio-lacustre. L'origine fluvio-lacustre des sédiments est indiquée par la structure des dépôts, le haut contenu en argile, les limons et fraction fine des sables, et la haute proportion de grains de quartz émoussés. La matrice sédimentaire du **Locus D**, dans laquelle le matériel archéologique est enfoui, est formée de particules de grains fins représentant essentiellement des limons et sables fins atteignant respectivement 87% et 13%. Bien que l'étude sédimentologique du **Locus A** ne soit pas encore achevée, les données préliminaires suggèrent des fréquences similaires de particules de grains fins. Par conséquent, la matrice sédimentaire fine et l'absence totale d'éléments grossiers suggèrent que les restes du site de Tighennif se sont déposés dans une plaine d'inondation comme conséquence à un régime fluvial de faible énergie.

En conséquence, les artefacts lithiques n'exhibent pas des indices de perturbations causées par des agents post-occupationnels comme il est indiqué par des critères tels que la cohérence et l'homogénéité de l'assemblage lithique, l'état physique frais de l'industrie, la distribution de la taille des éléments de débitage, ainsi que les caractéristiques de l'orientation et inclinaison des pièces lithiques. En effet, l'assemblage se caractérise par la cohérence de sa composition où la catégorie du débitage est fortement représentée, alors que les nucleus et LCT (*Large Cutting Tools*) sont peu nombreux. La distribution des dimensions des éclats et des fragments montre que les petits éléments prédominent l'assemblage ressemblant de près la courbe expérimentale selon Schick (1986). Similairement, les artefacts ne montrent pas des orientations préférentielles et leur inclinaison se situent en majorité entre 0 et 30 degrés indiquant des positions stables.

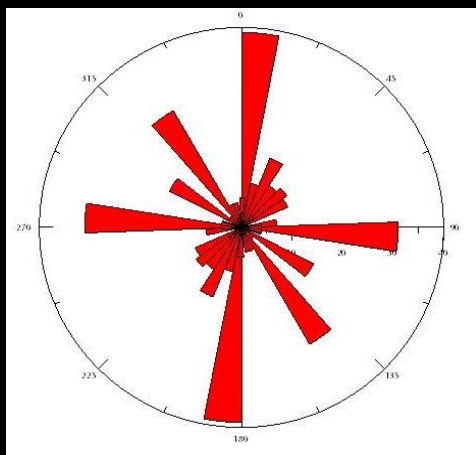


Figure. VI. 17. Orientation des artefacts lithiques à Tighennif (n=219) (d'après M. Sahnouni)

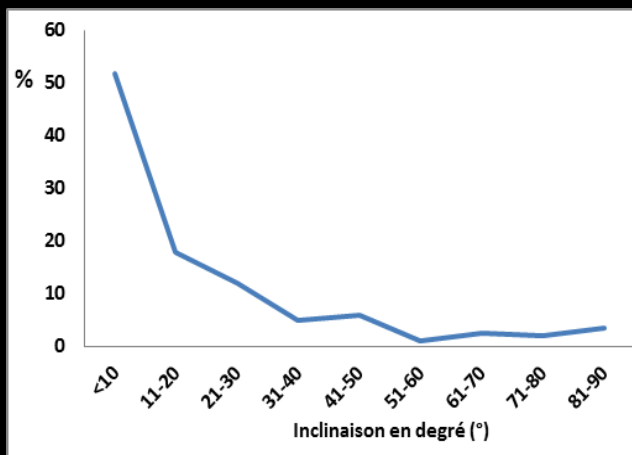


Figure. VI. 18. Inclinaison des artefacts lithiques à Tighennif (n=220) (d'après M. Sahnouni)

Technologiquement, l'assemblage lithique est de la tradition acheuléenne typique (technologie du Mode II). En plus des éléments oldowayens, il se caractérise principalement par la présence d'artefacts de grand format *Large Cutting Tools* (LCT), incorporant les catégories suivantes nucleus (16,81%), LCT (4,74%), éclats entiers (15,94%), pièces retouchées (17,67%), fragments divers (37,93%), percuteurs (1,29%), et des galets bruts (5,6%).

En ce qui concerne la matière première, l'industrie est manufacturée en grès, silex, calcaire, et quartzite. La catégorie des nucleus comprend des nucleus réguliers et des galets taillés (de type chopper). Les dimensions moyennes des nucleus sont 50,1mm ; 40,51mm ; 30,69mm et 253,7g, respectivement longueurs, largeur, épaisseur, et poids. Technologiquement, ils sont principalement très taillés (53,84%), puis modérément taillés (25,64%), et peu taillés (20,51%). Le nombre d'enlèvements varie entre 2 pour les nucleus les moins taillés et 27 pour les plus exploités.

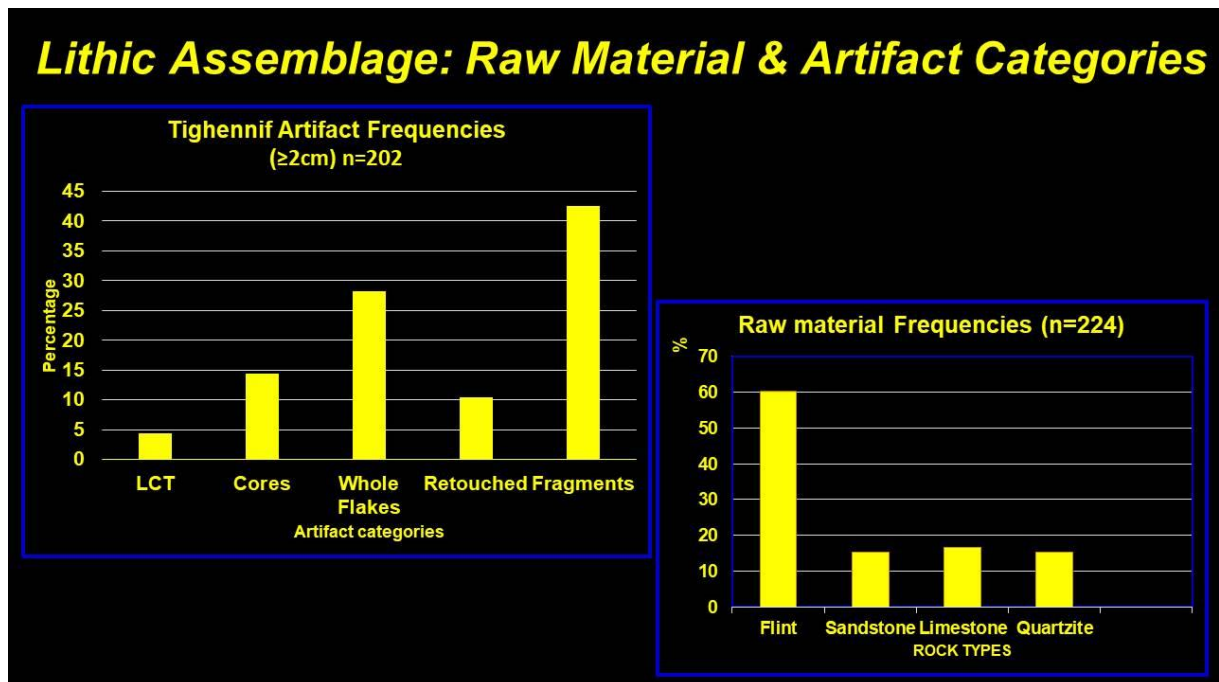


Figure. VI. 19. L'assemblage lithique de Tighennif : Matière première et catégories des artefacts (d'après M. Shanouni)



Figure. VI. 20. Artifacts lithiques recueillis à Tighennif (d'après M. Sahnouni)

La catégorie des LCT représente près de 5% et inclue les bifaces, hachereaux, grands racloirs, et grands éclats. Leurs dimensions moyennes sont 125,81mm pour la longueur ; 100,2mm pour la largeur ; 42,8mm pour l'épaisseur et 465,9g pour le poids. La majorité des LCT est en grès et quelques spécimens sont en calcaire ; ils sont faits sur de grands éclats probablement extraits de grand nucleus. Les petits éclats (la moyenne de leur longueur, largeur, épaisseur et poids est respectivement : 31,56mm ; 20,45mm, 8,94mm ; et 40g) sont plus nombreux que les grands éclats approchant 16%, et sont manufacturés sur une variété de roches telles que le calcaire, grès, silex et quartzite. Leur face dorsale est principalement non-corticale ou avec peu de cortex résiduel (78,37%), et un peu plus de 80% ont des talons non-corticaux. La disposition relative des enlèvements sur la face dorsale la plus commune est unidirectionnelle (43,24%) suivie de loin de celle des entrecroisées (29,72%) et bidirectionnelle (16,21%).

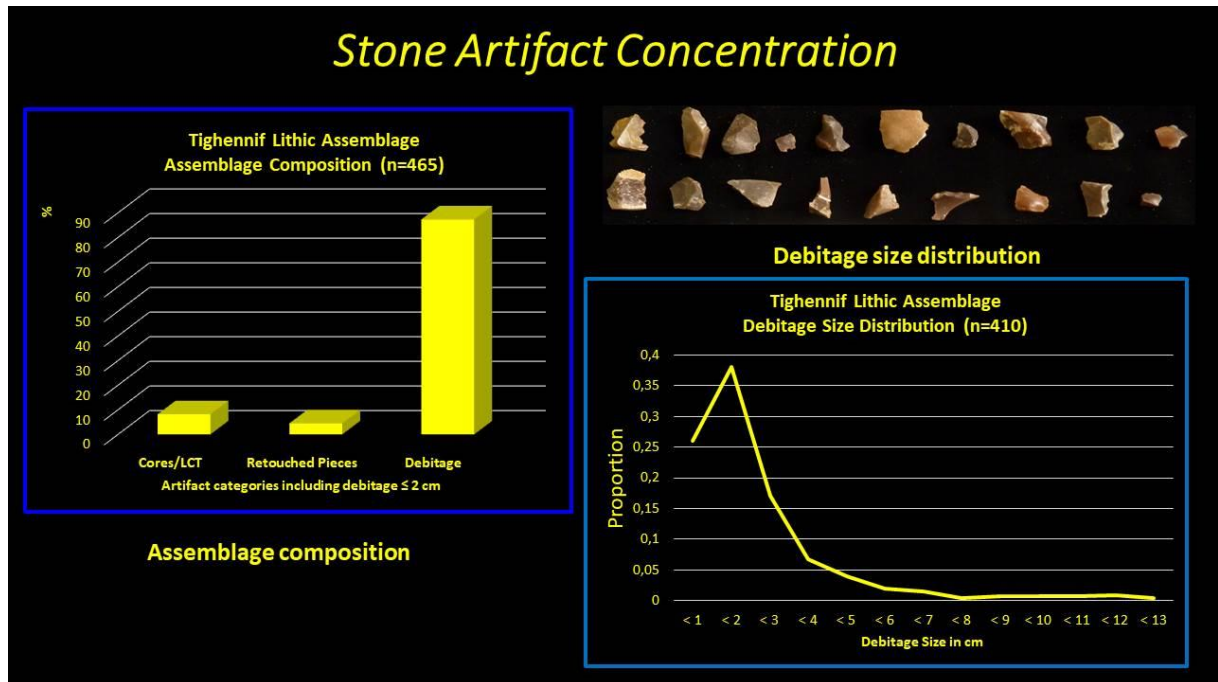


Figure. VI. 21. Concentration des vestiges lithiques recueillis à Tighennif (d'après M. Shanouni)

Manufacturés particulièrement en silex, grès et calcaire, les pièces retouchées sont relativement représentées avec 17,67% du total de l'assemblage. Leur dimensions moyennes sont 37,36mm pour la longueur, 25,04mm pour la largeur, 11,92mm pour l'épaisseur, et 14,48g le poids. Elles comprennent les catégories suivantes : denticulés (48,78%), racloirs (46,34%), encoches (2,43%), et grattoirs (2,43%). Près de 80% de ces pièces sont modifiées sur des éclats entiers et seuls quelques-uns sur des fragments. Les fragments sont variables et se distinguent en fragments d'éclats (38,46%), fragments irréguliers (25%), et fragments de nucleus (21,15%). Il y a 3 percuteurs trouvés associés directement avec l'industrie lithique ainsi que 13 galets bruts. Ces derniers ont été vraisemblablement apportés au site comme provision de matière première à cause de leur présence dans une matrice sédimentaire fine. Toutes les caractéristiques technologiques et typologiques énumérées plus haut indiquent une activité intense de production des outils lithiques sur le site même et se réfèrent clairement à la tradition et comportement technologique acheuléens.

Chapitre VII

Taphonomie du site à hominidés de Tighennif

VII. 1. La représentation squelettique et spécifique

L'assemblage osseux fossile analysé de Tighennif (**TIG**) est constitué de 1252 restes fauniques, dont 1072 restes proviennent de **Locus A**, et 180 de **Locus D**; tous issus des nouvelles fouilles systématiques de 2013 à 2016.

Le nombre de restes identifié taxonomiquement dans le **Locus A** est de 656, soit 61,19%, cependant 350 (32,65%) restes sont identifiés seulement anatomiquement et 66 avec 6,15% sont des restes non identifiables. Cependant, dans le **Locus D**, le nombre de restes identifiés anatomiquement et taxonomiquement est de 89, soit 54,44% ; tandis que 80 restes (44,44%) représentent des restes identifiés seulement anatomiquement, et 11 éléments (6,11%) sont des restes totalement non identifiables.

	Matière	Nombre de restes (NR)	%
Locus A	Cheville osseuse	28	2,61
	Dent	191	17,82
	Os	852	79,48
	Carapace	1	0,09
	Total	1072	100%
Locus D	Cheville osseuse	2	1,11
	Dent	17	10,00
	Os	155	86,11
	Carapace	6	3,33
	Total	180	100%
Total général		1252	(100%)

Tableau. VII. 1. – Nombre de restes (NR) fossiles analysés **Locus A** et **D**. Site de Tighennif (TIG).

Dans le précédent chapitre. VI., nous avons présenté la liste faunique des espèces recueillies à Tighennif publiée jusqu'à l'année 1986 (Tommasini, 1886 ; Arambourg, 1954, 1955, 1956 ; Arambourg et Hoffstetter, 1963 ; Geraads et al., 1986) ; ainsi que la mise à jour de cette liste en cours de préparation (Sahnouni et al. en préparation ; van der Made et al., en préparation ; Agustí et al., en préparation).

La majorité des restes identifiés taxonomiquement dans le **Locus A** appartiennent au squelette postcrânien avec 60,97%, tandis que les restes crâniens représentent 37,19%. Dans le **Locus D**, les restes identifiés taxonomiquement sont représentés par 24,49% d'éléments crâniens et 75,51% de restes postcrâniens.

Dans le **Locus A**, les restes d'animaux de grande taille sont les plus représentés avec 36,11%, suivis de ceux de très grande taille avec 35,16%, puis les restes de taille moyenne à 15,02%, ensuite ceux de petite taille 1,96%, et enfin ceux de très petite taille

(0,18%). En outre, dans le **Locus D**, les restes d'animaux de taille grande représentent 25,00%, suivi de ceux de très grande taille à 23,88%, puis les restes de taille moyenne à 13,88%, ensuite les restes de très petite taille à 4,44%, et enfin ceux de taille petite avec 3,88%.

	Taxon	NR	Total %	Taxon	NR	Total %
Locus A	<i>Elephantidae</i>	62	5,58	<i>Suidae</i>	19	1,77
	<i>Rhinocerotidae</i>	48	4,48	<i>Cheloniidae</i>	1	0,09
	<i>Hippopotamidae</i>	66	6,15	<i>Felidae</i>	3	0,28
	<i>Bovinae</i>	34	3,17	<i>Hyaenidae</i>	1	0,09
	<i>Antilopinae</i>	25	2,33	<i>Cercopithecidae</i>	1	0,09
	<i>Alcelaphinae</i>	24	2,24	TG	193	18,00
	<i>Reduncinae</i>	5	0,46	G	123	11,47
	<i>Tragelaphinae</i>	1	0,09	M	85	7,93
	<i>Equidae</i>	142	13,24	P	6	0,56
	<i>Camelidae</i>	4	0,37	Indet	224	20,89
	<i>Graffidae</i>	5	0,46			
Total		1072	100%			
Locus D	<i>Elephantidae</i>	8	4,44	<i>Graffidae</i>	1	0,55
	<i>Rhinocerotidae</i>	5	2,78	<i>Canidae</i>	2	1,11
	<i>Hippopotamidae</i>	4	2,22	<i>Cheloniidae</i>	6	3,33
	<i>Bovinae</i>	8	3,89	TG	26	14,44
	<i>Antilopinae</i>	7	3,89	G	24	13,33
	<i>Alcelaphinae</i>	3	1,66	M	17	9,44
	<i>Reduncinae</i>	1	0,55	P	2	1,11
	<i>Equidae</i>	14	7,78	Indet	52	28,89
Total		180	100%			

Tableau. VII. 2. – Nombre de restes (NR) analysés à **TIG** par famille et par groupes de poids (restes non identifiables taxonomique). TG = très grande taille, G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille, TP = très petite taille, Indet = taille indéterminée (Geraads et al., 1986 ; van der Made, sous presse)

L'assemblage des vertébrés du gisement à hominidés de Tighennif renferme treize familles taxonomiquement identifiées. Comme toute les taphocénoses du Pléistocène inférieur-début du Pléistocène moyen en Afrique, les équidés sont majoritairement représentés, suivis de bovidés, les hippopotamidés, les éléphantidés et les rhinocerotidés. Cependant, il existe d'autres familles un peu moins représentées par rapport aux précédentes, comme les camélidés et les giraffidés. De plus, nous signalons la présence de la famille des cercopithèques, ainsi que celle des Chéloniens. Pour ce qui est des carnivores, ils sont moins fréquents ; et sont représentés par des canidés, des félidés et des hyénidés.

La famille *Equidae* comprend le genre *Equus* (en attendant les nouveaux travaux en cours concernant la révision de ce genre qui probablement contient deux espèces, dont *Equus mauritanicus* et *Equus* sp.). Dans la famille *Bovidae*, nous notons cinq sous famille : *Bovinae*, représentée par *Bos bubaloides* ; *Antilopinae*, représentée qu’avec le genre *Gazella*. La sous famille *Alcelaphinae* comprend deux espèces, *Connochaetes taurinus* *progna* et *Parmularius ambiguus*, tandis que *Tragelaphinae* est représentée par *Tragelaphus algericus* et *Reduncinae* par le genre *Kobus*. La famille *Hippopotamidae* est représentée par l’espèce *Hippopotamus sirensis*. Les proboscidiens sont représentés par *Loxodonta atlantica* ; et les rhinocéros par *Ceratotherium mauritanicum*. La famille des *Suidae* est représentée par l’unique genre *Metridiochoerus*. Par contre, la famille *Camelidae* se présente avec l’espèce *Camelus thomasi* et la famille *Giraffidae* avec *Giraffa pomeli*. Les taxons restants sont des carnivores : *Felidae*, représentée par l’espèce *Panthera leo* ; *Canidae* représenté par le genre *Lupulella*. Les primates sont aussi présents dans l’assemblage de Tighennif, il s’agit du cercopithèque, représenté par *Theropithecus oswaldi*.

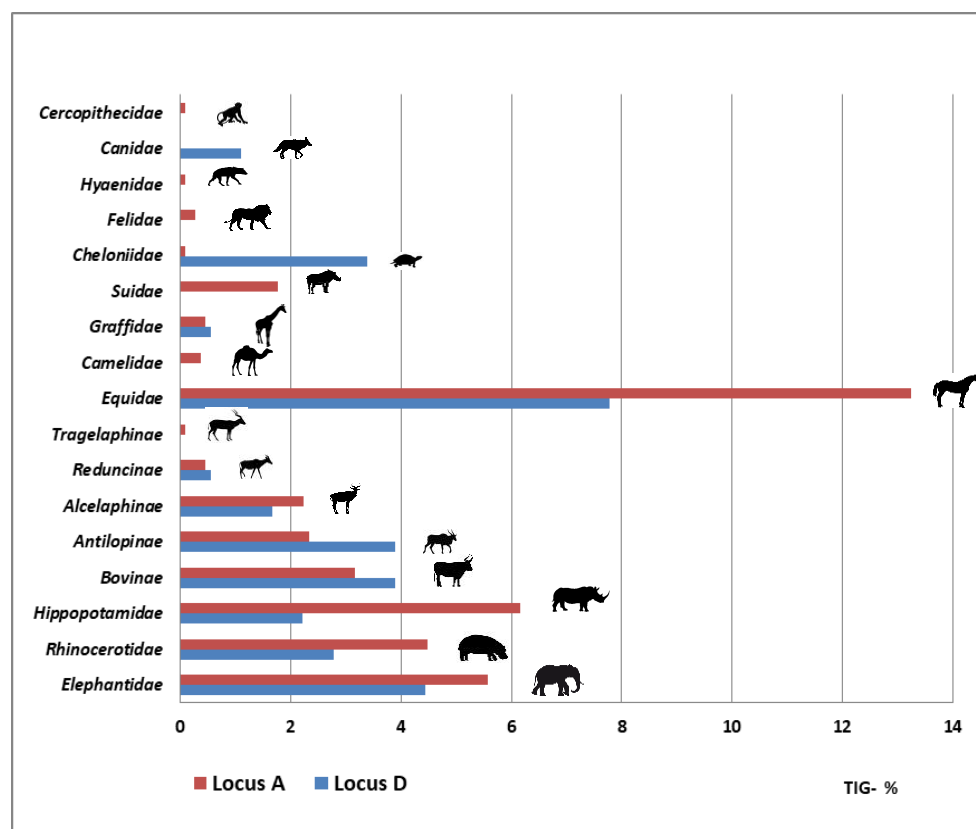


Figure. VII. 1.- Représentation des taxons identifiés à Tighennif, Locus A et D, selon leur NISP%

Locus A	<i>Loxodonta atlantica</i>	<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	<i>Hippopotamus sirenensis</i>	<i>Bos ? bubaloides</i>	<i>Bovidae</i>	<i>Antilopini</i>	<i>Gazella sp.</i>	<i>Gazella dracula</i>	<i>Connonchaetes</i>	<i>Connonchaetes taurinus prognu</i>	<i>Parmularius</i>	<i>Parmularius ambiguus</i>	<i>Kobus sp.</i>	<i>Tragelaphus algericus</i>	<i>Camelus Thmasi</i>	<i>Giraffa pomeli</i>	<i>Equus sp.</i>	<i>Metridiochoerus compactus</i>	<i>Metridiochoerus modestus</i>	<i>Metridiochoerus</i>	<i>Panthera leo</i>	<i>Hyeana hyeana</i>	<i>Theropithecus oswaldi</i>	<i>Chelonii</i>	TG	G	M	P	Indet	Total	
Chevillon osseuse				1(1)	7(7)		5(3)	1(1)		2(1)		4(3)				1(1)									-(-)	4(4)	2(1)	1(1)	2(-)	3(-)	30(23)
Crâne		2(1)	2(1)																		1(1)				1(1)	1(1)				3(-)	10(5)
Maxillaire			3(3)												2(2)															1(-)	6(5)
Mandibule	1(1)	2(2)	2(2)	1(1)		1(1)			1(1)							4(4)	1(1)	1(1)							2(1)		2(1)		1(-)	19(16)	
Dent	18(-)	24(-)	37(-)		6(-)	2(-)	2(-)		2(-)			9(-)	5(-)	1(-)		3(-)	48(-)	7(-)	1(-)	5(-)		1(-)				6(-)	4(-)	9(-)		45(-)	190(-)
Côte	3(1)		1(1)														1(1)								22(6)	18(4)	9(6)	1(1)		100(20)	
Vertèbre	4(4)	1(1)	13(12)													1(1)									20(9)	6(3)	5(4)		14(-)	64(34)	
Coxal	1(1)	2(2)	1(1)			1(1)										4(4)									4(2)	1(1)	2(1)			16(13)	
Sacrum																									1(1)					1(1)	
Scapula		3(3)	1(1)	2(1)			1(1)									1(1)			1(1)						7(1)	6(1)	5(1)		2(-)	29(11)	
Humérus	1(1)		2(2)			3(3)										4(3)									3(2)	4(1)	5(2)			22(14)	
Radius		3(3)		1(1)	1(1)	1(1)			1(1)						1(1)	7(2)						1(1)			2(1)	5(1)	3(1)			26(14)	
Ulna	1(1)	1(1)																			2(2)				4(1)		3(2)			11(7)	
Métacarpe		1(1)			1(1)											20(16)										1(1)			1(-)	24(19)	
Fémur		3(2)														3(3)									2(1)	1(1)			1(-)	10(7)	
Tibia	1(1)	1(1)	1(1)		1(1)	1(1)			1(1)	1(1)		1(1)				15(9)									3(3)	10(1)	1(1)	2(1)		39(23)	
Fibula		1(1)																												1(1)	
Patella			1(1)														1(1)													2(2)	
Tarsal	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)		1(-)										7(7)															12(11)
Métatarse		1(1)			1(1)	3(-)	1(1)				1(1)	1(1)			1(1)	16(11)											2(2)	1(1)		28(20)	
Métapode	1(1)	1(1)	1(1)			1(-)										8(4)									2(1)	3(1)	4(1)	2(2)		23(12)	
Phalange I					1(1)											1(1)										1(1)				3(3)	
Phalange II							1(1)									1(1)														2(2)	
Phalange III																1(1)											1(1)			2(2)	
Os long	24(-)																								66(-)	57(-)	42(-)	2(-)	52(-)	243(-)	
Os articulaire		1(1)																							3(-)					4(1)	
Os plat	6(-)																								12(-)				57(-)	75(-)	
Carapace																							1(1)							1(1)	
Indet																									28(-)	5(-)			46(-)	79(-)	
Total	62(12)	48(22)	66(27)	6(5)	18(12)	14(7)	10(6)	1(1)	5(3)	3(2)	1(1)	15(5)	5(-)	1(-)	4(4)	5(2)	142(69)	8(1)	2(1)	6(1)	3(3)	1(-)	1(1)	1(1)	188(30)	127(21)	95(24)	9(6)	225(-)	1072(267)	

Tableau. VII. 3. – Représentation squelettique NISP(NME) des taxons récupérés à Locus A

Locus D	<i>Loxodonta atlantica</i>	<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	<i>Hippopotamus sirensis</i>	<i>Bos ?bubaloides</i>	<i>Antilopini</i>	<i>Gazella sp.</i>	<i>Connonchaetes</i>	<i>Parmularius ambiguus</i>	<i>Kobus sp.</i>	<i>Giraffa pomeli</i>	<i>Equus sp.</i>	<i>Lupulella mohibi</i>	<i>Chelonii</i>	TG	G	M	P	TP	Indet	Total	
Cheville osseuse				2(1)	1(1)															3(2)	
Crâne							1(1)							1(1)						2(2)	
Mandibule																			1(1)	1(1)	
Dent	2(-)	4(-)	2(-)			1(-)			1(-)	1(-)	5(-)									16(-)	
Côte														9(1)	14(1)	2(1)				10(1)	35(6)
Vertèbre			1(1)														1(1)		1(1)	3(3)	
Coxal										1(1)				1(1)		1(1)			1(1)	4(4)	
Scapula		1(1)														3(2)				4(3)	
Humérus														2(2)	1(1)	1(1)	1(1)			4(4)	
Radius					1(1)					2(1)	1(1)			1(1)	1(1)	1(1)		1(1)	1(1)	8(7)	
Ulna			1(1)													3(3)				4(4)	
Métacarpe						1(1)				1(1)						1(1)				3(3)	
Carpal										1(1)							1(1)			2(2)	
Fémur														1(1)						1(1)	
Tibia	1(1)			2(1)	1(1)					1(1)						1(1)				6(5)	
Patella					1(1)															1(1)	
Tarsal							1(1)	1(1)		1(1)										3(3)	
Métatarse						1(1)	1(1)	1(1)		1(1)						1(1)	1(1)			6(6)	
Os long	1(1)													8(-)	7(-)	6(-)				15(-)	36(1)
Os articulaire	3(3)																			3(3)	
Os plat														3(-)						12(-)	15(-)
Carapace													6(1)								6(1)
Indet	1(-)													2(-)						11(-)	14(-)
Total	8(5)	5(1)	4(2)	4(3)	4(4)	3(2)	3(3)	2(2)	1(-)	1(-)	13(8)	1(1)	6(1)	25(4)	24(4)	20(12)	4(4)	1(1)	52(5)	180(61)	

Tableau. VII. 4. – Représentation squelettique NISP(NME) des taxons récupérés à Locus D

VII. 2. Les classes d'âges

	Taxon	NISP	NMI	Age			
				Infantile	Juvenile	Adulte	Sénile
Locus A	<i>Loxodonta atlantica</i>	62	2	1	-	1	-
	<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	48	5	1	1	2	1
	<i>Hippopotamus sirenensis</i>	66	8	3	1	3	1
	<i>Bos ?bubaloides</i>	6	1	-	-	1	-
	<i>Antilopini</i>	14	2	1	1	0	-
	<i>Gazella dracula</i>	1	1	-	-	1	-
	<i>Gazella sp.</i>	10	3	1	-	2	-
	<i>Connochaetes taurinus prognus</i>	3	1	-	-	1	-
	<i>Parmularius ambiguus</i>	15	3	-	-	3	-
	<i>Kobus sp.</i>	5	3	-	1	1	1
	<i>Tragelaphus algericus</i>	1	1	-	-	1	-
	<i>Camelus Thomasi</i>	4	1	-	-	1	-
	<i>Giraffa pomeli</i>	5	2	-	1	1	-
	<i>Equus sp.</i>	142	13	1	1	9	2
	<i>Metridiochoerus compactus</i>	8	4	1	-	3	-
	<i>Metridiochoerus modestus</i>	2	1	-	-	1	-
	<i>Metridiochoerus</i>	6	1	-	-	-	1
	<i>Panthera leo</i>	3	2	-	1	1	-
	<i>Hyeana hyeana</i>	1	1	-	-	1	-
	<i>Theropithecus oswaldi</i>	1	1	-	-	1	-
<i>Chelonii</i>	1	1	-	-	1	-	
	Total	404	57	9	7	35	6
Locus D	<i>Loxodonta atlantica</i>	8	3	-	1	1	1
	<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	5	2	-	-	1	1
	<i>Hippopotamus sirenensis</i>	4	2	-	1	1	-
	<i>Bos ?bubaloides</i>	4	2	-	-	2	-
	<i>Parmularius ambiguus</i>	3	1	-	-	1	-
	<i>Connochaetes</i>	3	1	-	-	1	-
	<i>Antilopini</i>	4	1	-	-	1	-
	<i>Kobus sp.</i>	1	1	-	-	1	-
	<i>Gazella sp.</i>	3	1	-	-	1	-
	<i>Equus sp.</i>	14	4	1	1	2	-
	<i>Giraffa Pomeli</i>	1	1	-	-	1	-
<i>Lupulella mohibi</i>	1	1	-	-	1	-	
<i>Chelonii</i>	6	1	-	-	1	-	
	Total	57	21	1	3	15	2

Tableau. VII. 5. – NISP et NMI des taxons identifiés à **TIG** en fonction des catégories d'âge. **NISP** : number of identified specimens ; **NMI** : nombre minimum d'individus

La majorité du Nombre Minimum d'Individus (NMI) du **Locus A** est représentée par les herbivores, notamment par la famille des Bovidae comprenant 15 individus, suivie des équidés avec 13 individus, puis des hippopotames avec 8 individus, ensuite les phacochères avec 6 individus, les rhinocéros avec 5 individus, les éléphants avec 2 individus, les girafes avec 2 individus et enfin les camélidés avec 1 seul individu. En revanche, les carnivores sont mal représentés. En effet, la famille des grands félinés n'est

représentée que par 2 individus et les hyénidés par 1 seul individu. Enfin, nous notons 1 seul individu de *Theropithecus* et 1 autre pour les chéloniens.

Similairement, dans le **Locus D**, les herbivores sont les plus abondants incluant les bovidés avec 7 individus, les équidés avec 4 individus, les éléphants avec 3 individus, les rhinocéros et les hippopotames avec 2 individus pour chaque groupe, et les giraffidés avec 1 individu. En outre, les carnivores ne sont représentés que par un seul individu du genre *Lupulella*, et les chéloniens aussi par 1 individu.

La plupart des NMI dans le **Locus A** sont représentés par des individus adultes avec 61,40%. Les individus jeunes adultes sont présents avec 12,30%, les individus séniles avec 10,52%, et enfin ceux infantiles avec 15,79%.

Dans le **Locus D**, la plupart des NMI sont ainsi représentés par les individus adultes avec 71,43%. Cependant, les individus jeunes adultes sont présents avec 14,30%, les individus séniles par 9,52%, et enfin, les individus infantiles par 4,76%. Le rapport entre le NISP et le NME dans le **Locus A** (43,07%) et inférieur à celui-ci dans le **Locus D** (59,65%).

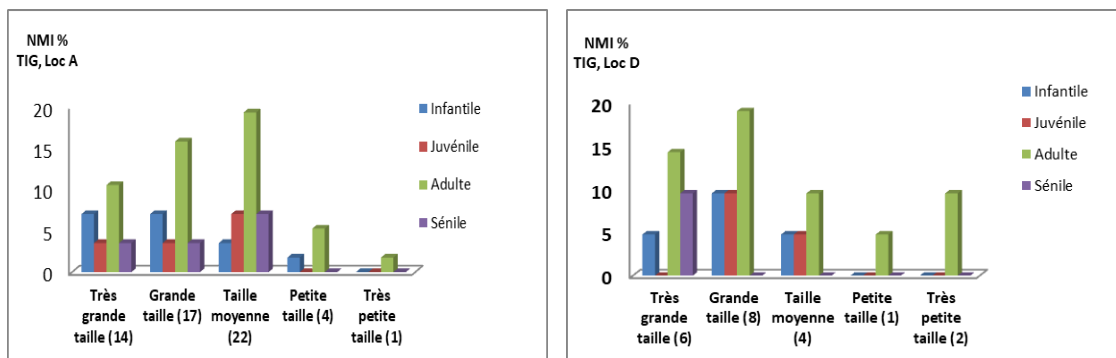


Figure. VII. 2. – NMI % des taxons identifiés à **TIG, Locus A** (n=1072) et **Locus D** (n=180). En fonction des classes de poids attribuées

VII. 3. Les catégories de poids

Dans le **Locus A**, la grande partie du NME est représentée par les animaux de grande taille (G) avec une proportion de 40,07%, suivis de ceux de très grande taille (TG) avec 33,71%, ceux de taille moyenne (M) avec 20,60%, ceux de petite taille (P) avec 4,87%, et enfin ceux de très petite taille (TP) avec 0,75%.

Locus A	TG (+1000kg)		G (300-1000kg)		M (100-300kg)		P (20-100kg)		TP (<20kg)		Indet		Total	
	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME
Chevillon osseuse	-	-	12	12	8	6	8	5	-	-	2	-	30	23
Crâne	5	3	1	1	1	1	-	-	-	-	3	-	10	5
Maxillaire	3	3	2	2	-	-	-	-	-	-	1	-	6	5
Mandibule	7	6	5	5	6	5	-	-	-	-	1	-	19	16
Dent	83	-	57	-	46	-	3	-	1	-	-	-	190	-
Côte	26	8	19	5	9	6	1	1	-	-	45	-	100	20
Vertèbre	38	26	7	4	5	4	-	-	-	-	14	-	64	34
Coxal	8	6	3	3	5	4	-	-	-	-	-	-	16	13
Sacrum	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Scapula	11	5	9	3	6	2	1	1	-	-	2	-	29	11
Humérus	6	5	8	4	8	5	-	-	-	-	-	-	22	14
Radius	5	4	15	6	5	3	-	-	1	1	-	-	26	14
Ulna	6	3	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	11	7
Métacarpe	1	1	21	16	1	1	-	-	-	-	1	-	24	18
Fémur	5	3	4	4	-	-	-	-	-	-	1	-	10	7
Tibia	6	6	26	11	5	5	2	1	-	-	-	-	39	23
Fibula	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Patella	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Tarsal	3	3	8	8	1	-	-	-	-	-	-	-	12	11
Métatarse	1	1	14	9	9	6	3	2	-	-	-	-	27	18
Métapode	5	4	11	9	4	1	3	2	-	-	-	-	23	16
Phalange I	-	-	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	4	3
Phalange II	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	2	2
Phalange III	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2	2
Os long	90	-	57	-	42	-	2	-	-	-	52	-	243	-
Os articulaire	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Os plat	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	-	75	-
Carapace	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1
Indet	28	-	5	-	-	-	-	-	-	-	46	-	79	-
Total	362	90	289	107	169	55	24	13	3	2	225	-	1072	267

Tableau. VII. 6. – NISP et NME selon les classes de poids (n=1072). **Locus A.** **TG** : très grande taille ; **G** : grande taille ; **M** : taille moyenne ; **P** : petite taille ; **TP** : très petite ; **Indet** : taille indéterminée

Comparablement, dans le **Locus D**, les animaux de grande taille sont les mieux représentés avec un pourcentage de 33,93%, suivi de ceux de taille moyenne à 30,36%, puis ceux de très grande taille à 19,64%, ensuite vient ceux de petite taille avec 10,71%, et enfin ceux de très petite taille 5,36%.

Locus D	TG (+1000kg)		G (300-1000kg)		M (100-300kg)		P (20-100kg)		TP (<20kg)		Indet		Total	
	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME	NISP	NME
Chevilles osseuses	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2
Crâne	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2
Mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
Dent isolées	8	-	6	-	1	-	1	-	-	-	-	-	16	-
Vertèbre	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	1	-	3	3
Côte	9	1	14	3	2	1	-	-	-	-	10	-	35	6
Scapula	1	1	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	4	3
Coxal	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	4	4
Humérus	-	-	2	2	1	1	1	1	-	-	-	-	4	4
Radius	-	-	3	2	3	3	-	-	1	1	1	-	8	7
Ulna	1	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	4	4
Carpal	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	2	2
Métacarpe	-	-	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-	3	3
Fémur	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Tibia	1	1	4	3	1	1	-	-	-	-	-	-	6	5
Patelle	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
Tarsal	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	3	3
Métatarse	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	6	6
Os articulaire	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Os long	9	-	7	-	5	-	-	-	-	-	15	-	36	-
Os plat	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	15	-
Carapace	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	6	1
Indet	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	14	-
Total	42	11	46	19	25	17	7	6	8	3	52	-	180	61

Tableau. VII. 7. – NR et NME selon les classes de poids (n = 180). **TG** : très grande taille ; **G** : grande taille ; **M** : taille moyenne ; **P** : petite taille ; **TP** : très petite ; **Indet** : taille indéterminée

En terme de la représentation anatomique, les différents éléments squelettiques dans le **Locus A**, les valeurs des éléments squelettiques sont basses (< 2,2%), excepté ceux de très grande et de grande taille qui dépassent 2,5% (chevilles osseuses, côtes, vertèbres, métatarses, métapodes, tibia). En revanche, dans le **Locus D**, des valeurs toutes <2%, à l'exception de celles fournies par les éléments anatomiques de taille moyenne (côtes, scapulae, radii et métapodes).

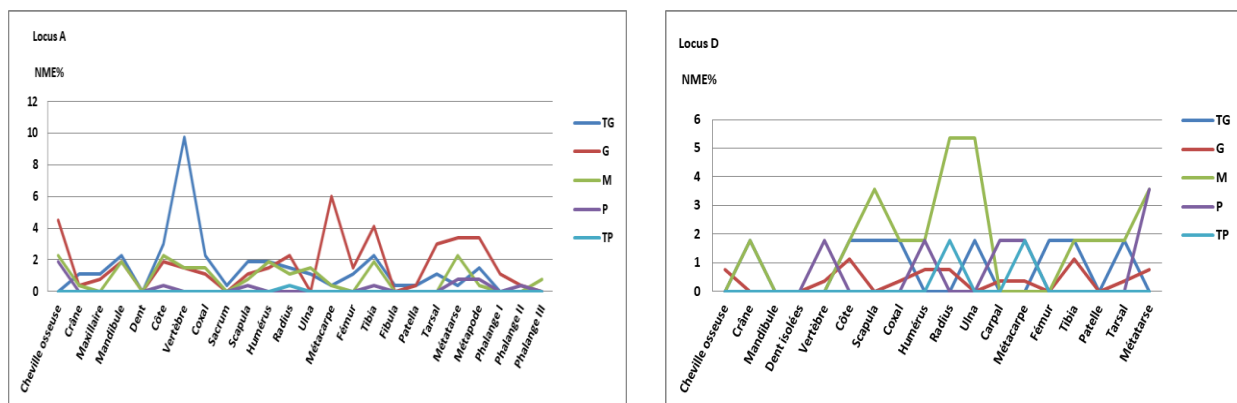


Figure. VII. 3. – NME% identifié à TIG -Locus A et D selon les catégories de poids.

La représentation des restes osseux du **Locus A** par segments anatomique montre une grande proportion du squelette appendiculaire avec 51,3% de la totalité du NME. Tandis que le nombre minimum d'éléments du segment axial représente 29,6% et celui crânien n'est représenté que par 18,4% par rapport au total du NME de ce **Locus**.

Locus A NME%	TG	G	M	P	Total
S. Crânien	4	7,5	4,5	1,87	18,4
S. Axial	17	5,6	6	0,75	29,6
S. Appendiculaire	12	27	10	3,1	52,10
Total	34	40	21	5,52	100

Tableau. VII. 8. - NME% selon les segments anatomiques et les classes de poids. **Locus A**

Dans le **Locus A**, nous avons observé que le segment anatomique appendiculaire est représenté majoritairement par 35,08% d'éléments anatomiques des membres postérieurs et 24,75% des membres antérieurs. Ainsi, pour ce qui est des segments anatomiques des membres, le segment anatomique moyen ou zeugopode représente 32,72% par rapport au supérieur ou stylopode qui représente 15,40%. Cependant, le segment distal (autopode) représente 52,57%, dont les métapodes sont prédominant avec une proportion de 37,95%, suivi des basipodes avec 9,50%, et des acropodes avec 5,09%.

Locus A S. Anatomique	NME				
	TG	G	M	P	Total
Stylopodes	5,85	5,85	3,70	0,00	15,40
Zeugopodes	9,75	12,48	8,77	0,72	31,72
Métapodes	4,37	24,81	5,85	2,92	37,95
Basipodes	2,92	6,57	0,00	0,00	9,49
Acropodes	0	2,90	1,46	1,07	5,43
Total	22,88	52,61	19,79	4,71	100

Tableau. VII. 9. – %NME et des parties anatomiques du squelette appendiculaire en fonction des classes de poids **Locus A**

Dans le **Locus D**, nous avons observé que le segment anatomique appendiculaire est représenté majoritairement par 67,31% d'éléments anatomiques des membres postérieurs et 24,75% des membres antérieurs. Ainsi, pour ce qui est des segments anatomiques des membres, le segment anatomique moyen ou zeugopode représente 42,86% par rapport au supérieur ou stylopode qui représentant 14,29%. Cependant, le segment distal (autopode) représente 42,85%, où les métapodes prédominent avec une proportion de 25,71%, et enfin les basipodes avec 17,14%.

Locus D NME%	TG	G	M	P	TP	Total
S. Crânien	1,92	3,85	1,92	0,00	0,00	7,69
S. Axial	5,77	9,62	7,69	1,92	0,00	25,00
S. Appendiculaire	7,69	23,08	23,08	9,62	3,85	67,31
Total	15,38	36,54	32,69	11,54	3,85	100

Tableau. VII. 10. - NME% des fossiles osseux de **Locus D**, selon les segments anatomiques et des classes de poids.

Locus D S. Anatomique	NME					
	TG	G	M	P	TP	Total
Stylopodes	2,86	5,71	2,86	2,86	0,00	14,29
Zeugopodes	5,71	14,29	20,00	0,00	2,86	42,86
Métapodes	0,00	8,57	5,71	8,57	2,86	25,71
Basipodes	2,86	5,71	5,71	2,86	0,00	17,14
Acropodes	0	0	0	0	0	0
Total	11,43	34,29	34,29	14,29	5,71	100

Tableau. VII. 11. – NME% des parties anatomiques du squelette appendiculaire par classes de poids. **Locus D**

La représentation des restes osseux en fonction des différents segments anatomiques et en rapport avec le NME montre une cohérence entre la représentation spécifique des éléments anatomiques dans les deux **Locus A** et **D**.

En considérant l'indice de la représentation des éléments squelettiques par segments anatomiques et par classe de poids, dans les deux **Locus A** et **D**, nous constatons une sous-représentation des éléments crâniens et axiaux par rapport aux éléments appendiculaires, à l'exception du segment axial de la classe de très grande taille qui est plus abondant.

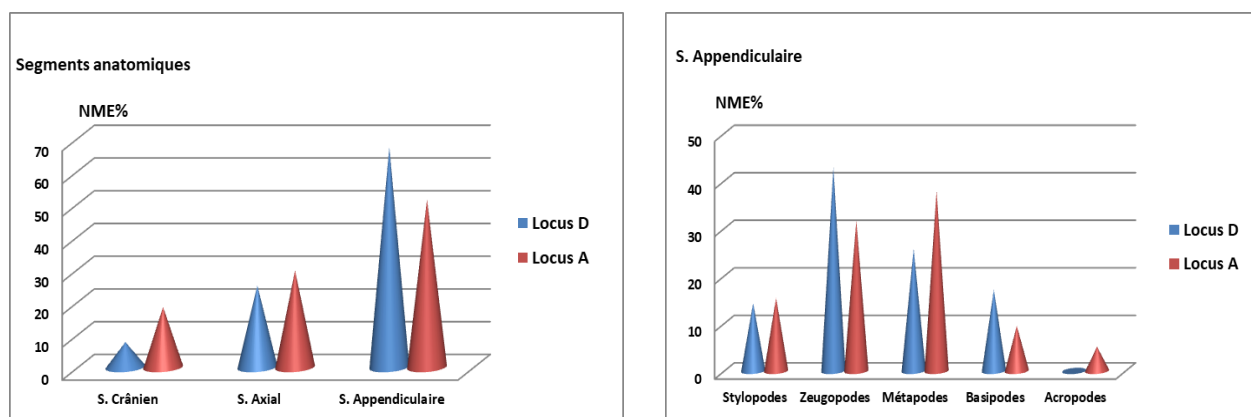


Figure. VII. 4. - Représentation des segments anatomique par NME%. **Locus A** et **D**.

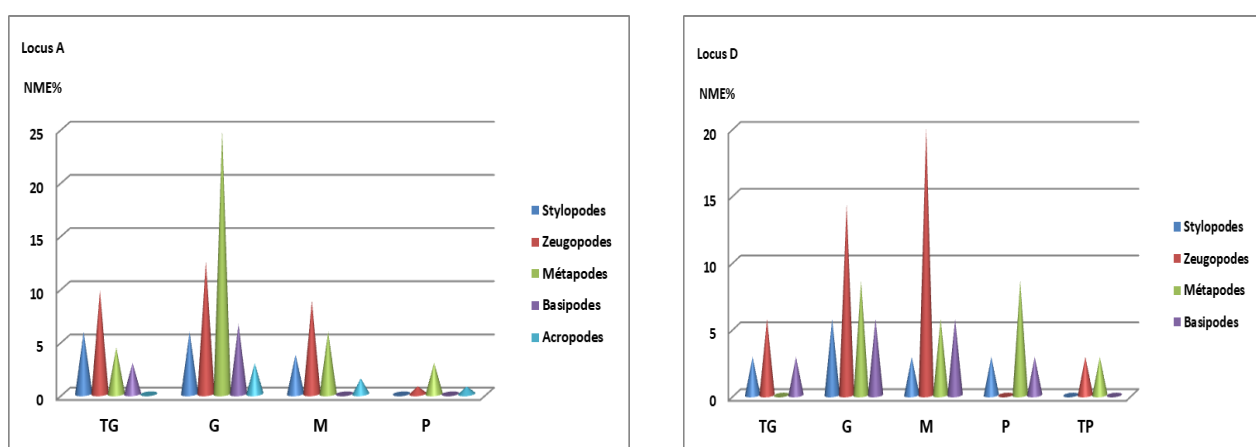


Figure. VII. 5. - Représentation des segments anatomique par NME% et par classes de poids. **Locus A** et **D**.

Le calcul du pourcentage de l'*Minimal Animal Unit* (%MAU) montre une représentation biaisée dans l'assemblage de Tighennif, dans tous les taxons des deux **Loci**. De ce fait, la classe de poids la plus représentative est celle de grande taille, dont les éléments les mieux représentés sont ceux du segment squelettique appendiculaire dans les deux **Loci**.

La même situation a été observée pour les restes des deux **Loci**, dans la catégorie de poids de taille moyenne, où le squelette appendiculaire est prédominant par rapport au squelette axial et crânien. En revanche, les éléments crâniens de la classe de petite taille sont les moins représentés, et les parties du segment axial ont de faibles proportions. Plus précisément, les éléments du segment crânien de taille petite et très petite, ainsi que ceux du segment axial de taille très petite sont complètement absents dans le **Locus D**. Par contre, dans le **Locus A**, c'est les éléments squelettiques crâniens de très petite taille et axial de petite taille, qui ne sont pas représentés. Afin de bien faciliter le calcul de MAU et

le %MAU, nous avons fusionné les éléments de taille petite avec ceux de très petite, à cause du petit nombre des éléments de très petite taille. Par conséquent, quatre principales classes de poids sont utilisées dans cette partie du travail.

Locus A	TG (+1000kg)			G (300-1000kg)			M (100-300kg)			P (<100kg)		
	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU
Cheville osseuse	0	0	0,00	12	6	75,00	6	3	100,00	5	2,5	100
Crâne	3	3	100,00	1	1	12,50	1	1	33,33	0	0	0
Maxillaire	3	1,5	50,00	2	1	12,50	0	0	0,00	0	0	0
Mandibule	6	3	100,00	5	2,5	31,25	5	2,5	83,33	0	0	0
Côte	8	0,24	8,00	5	0,15	1,88	6	0,18	6,00	1	0,03	1,2
Atlas	1	1	33,33	1	1	12,50	1	1	33,33	0	0	0
Axis	0	0	0,00	1	1	12,50	0	0	0,00	0	0	0
Cervicale	4	0,57	19,00	2	0,28	3,50	1	0,14	4,67	0	0	0
Thoracique	4	0,31	10,33	2	0,15	1,88	1	0,08	2,67	0	0	0
Lombaire	9	1,5	50,00	0	0	0,00	1	1,17	39,00	0	0	0
Coxal	6	3	100,00	3	1,5	18,75	4	2	66,67	0	0	0
Sacrum	1	1	33,33	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0
Scapula	5	2,5	83,33	3	1,5	18,75	2	1	33,33	1	0,5	20
Humérus	5	2,5	83,33	4	2	25,00	5	2,5	83,33	0	0	0
Radius	4	2	66,67	6	3	37,50	3	1,5	50,00	1	0,5	20
Ulna	3	1,5	50,00	0	0	0,00	4	2	66,67	0	0	0
Métacarpe	1	0,5	16,67	16	8	100,00	1	0,5	16,67	0	0	0
Fémur	3	1,5	50,00	4	2	25,00	0	0	0,00	0	0	0
Tibia	6	3	100,00	11	5,5	68,75	5	2,5	83,33	1	0,5	20
Fibula	1	0,5	16,67	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0
Patella	1	0,5	16,67	1	0,5	6,25	0	0	0,00	0	0	0
Tarsal	3	0,3	10,00	8	0,8	10,00	0	0	0,00	0	0	0
Métatarse	1	0,5	16,67	9	4,5	56,25	6	3	100,00	2	1	40
Phalange I	0	0	0,00	3	0,37	4,63	0	0	0,00	0	0	0
Phalange II	0	0	0,00	1	0,12	1,50	0	0	0,00	1	0,12	4,8
Phalange III	0	0	0,00	0	0	0,00	2	0,25	8,33	0	0	0
NMI	14			17			22			5		

Tableau. VII. 12. – NME, MAU et %MAU pour les classes de poids du **Locus A** TG = très grande taille, G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille.

En ce qui concerne la composition anatomique relative au %MAU dans le **Locus A**, les résultats obtenus sont présentés regroupés par classes de poids (tab. VII. 12 et fig. VII. 6). Tout d'abord, nous pouvons observer un profil anatomique presque similaire dans les deux catégories de poids de taille moyenne et de très grande taille montrant une grande

survie du squelette appendiculaire et crânien et une rareté du squelette axial, bien qu'il existe de petites variations au niveau anatomique entre les tailles.

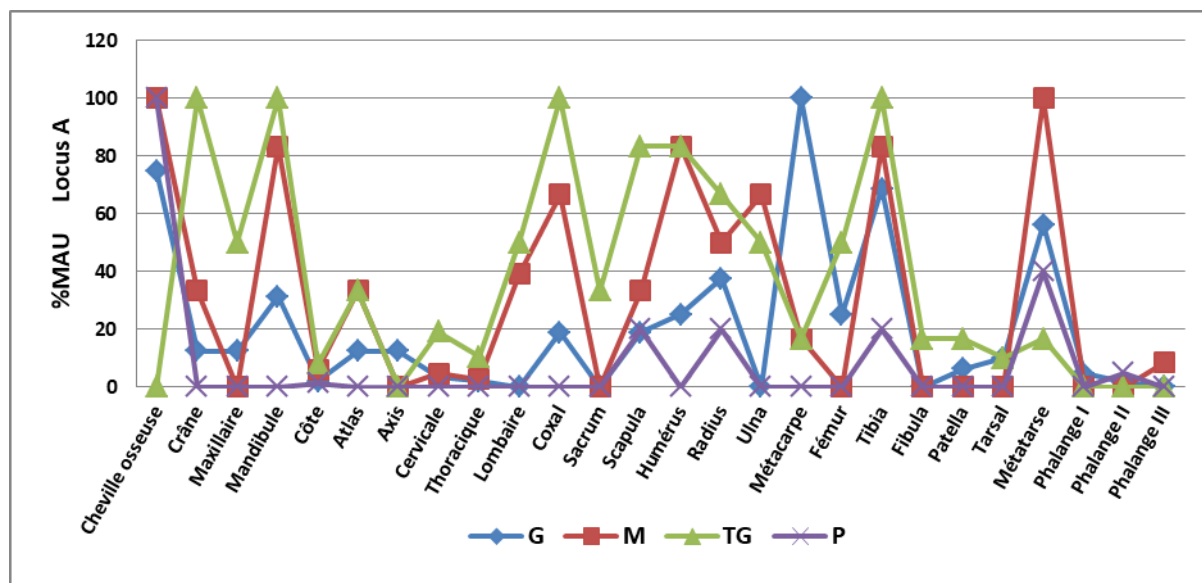


Figure. VII. 6. - %MAU des catégories de poids dans le Locus A.

En ce qui concerne la composition anatomique relative au MAU dans le Locus D, les résultats obtenus sont présentés regroupés par classes de poids (tab. VII. 13 et fig. VII. 7). A l'exception de quelques différences entre les deux classes de poids, moyenne et grande, nous remarquons un profil anatomique très proche entre ces deux catégories, avec une grande survie du squelette appendiculaire et crânien et une rareté du squelette axial.

Locus D	TG (+1000kg)			G (300-1000kg)			M (100-300kg)			P (<100kg)		
	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU	NME	MAU	%MAU
Cheville osseuse	0	0	0	2	1	66,67	0	0	0	0	0	0
Crâne	1	1	100	0	0	0	1	1	66,67	0	0	0
Mandibule	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dent isolées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlas	0	0	0	1	1	66,67	0	0	0	1	1	100
Côte	1	0,03	3	3	0,1	6,67	1	0,03	2	0	0	0
Scapula	1	0,5	50	0	0	0	2	1	66,67	0	0	0
Coxal	1	0,5	50	1	0,5	33,33	1	0,5	33,33	0	0	0
Humérus	0	0	0	2	1	66,67	1	0,5	33,33	1	0,5	50
Radius	0	0	0	2	1	66,67	3	1,5	100	1	0,5	50
Ulna	1	0,5	50	0	0	0	3	1,5	100	0	0	0
Carpal	0	0	0	1	0,08	5,33	0	0	0	1	0,08	8
Métacarpe	0	0	0	1	0,5	33,33	0	0	0	2	1	100
Fémur	1	0,5	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tibia	1	0,5	50	3	1,5	100	1	0,5	33,33	0	0	0
Patelle	0	0	0	0	0	0	1	0,5	33,33	0	0	0
Tarsal	1	0,1	10	1	0,1	6,67	1	0,1	6,67	0	0	0
Métatarses	0	0	0	2	1	66,67	2	1	66,67	2	1	100
Total	6			8			4			3		

Tableau. VII. 13. – NME, MAU et %MAU pour les classes de poids du Locus D. TG = très grande taille, G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille.

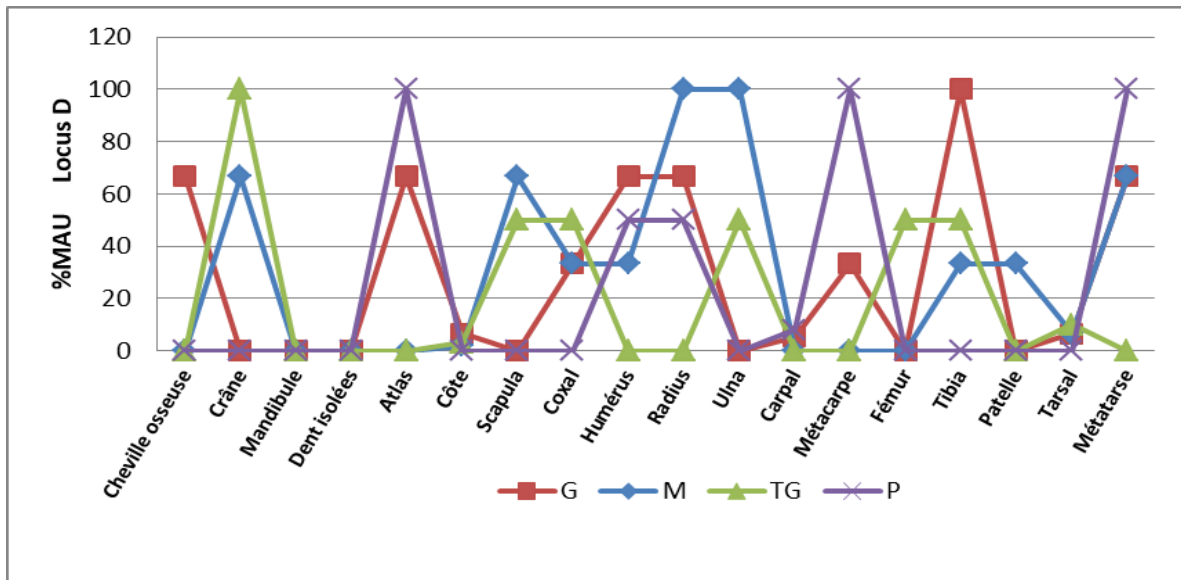


Figure. VII. 7. - %MAU des catégories de poids dans le Locus D

VII. 4. La fracturation/fragmentation

L'assemblage faunique de Tighennif compte 880 éléments osseux mesurant entre 9 et 500 mm, soit 82,10% de la totalité du matériel provenant du **Locus A** (tab. VII. 14). Le nombre d'éléments osseux entiers dans ce **Locus** est de 27 restes (3,07%) y compris 2 chevilles osseuses, et 11 os long (3 métacarpes, 5 métatarses, 1 ulna, 1 tibia et 1 radius). En ce qui concerne les os courts, on décompte 3 astragales, 1 calcanéum, 3 phalanges, 2 patelles, 1 sésamoïde et 2 vertèbres. Cependant, les os plats ne sont représentés que par 1 scapula et 1 mandibule. Les fragments totalisent 853 spécimens, dont 426 restes d'os longs, 283 d'os plats, 65 d'os irréguliers (os courts), et 79 restes sont des fragments indéterminables.

Comme il peut être noté dans le tableau ci-dessous aperçu, toutes les données présentées indiquent une variabilité des mesures des os fragmentés dans le **Locus A**, montrant une homogénéité dans leur fragmentation. La majorité des restes sont regroupés dans la catégorie entre 50-100 mm avec 41,14%, suivis de la catégorie 20-50 mm avec une proportion de 31,02%, et la catégorie >100 mm avec 26,82%. Cependant, la catégorie <20 mm est faible, elle ne représente que 1,02%. Les fragments osseux les plus abondant appartiennent à la classes de poids de très grande (31,59%), suivi de ceux de grande taille (27,05%), ensuit ceux de taille moyenne (13,64%), et enfin ceux de petite taille (2,27%).

Locus A	TG		G		M		P		Indet		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
A < 2 cm	1	0,11	0	0,00	2	0,23	0	0,00	6	0,68	9	1,02
B 2 – 5 cm	42	4,77	63	7,16	39	4,43	13	1,48	116	13,18	273	31,02
C 5 – 10 cm	113	12,84	99	11,25	52	5,91	6	0,68	92	10,45	362	41,14
D > 10 cm	122	13,86	76	8,64	27	3,07	1	0,11	10	1,14	236	26,82
Total	278	31,59	238	27,05	120	13,64	20	2,27	224	25,45	880	100

Tableau. VII. 14. – Longueur des restes osseux fragmentés **Locus A**, selon les classes de poids.

Dans le cas du **Locus D**, le nombre de restes osseux est de 163 (90,55%). Les restes osseux entiers sont peu nombreux, comprenant seul 6 éléments, dont 1 côte, 1 astragale, 1 semi-lunaire, 1 patella, 1 pisiforme et 1 scapula. Les restes fragmentés totalisent 68 os longs, 61 os plats, 6 plaques dermiques, 3 chevilles osseuses et 3 spécimens non identifiables.

Les dimensions de la majorité de ces restes sont regroupés dans la catégorie entre 2-5 cm avec 40,49% de restes, suivie de la catégorie 5-10 cm avec 28,83%, et la catégorie

>10 cm avec 27,61%. Cependant, la catégorie <2 cm ne représente que 3,07%. Les restes osseux fragmentés les plus abondants appartiennent à la classe de poids de grande taille (24,54%), suivi de ceux de très grande taille (20,86%), puis ceux de taille moyenne (14,11%), et enfin ceux de petite taille (8,59%).

Locus D	TG		G		M		P		Indet		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
A < 2 cm	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	2,45	1	2,63	5	3,07
B 2 – 5 cm	6	3,68	8	4,91	12	7,36	6	3,68	32	19,63	66	40,49
C 5 – 10 cm	11	6,75	14	8,59	8	4,91	4	2,45	10	6,13	47	28,83
D > 10 cm	17	10,43	18	11,04	3	1,84	0	0,00	7	4,29	45	27,61
Total	34	20,86	40	24,54	23	14,11	14	8,59	50	32,70	163	100

Tableau. VII. 15. – Longueur des restes osseux fragmentés à **Locus D**, selon les classes de poids.

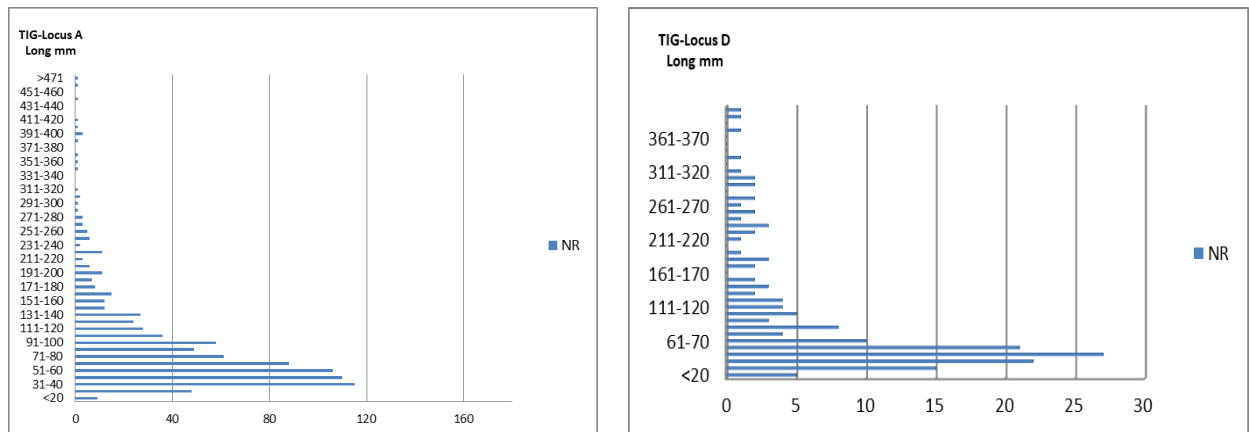


Figure. VII. 8. – Nombre de restes en fonction de leur taille **Locus A** et **D**.

L'identification des principaux agents causant la fragmentation de ces restes, nécessite, tout d'abord l'examen de la nature de la fracture, si elle est réalisée sur os frais ou sur os sec.

Dans le **Locus A**, un nombre de 426 os longs a été examiné selon la méthode analytique de Villa et Mahieu (1991), de manière que des critères similaires soient obtenus dans tous les cas. Les résultats obtenus montrent que 55,90% des profils des os fracturés sont courbes, 23,49% sont longitudinaux et 20,48% sont transversaux. Pour ce qui est de l'angle de la fracture, nous notons que 44,82% sont obliques, 18,32% sont droits et 36,83% sont variables. En ce qui concerne les bords, 59,76% sont réguliers et 40,24% sont irréguliers.

Dans le **Locus D**, un nombre de 94 fractures a été analysé. Les résultats obtenus montrent que 50,53% sont obliques, 36,84% sont mixtes, et 12,63% sont droits. Quant à la délimitation de la fracture, le profil le mieux représenté est le courbé avec 58,51%, suivi du longitudinal avec 23,40%, et le transversal avec 18,07%. Cependant la texture des bords fracturés est mieux représentée par la texture régulière avec 54,26% par rapport à celle irrégulière avec 45,73%.

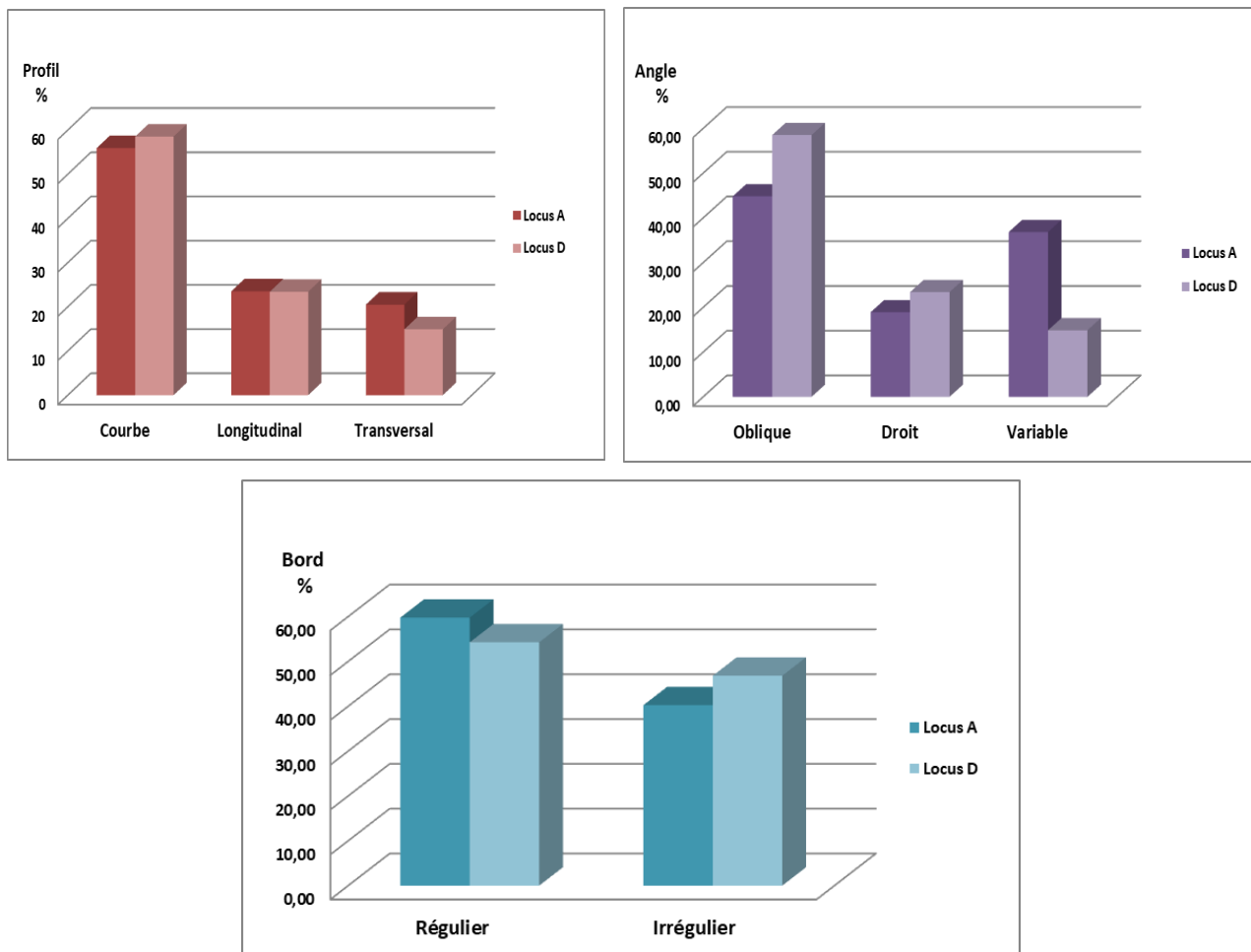


Figure. VII. 9. - Représentation de l'angle, du profil et de la texture du bord des fractures. Comparaison entre le **Locus A** et **D**.

La circonférence prédominante des restes fracturés dans le **Locus A** est celle qui est comprise entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$ avec 67,84%, alors que la circonférence relativement complète, elle représente 31,92%.

Des proportions similaires sont reconnues dans le **Locus D**, où la circonférence la plus dominante est celle entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$ avec une proportion de 70,58%, et la circonférence relativement complète représentent 29,41%.

En se basant sur les résultats de l'analyse de la fracturation des os longs dans les deux **Loci** dans le gisement de Tighennif, nous concluons qu'une grande partie des fractures se sont produites lorsque les os étaient en état frais. Ce type de fracture peut être attribué principalement aux agents biologiques tels que hominidés et /ou carnivores probablement lors de l'obtention de la moelle médullaire des ossements.

VII. 5. Les modifications et les altérations taphonomiques

Le matériel faunique fossile étudié montre différents types d'altérations taphonomiques prédepositionnelles et postdepositionnelles. Les différents types d'altérations sont représentés dans le diagramme de la figure VII. 10.

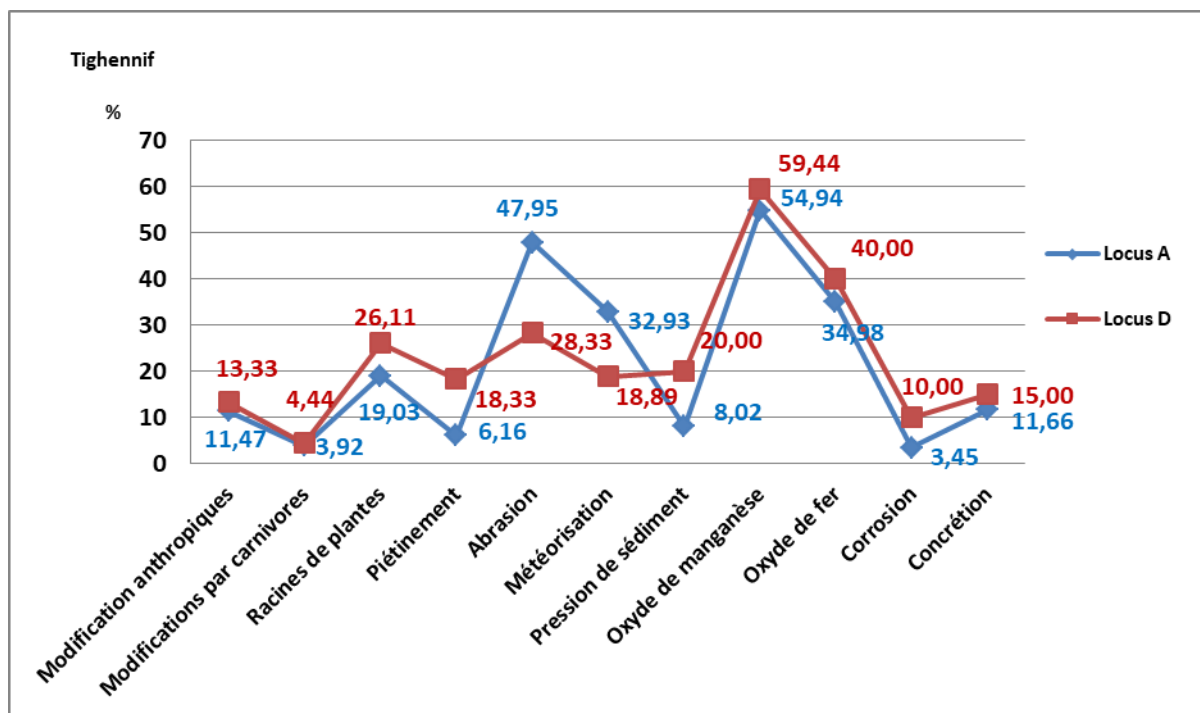


Figure. VII. 10. – Altérations taphonomiques observées sur les fossiles analysés de Tighennif.

Dans le **Locus A**, l'altération la plus observée est la fréquence d'une coloration produite par l'oxyde de manganèse totalisent 54,94%, suivie par ordre d'importance de l'abrasion 47,95%, de l'oxyde de fer 34,98%, de la météorisation 18,89%, et des traces des racines de végétations avec 19,03%.

Dans le **Locus D**, nous notons que les différentes altérations postdepositionnelles observées sont semblables à celles documentées dans le **Locus A**, à l'exception de l'abrasion qui est de 28,33%, proportion bien inférieure à celle du **Locus A**.

Les traces d'origine anthropique observées sur les restes osseux examinés dans le **Locus A**, représentent une proportion de 11,47%. Un peu plus de la moitié de total 51,63% concerne les restes portant des marques de fracturation anthropique (stigmates, éclats et cônes de percussion), et 19,67% sont des ossements portant des traces de boucherie (incisions). Enfin, il est à noter aussi qu'une fréquence de 3,25% (n=4) représente des éléments osseux portant des modifications qui peuvent être assimilées à des pièces osseuses élaborées ou des outils en os.

Les modifications et les altérations produites par les carnivores dans l'assemblage du **Locus A** sont relativement faibles (3,92%) en comparaison avec les modifications de nature anthropique. Parmi ces modifications engendrées par ces carnassiers, nous notons 40,47% de morsures, dépressions et rainures. Une proportion de 52,38% correspond aux osseux portants des traces de consommation (digestion, bords crénelés, piqûres, etc). Cependant, il est important de noter que l'action des rongeurs est totalement absente des restes fauniques analysées.

En ce qui concerne le **Locus D**, les traces d'activités anthropiques représentent 13,33%, dont 58% de ce total sont des restes osseux portant de traces de percussion, et 32,00% sont des incisions. Pour ce qui est des altérations produites par les carnivores, elles représentent 4,44%, dont un quart de cette proportion (25%) représente les rainures et trois quart (75%) correspondent aux ossement portant des traces de consommation (digestion, piqûres).

VII. 5. 1. Les modifications anthropiques

VII. 5. 1. 1. Les traces de découpe

L'étude des marques de découpe permet de documenter le processus anthropique de traitement de carcasses d'animaux, et de reconnaître le protocole et le type d'actions mécaniques appliquées à ce sujet depuis l'obtention de la carcasse de l'animal jusqu'à sa consommation.

Le nombre de restes portant des modifications anthropiques dans l'assemblage osseux du **Locus A** est important. En effet, ce type de modification représente 11,47% de la totalité du matériel, dont 20,49%, (n = 25), sont des restes osseux portant des cut marks. Toutes ces traces de découpes correspondent à des incisions, dont le plus grand nombre est situé sur des restes squelettiques de catégorie d'os longs avec 15 éléments modifiés, soit 60

y compris 16,% d'éléments à incisions sont des parties diaphysaires de côtes, 8% chacun sont des scapulas et des vertèbres, et 4% chacun représentent un coxal et un fragment d'os non déterminable.

Toutes les marques de découpes sont des incisions obliques, transversales, et rarement longitudinales par rapport à l'axe droit de l'os. Dans la plupart des cas, elles sont courtes, soit isolées soit parallèles regroupées et relativement profondes. Elles se caractérisent par une section en forme « V » étroite, par des bords majoritairement symétriques, et dans certains cas par la présence des microstriations au fond de quelques rainures. De plus, des stries supplémentaires parallèles à la rainure principale ont été observées (fig. VII. 11.d) présentant une petite divergence par rapport au début la rainure. De même, la présence d'un écaillage sur une épaule d'une rainure (*flaking on the shoulder of the grooves*) est documentée (fig. VII. 13) (Domínguez-Rodrigo et al., 2009, 2017)

Les ossements d'*Equus* sp. sont les restes qui portent le plus de traces de découpe, représentant une proportion de 28%, suivi de ceux de l'éléphant (*Loxodonta atlantica*) (8%), du rhinocéros (*Ceratotherium mauritanicum*) (8%), de l'hippopotame (*Hippopotamus sirensis*) (4%), des grands bovidés (*Bovini*) (4%), et des antilopes (*Antilopini*) (8%). Les restes des ossements avec traces de découpe incluent les ongulés et les taxons non déterminés, respectivement 16% et 24%.

Trois métatarses (deux gauches et un droit) d'*Equus* sp. portent des traces de découpe, dont deux sont obliques et une longitudinale. Sur le premier, l'incision est un sillon situé sur la face antérieure de la partie diaphysaire ; il se caractérise par une trajectoire rectiligne et par une section en forme de «V» étroite et peu profond. Sur le deuxième, l'incision est rectiligne, localisée sur la face postérieure de la métaphyse ; elle se caractérise par une section en forme de «V» peu ouverte. Enfin, sur le troisième, le sillon est linéaire rectiligne, situé sur la face médiane de la partie diaphysaire ; il se distingue par une section en forme « V » peu profonde (Domínguez-Rodrigo et al., 2009a). Selon les critères utilisés par Binford (1981), Nilssen (2000) et Soulier et Costamagno (2017) concernant l'emplacement et la distribution de ces incisions, elles peuvent être liées à l'activité de dépeçage.

Une autre incision, rectiligne et obliquement orientée est présente sur la face latérale de la métaphyse d'un métacarpe gauche d'*Equus* sp., dont la finalité évoque l'activité de dépeçage (fig. VII. 12). Cette rainure se caractérise par une section en forme « V », peu profonde avec une symétrie des deux bords. Plusieurs autres incisions sont

documentées sur un humérus droit et un tibia gauche d'*Equus* sp. Ces incisions, obliquement orientées et rectilignes aussi se présentent avec une section en forme « V » peu profonde montrant des microstriations au fond des sillons. Elles sont situées sur la partie antérieure de la diaphyse de l'humérus, et sur la face latérale de la métaphyse du tibia. L'emplacement de ces incisions suggère une activité de décharnement (Binford, 1981, Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017).

En ce qui concerne les restes de *Loxodonta atlantica*, deux éléments anatomiques, vertèbre et diaphyse d'os long, portent des traces de découpe, dont les caractéristiques suggèrent probablement l'activité de décharnement et le retrait du périoste (Crader, 1983 ; Johnson, 1983, 1987, 2007 ; Saunders et Daeschler, 1994 ; Haynes, 1991 ; Binford, 1981, Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017). De même, les indices d'activité de décharnement et de dépeçage ont été observées sur les os de *Ceratotherium mauritanicum*. Sur le premier os (troisième métatarse gauche), l'incision est située sur la face antérieure de la partie diaphysaire, dont la finalité est le dépeçage (Binford, 1981 ; Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017). Le deuxième os de cet animal porte trois incisions obliquement orientées, rectilignes, et relativement parallèles. Elles sont situées sur le bord caudal de l'ulna, dont la finalité est le décharnement (Binford, 1981, Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017).

Un seul os d'*Hippopotamus sirensis* présente une incision oblique et linéaire sur la face dorsale d'une vertèbre caudale, résultant d'extraction de la viande.

Deux éléments osseux d'*Antilopini* de taille moyenne présentent des traces de découpe résultant d'activité de décharnement. Ces traces sont principalement des incisions peu profondes et à section en forme « V ». Sur le premier élément, l'incision est rectiligne et oblique, située sur la face antérieure de la partie diaphysaire d'un tibia droit. Sur le second élément, les deux incisions rectilignes, parallèles et obliquement orientée, sont situées sur la face crâniale/médiane de la diaphyse d'un humérus (Binford, 1981, Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017).

Un seul métatarse d'un Bovini de grande taille, montre sur la face latérale/médiane dans la partie diaphysaire plusieurs traces de découpes, obliquement orientées, parallèles et regroupées, suggérant l'activité du dépeçage (Binford, 1981, Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017).

L'apport anthropique dans l'assemblage osseux de Tighennif, **Locus A**, est considérablement intéressant. D'après les critères utilisés par Binford (1981), Nilssen (2000) et Soulier et Costamagno (2017), concernant l'emplacement et l'incidence des cut marks, et par Domínguez-Rodrigo et al. (2009a, 2017), quant aux critères diagnostiques de ces marques, toutes les traces de découpes reconnues sur les surfaces des ossement de Tighennif s'apparentent à des activités de décharnement, de dépeçage et de fracturation.

Taphonomie – Site de Tighennif

Taxon	Taille	Anat	Lat	Age	Circonf	NCM	Type	Loc	Délin	Distr	Long (mm) max-min	Fin
<i>Loxodonta atlantica</i>	TG	Vertèbre thoracique Processus épineux	Indet	A	-	1	Incision	Face cort	Oblique transversale	Isolée	4,3	Déc
<i>Loxodonta atlantica</i>	TG	Os long - Diaph	Indet	A	¼	1	Incision	Face cort	Oblique	Isolée	21,7	Déc
<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	TG	Métacarpe III - Diaph	G	A	Complète	1	Incision	Face ant	Oblique	Isolée	5,7	Dép
<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	TG	Ulna Métaph prox+diaph	G	J	Complète	3	Incision	Bord caud	Oblique transversale	Regroupées parallèle	6,68-6,20-3,55	Déc
<i>Hippopotamus sirensis</i>	TG	Vertèbre caudale	Indet	A	complète	1	Incision	Face dors	Oblique	Isolée	12,3	Déc
<i>Bovini</i>	G	Métatarse Diaph+métaph dist	Indet	A	¾	Plusieurs	Incision	Face lat	Oblique	regroupées	13-5	Dép
<i>Antilopini</i>	M	Humérus Diaph+métaph dist	D	A	Complète	2	Incision	Cranial+médial	Oblique Transversale	Regroupées parallèle	0,79 – 0,39	Déc
<i>Equus</i>	G	Humérus	D	A	Complète	Plusieurs	Incision	Diaph Face ant	Oblique Transversale	Regroupées parallèle	15,9-5,1-7,8-7,7- 6,8	Déc pectoral descendant
<i>Equus</i>	G	Métacarpe - Métaph prox+diaph+métaph dist	G	A	Complète	1	Incision	Face post	Oblique	Isolée	22	Déc
<i>Equus</i>	G	Métapode diaph	G	A	¾	Plusieurs	Incision	Face ant	Transversale	Regroupée	8,9-4,1	Dép
<i>Equus</i>	G	Métatarse diaph	G	A	Complète	2	Incision	Face ant	Oblique	Regroupée parallèle	3,6	Dép
<i>Equus</i>	G	Métatarse - Epiph prox+diaph+métaph proxt	G	A	Complète	1	Incision	Face post	Obliques	Isolée	2,9-2,2	Déc
<i>Equus</i>	M	Métatarse	D	A	Complète	1	Incision	Face méd	Longitudinale	Isolée	5,5	Dép
<i>Equus</i>	G	Tibia - Diaph+métaph dist+epiph dist	G	A	Complète	Plusieurs	Incision	Face lat	Oblique	Regroupées	18,8-4,7	Déc séparation de la fibula du tibia
<i>Parmularius ambiguus</i>	M	Tibia Diaph+métaph dist+epiph dist	D	A	Complète	1	Incision	Face ant	Oblique	Isolée	12	Déc
<i>Ungulata</i>	TG	Côte diaph	Indet	A	Complète	1	Incision	Face ext	Oblique	Isolée	31,48	Déc

Ungulata	M	Os long - Diaph	Indet	A	½	3	Incision	Face cort	Oblique	Regroupée parallèle	31-29-1,18	Déc
Ungulata	TG	Ilium	D	JA	-	2	Incision	Col	Oblique transversale	Regroupée parallèle	13,17-9,7	Déc
Ungulata	G	Côte - Diaph	Indet	A	complète	1	Incision	Face int	Oblique	Isolée	12,4	Déc
Indet	TG	Côte - Diaph	Indet	A	½	Plusieurs	Incision	Face ext	Oblique	Regroupée parallèle	11-6	Déc
Indet	TG	Côte - Diaph	Indet	A	½	1	Incision	Face ext	Oblique transversale	Isolée	3,4	Déc
Indet	G	Indet	Indet	A	½	1	Incision	Face ext	Longitudinale	Isolée	10,1	Déc
Indet	G	Métapode	Indet	A	¼	2	Incision	Face cort	Oblique	Regroupée parallèle	3,7-3,3	Dép
Indet	G	Scapula Bord caudal	Indet	A	Complète	1	Incision	Bord caud	Transversale	Isolée	4,9	Déc
Indet	G	Scapula Métaph dist	Indet	A	½	1	Incision	Face post	Oblique transversale	Isolée	6,1	Déc

Tableau. VII. 16. – Locus A. Eléments anatomiques portant des traces découpe, morphologie, typologie et activité par taxon et poids (**Anat** = anatomie, **Lat** = latéralité, **NCM** = nombre de cut marks, **Loc** = localisation, **Délin** = délinéation, **Distr** = distribution, **Fin** = finalité, **Long max-min** = longueur maximale-minimale, **Déc** = Décharnement, **Dép** = Dépeçage, **Evisc** = éviscération, **Diaph** = Diaphyse, **Epiph** = épiphyse, **Métaph** = métaphyse, **Prox** = Proximal, **Ant** = Antérieur, **Int** = interne, **Ext** = externe, **Post** = postérieur, **Cort** = cortical, **Dors** = dorsal, **Caud** = caudal, **Lat** = Latéral, **A** = Adulte, **JA** = Jeune Adulte, **TG** = Très grande taille, **G** = Grande Taille, **M** = Taille Moyenne, **P** = Petite Taille, **Indet** = Indéterminé), **D** = droit, **G** = gauche.

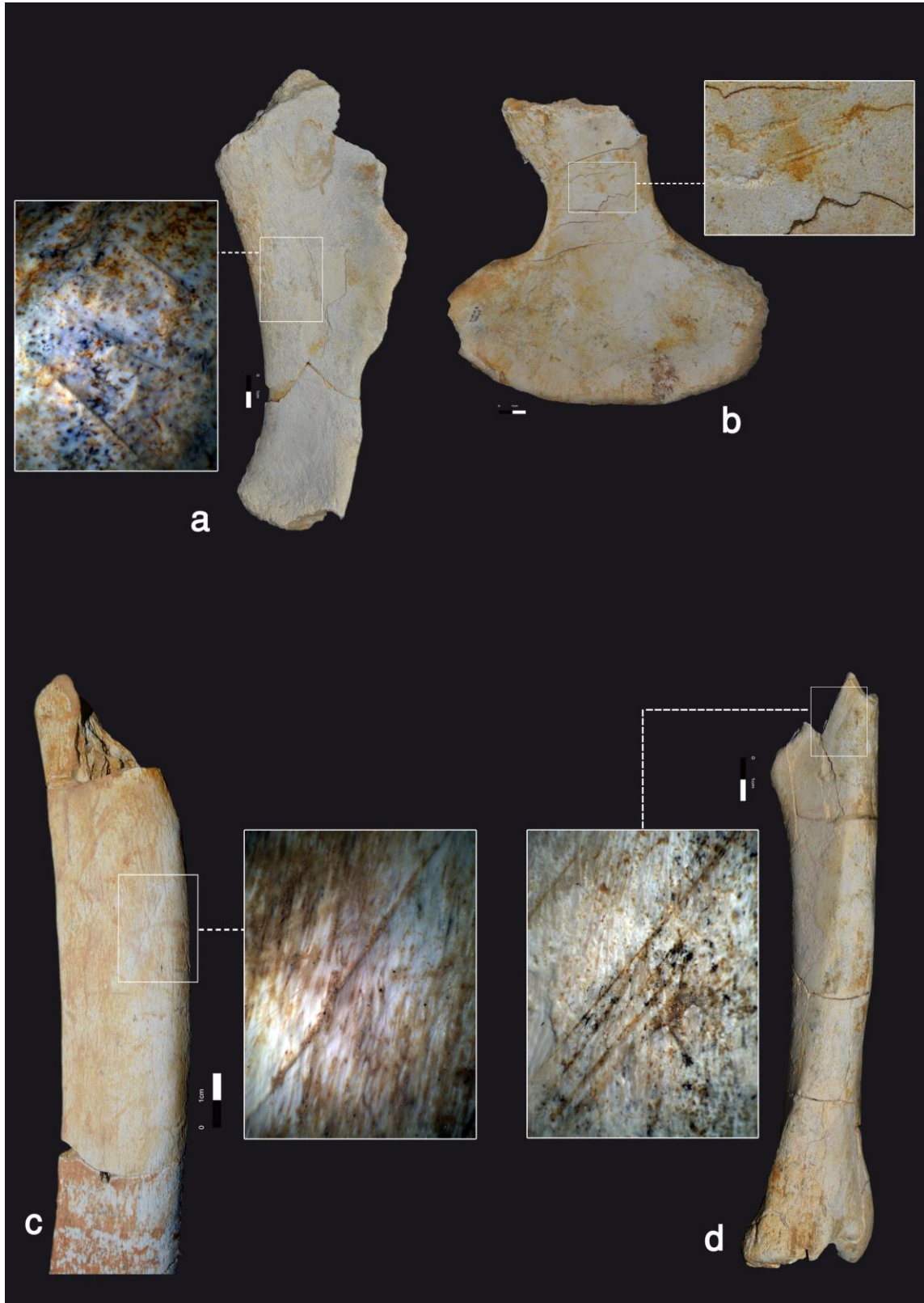


Figure. VII. 11. - Traces de découpe **Locus A** : **a-** Ulna gauche de *Ceratotherium mauritanicum* montrant trois incisions obliquement orientées, courtes sub-parallèles, situées sur le bord caudal (décharnement), **b-** Os coxal d'Ungulata de très grande taille avec traces de découpe sur la partie du col et sur la partie distal de l'ilium (décharnement), **c-** Diaphyse de côte d'Ungulata de très grande taille avec une incision oblique sur la face dorsale (décharnement), **d-** Tibia gauche d'*Equus* sp. montrant plusieurs incisions regroupées sur sa face latérale (décharnement)

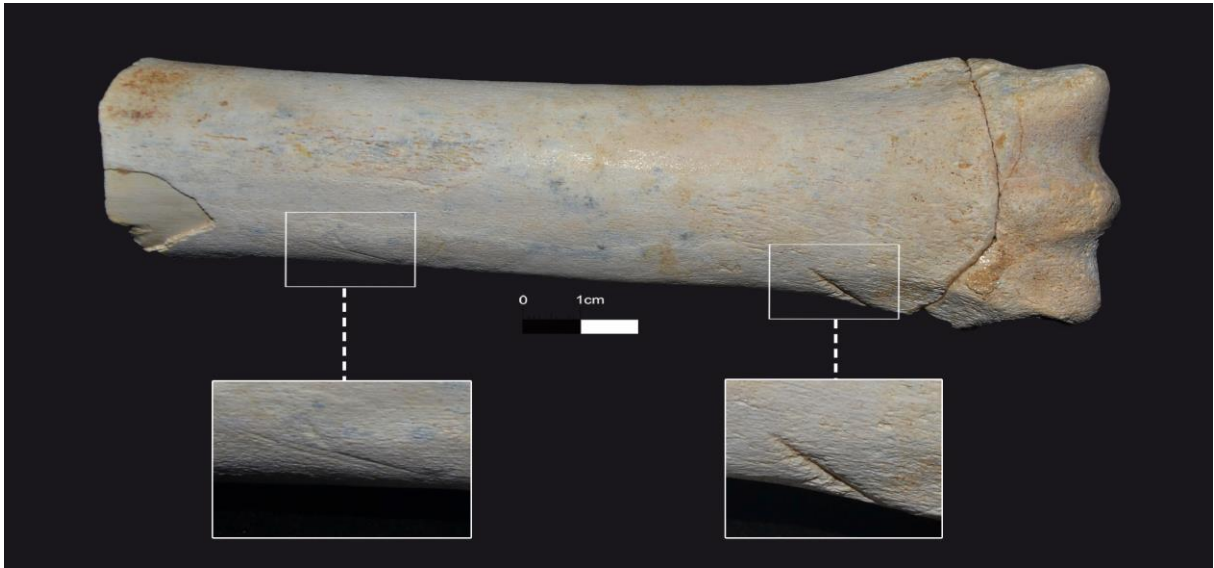


Figure. VII. 12. - Métacarpe gauche d'*Equus* sp. (**Locus A**) ; à droite, un sillon oblique à section en V profond (dépeçage) ; à gauche deux autres incisions obliques parallèles (dépeçage)

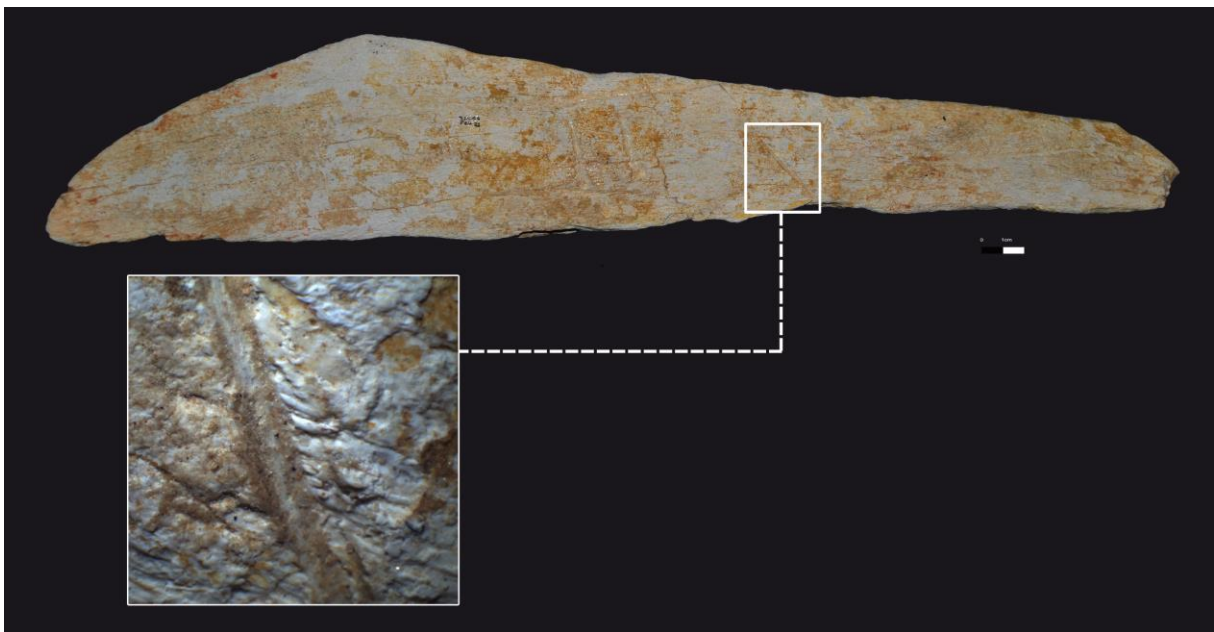


Figure. VII. 13. - Diaphyse d'os long de très grande taille (**Locus A**) montrant un sillon rectiligne, oblique à section en V profond (décharnement)

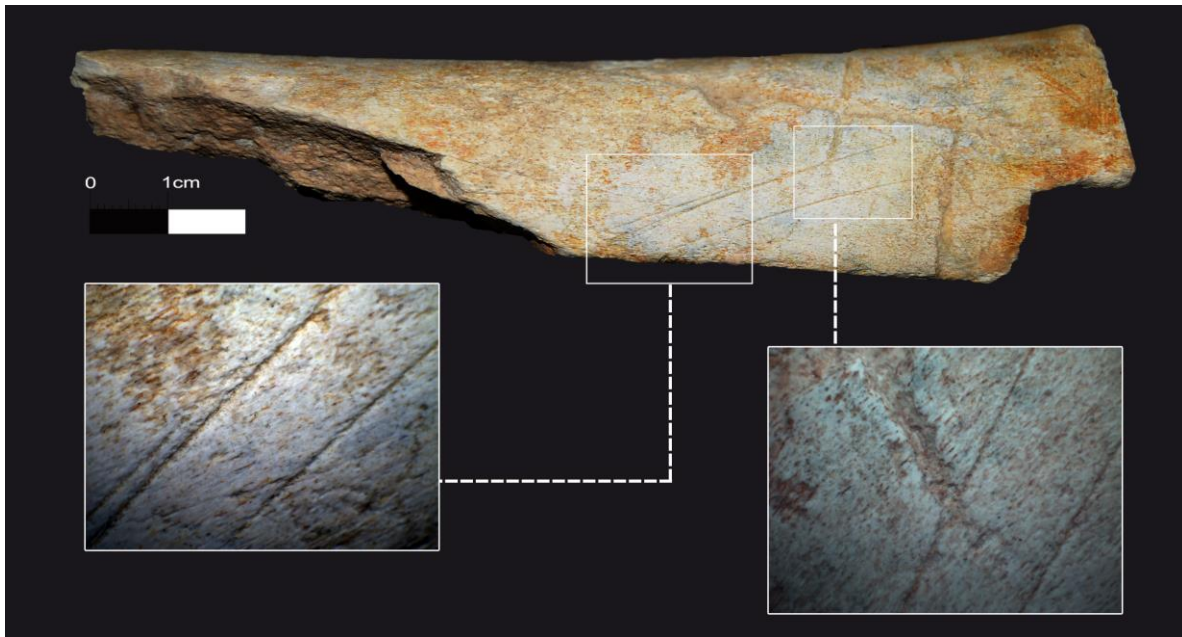


Figure. VII. 14. - Locus A- Diaphyse d'os long de taille moyenne présentant trois incisions obliques parallèles, superposées par des rainures causées par un carnivore.

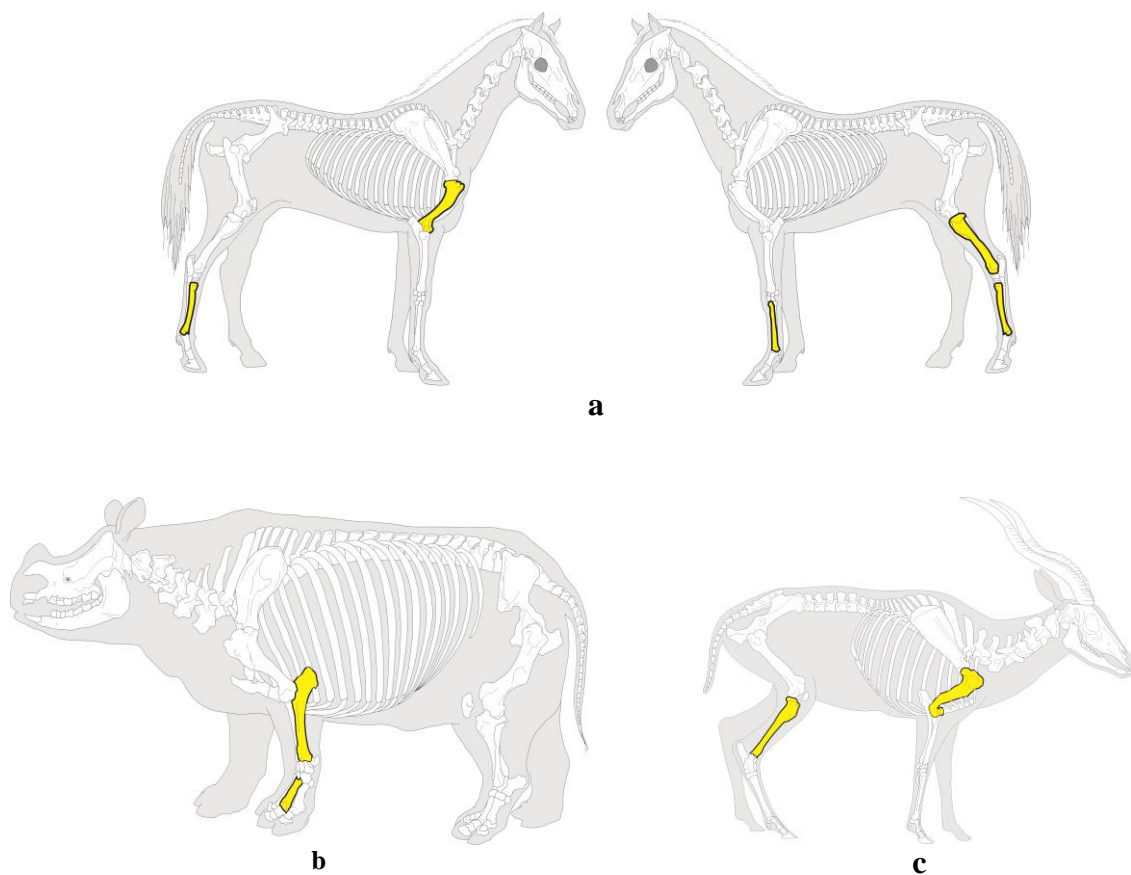


Figure. VII. 15. - Distribution des cut marks identifiées à TIG-Locus A sur les différents éléments anatomiques des taxons les plus exploités (a = *Equus* sp., b = *Ceratotherium*, c = *Antilopini*) (<https://www.archeozoo.org>)

Dans l'assemblage osseux du **Locus D**, différentes indices d'activités anthropiques sont relevés, estimées à 13,33% de la totalité du matériel analysé. Le nombre de restes portant des traces de boucheries dans cet assemblage est de 6, soit 25% de la totalité des restes portant des évidences d'activités anthropiques. La totalité des incisions sont obliques et rarement longitudinales ; elles sont isolées ou parallèles, regroupées et relativement profondes. La majorité de ces incisions est située sur des parties anatomiques d'os long avec 50%. En revanche, celles situées sur les scapulas et les côtes représentent 12,50% chacun. Il est important de signaler qu'un fragment de carapace d'un chélonien (plaque dermique) portant des incisions de boucherie est recueilli. Ces incisions sont obliques, parallèles et concentrées, étant probablement le résultat d'un sillage qui a donné la formation d'un léger écaillage sur l'un des bords de la trace (*flaking on the shoulders of the groove*) (Domínguez-Rodrigo et al., 2009).

Il y a des incisions sur un tibia droit de *Bos bubaloides*. Elles sont obliques parallèlement regroupées et situées sur la face postérieure de la partie diaphysaire. Les caractéristiques de ces incisions suggèrent qu'elles ont été générées durant une activité de décharnement (fig. VII. 16). Le sillon présente un écaillage sur l'un des bords qui semble être un *flaking on the shoulders of the groove* (Rose et Shipman, 1983 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009).

D'après les caractères relatifs à la localisation et l'incidence des cut marks, utilisés par Binford (1981), Nilssen (2000) et Soulier et Costamagno (2017) pour reconnaître les activités de boucherie, il est permis de conclure que les incisions relevées sur les ossements du **Locus D** sont liées à l'activité du décharnement.

Taxon	Taille	Anat	Lat	Age	Circonf	NCM	Type	Loc/ Face	Délin	Distr	Long (mm) max- min	Fin
<i>Bos bubaloides</i>	G	Tibia - Diaph	D	A	$\frac{3}{4}$ Ant+lat+med	Plusieurs	Incision	Face post	Oblique	Regroupées parallèle	4,48- 2,61	Déc
<i>Antilopini</i>	M	Radius - Diaph	D	A	$\frac{1}{2}$	2	Incision	Face post	Oblique	Regroupées parallèle	12,2- 10,9	Déc
<i>Ungulata</i>	M	Radius Diaph +métaph dist	G	A	$\frac{1}{2}$	Plusieurs	Incision	Face post	Oblique	Regroupée parallèle	3,6	Déc
<i>Chelonii</i>	TP	Carapace	Indet	A	-	1	Incision	Face int	Oblique	Isolée	9,1	Déc
Indet	Indet	Os long Métaph prox	Indet	A	Complète	Plusieurs	Incision	Face cort	Oblique	Regroupées parallèle	7-4,2	Déc
Indet	Indet	Côte - Diaph	Indet	A	Complète	Plusieurs	Incision	Face ext	Oblique	Regroupées parallèle	18	Déc

Tableau. VII. 17. – Locus D. Eléments anatomiques portant des traces découpe, morphologie, typologie et activité par taxon et poids (**Anat** = anatomie, **Lat** = latéralité, **NCM** = nombre de cut marks, **Loc** = localisation, **Délin** = délinéation, **Distr** = distribution, **Fin** = finalité, **Long max-min** = longueur maximale-minimale, **Déc** = Décharnement, **Diaph** = Diaphyse, **Métaph** = métaphyse, **Prox** = Proximal, **Int** = interne, **Ext** = externe, **Post** = postérieur, **Cort** = cortical, **A** = Adulte, **G** = Grande Taille, **M** = Taille Moyenne, **TP** = Petite Taille, **Indet** = Indéterminé), **D** = droit, **G** = gauche.

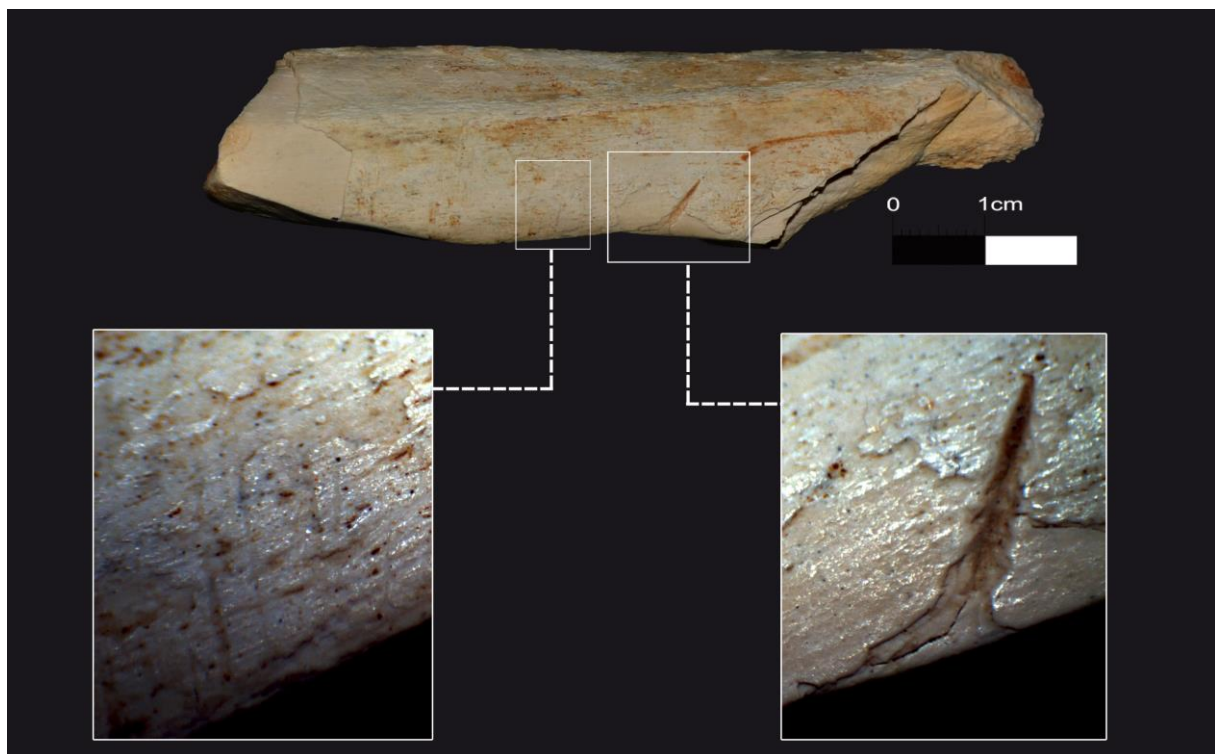


Figure. VII. 16. - Locus D. Tibia droit de *Bos bubaloides* montrant un sillon / entaille (à droite) à section en forme V étroit profond sur la face postérieure au bord de la fracture ; associé à plusieurs incisions fines obliques parallèles (à gauche)

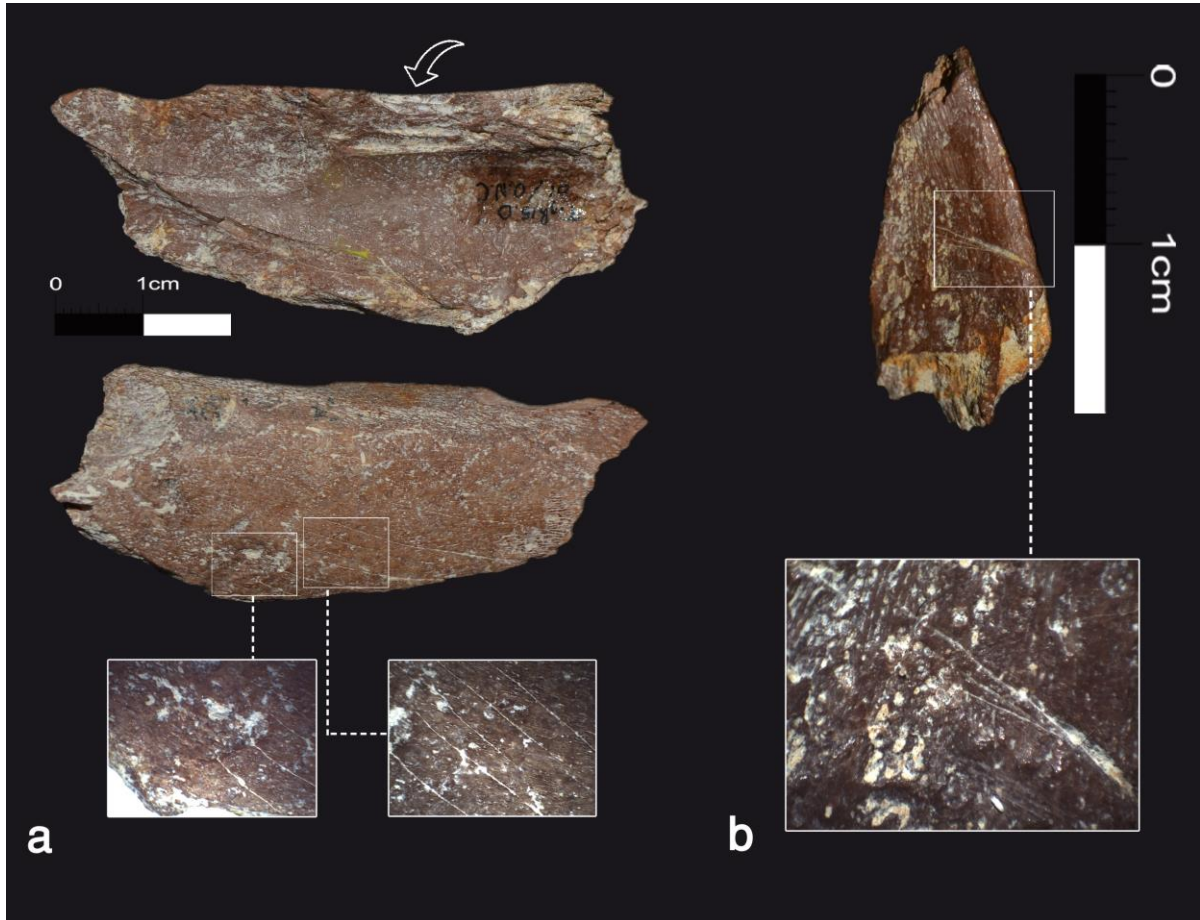


Figure. VII. 17. - Locus D- **a-** diaphyse d'un radius gauche de taille moyenne portant plusieurs incisions obliques parallèles regroupées sur la face postérieure (décharnement), **b-** Fragment de carapace de *Chelonii* présentant des incisions regroupées concentriques.

VII. 5. 1. 2. La fracturation anthropique

L'activité de la fracturation anthropique par percussion dans l'assemblage osseux du **Locus A** dans le site de Tighennif représente 9,51% par rapport à la totalité du matériel, et 65,57% du matériel osseux portant des évidences d'activités anthropiques. Les éléments diagnostiques les plus abondants concernant cette activité anthropique sont les stigmates de percussion (points d'impacts, esquillement) sur les éléments fracturés, les éclats et les cônes résultants de la percussion (Pickering et Egeland, 2006).

Les éléments anatomiques du segment appendiculaire portant le plus grand nombre de marques de percussion sont les membres proximaux et médiaux. En revanche, les membres distaux sont peu abondants. Il est généralement admis que la fracturation anthropique a comme objectif d'extraire la moelle médullaire comme matière alimentaire animale nutritive (tab. VII. 18).

Les restes d'*Equus* sp sont les plus nombreux qui montrent des stigmates de fracturation comme résultat de l'action anthropique et des restes fracturés comme résultat de l'action anthropique avec 10 registres, suivis de ceux de *Loxodonta atlantica* avec 5 spécimens, et en dernier vient 1 seul reste de suidé (*Metridiochoerus modestus*).

Dans cet assemblage, deux éléments anatomiques portant des marques de percussion, dont un métatarse d'un *Bovini* de grande taille et un os long d'un angulé de taille moyenne, présentent des traces de découpe (incisions) associées à des stigmates de fracturation anthropique. De plus, dans le cas du deuxième élément (os long de taille moyenne), des traces de carnivores sont superposées sur celles produites par les hominidés.

La grande majorité des marques de percussion documentées dans cet assemblage correspondent aux stigmates de percussion avec une proportion de 77,50% de la totalité des marques de fracturation. Les points d'impact ne représentent que 25,48%, et les contres coups 4,04%. Cependant, il existe deux éléments d'os plats (une scapula d'un animal de grande taille et un autre de *Bos*) qui portent des stigmates de percussion et un point d'impact. Il est à signaler aussi que les stigmates de percussion sont présents sur un os coxal de *Loxodonta atlantica* et sur la face vestibulaire d'une hémimandibule (segment molaire) droite de *Metridiochoerus modestus* (fig. VII. 19).

Pour ce qui est des éléments anatomiques portant le plus de stigmate de fracturation anthropique, nous citons les tibias, et plus précisément les parties 3 et 2. Dans le cas d'*Equus*, un nombre de 4 tibias présentent 3 stigmates de percussion sur le côté postérieur et un sur le côté postérieur/latéral, et une mandibule droite porte des points de percussion sur la face vestibulaire. Cependant, dans les métacarpes et les métatarses, la partie fréquemment fracturée est le tronc central (partie 3), particulièrement la face antérieure et médiane/latérale ou postérieure. Il est à noter aussi la présence d'une diaphyse d'os long de très grande taille montrant deux bords avec des retouches (stigmates/encoches). Ce sont probablement des retouches intentionnelles (Aguirre, 2005) ou peut-être elles résulteraient de l'action d'utilisation (fig. VII. 21).

D'autres éléments, témoignant d'une fracturation anthropique, sont aussi présents dans cet assemblage. Il s'agit d'éclats et de cônes résultants de l'action de la percussion et la fracturation des os (Pickering et Egeland, 2006). Les cônes de percussion représentent 11,25% et les éclats 13,75%, par rapport à la totalité des éléments fracturés (fig. VII. 20). La grande majorité de ces rejets de percussion appartiennent aux individus adultes de très grande taille, de grande taille, ainsi que de taille moyenne.

Locus A		Mandibule	Scapula	Coxal	Humérus	Radius	Fémur	Tibia	Métacarpe	Métatarse	Métapode	Os long	Os plat	Total
<i>Loxodonta atlantica</i>	Stig. Perc.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4
	Impc. Perc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	C. coup	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Equus</i> sp.	Stig. Perc.	1	-	-	1	-	2	4	-	1	1	-	-	10
	Impc. Perc.	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Bos bubaloides</i>	Stig. Perc.	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
	Impc. Perc.	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
<i>Connochaetes</i>	Stig. Perc.	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2
<i>Antilopini</i>	Stig. Perc.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Metridiochoerus modestus</i>	Stig. Perc.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Camelus thomasi</i>	Stig. Perc.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
	Impc. Perc.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
TG	Stig. Perc.	-	1	-	2	1	1	-	-	-	1	12	-	18
	Impc. Perc.	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	5	-	8
	C. coup	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
G	Stig. Perc.	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	13	-	17
	Impc. Perc.	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	2	-	5
	C. coup	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
M	Stig. Perc.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	11	-	14
	Impc. Perc.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	2	-	5
P	Stig. Perc.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
	Impc. Perc.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Indet	Stig. Perc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
Total		3	3	1	5	13	4	10	2	3	6	51	1	102

Tableau. VII.18. - Nombre de restes avec stigmates de percussion, points d'impacts et contre coup selon le taxon ou la classe de poids à laquelle appartient ces éléments anatomiques (on note qu'un élément peut avoir une ou plus de marques de fracturation). **Stig. Perc.** = Stigmate de percussion, **P. impac.** = Point d'impact, **C. coup** = Contre coup, **TG** = Très grande taille, **G** = Grande taille, **M** = Taille moyenne, **P** = Petite taille, **Indet** = Indéterminée.



Figure. VII. 18. - Locus A- Diaphyse d'os long présentant des stigmates de percussion, point d'impact ainsi que des enlèvements intentionnels (possible aménagement).

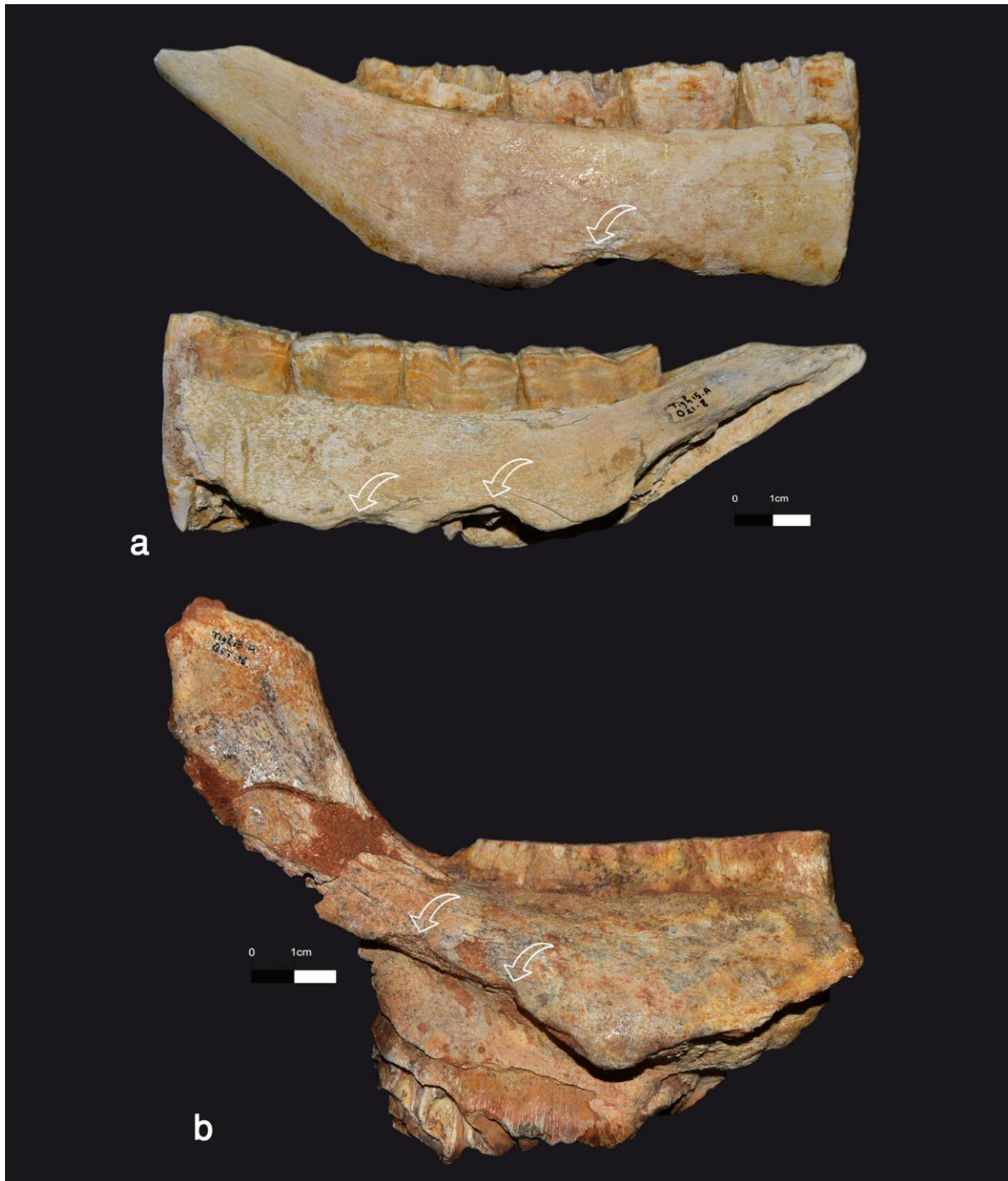


Figure. VII. 19. - **Locus A-** **a-** Héli mandibule (segment molaire) gauche d'*Equus* sp. montrant des points d'impact de percussion sur la face vestibulaire ; **b-** Mandibule droite de *Metridiochoerus modestus* portant des stigmates de percussion sur le corps de la mandibule et présente un arrondissement (rounding/polishing).

Les preuves de la fracturation intentionnelle des ossement sont aussi présentes dans l'assemblage de **Locus D** du site de Tighennif. Cette action représente 72,22% des éléments portant des traces d'activités anthropiques. Les éléments diagnostiques les plus fréquents sont les stigmates de percussion, esquillements et points d'impacts sur les éléments fracturés, des éclats et de cônes de percussion (Pickering et Egeland, 2006) (fig. VII. 20)

A l'exception d'un seul os plat (coxal), tous les autres éléments anatomiques comportant la grande majorité des marques de percussion, appartiennent au squelette appendiculaire, et plus particulièrement les membres proximaux (radius et humérus), médiaux (tibia, fémur), et les parties diaphysaires des os longs. La fracturation intentionnelle des ossements longs avait vraisemblablement comme but l'exploitation de la moelle médullaire par les hominidés (tab. VII. 19).

Les restes d'*Equus* comprennent deux éléments anatomiques portant des stigmates de percussion y compris un coxal et un tibia portant des esquillements de percussion sur la partie diaphysaire. Les restes de *Bos bubaloides* portent aussi des traces de fracturation, notamment sur un tibia sur le côté latéral/médian de la diaphyse, associées à des incisions dans sa face postérieure. Enfin, des stigmates de percussion sont observés sur un radius d'une *Antilopini* de taille moyenne sur la partie postérieure de la diaphyse, associée aussi à des incisions et probablement à des traces d'utilisation. Il y a aussi une diaphyse d'os long de très grande taille portant un point d'impact, une extrémité pointu émoussée (probablement par utilisation) et l'un des bords avec des traces d'utilisation, dont une forme de retouches probablement intentionnelles (Aguirre, 2005) (fig. VII. 21)

Une proportion de 77,77% de marques de percussion analysées représente des stigmates, c'est-à-dire des esquillements sur l'un des bords de la fracture. Cependant, les points d'impact sont minoritaires et ne représentent que 22,22%. Pour ce qui concerne des rejets de percussion anthropique, un seul éclat en os témoignant de cette action a été recueilli.

La plupart des éléments anatomiques portant des traces de percussion appartiennent aux individus adultes de grande taille, à l'exception de l'os coxal d'*Equus* sp. qui appartient à un sujet plutôt jeune adulte.

Locus D		Coxal	Humérus	Radius	Fémur	Tibia	Os long	Total
<i>Equus sp.</i>	Stig. Perc.	1	-	-	-	1	-	2
<i>Bos bubaloides</i>	Stig. Perc.	-	-	-	-	1	-	1
<i>Antilopini</i>	Stig. Perc.	-	-	1	-	-	-	1
TG	Stig. Perc.	-	-	-	1	-	1	2
	Impc. Perc.	-	-	-	1	-	-	1
G	Stig. Perc.	-	-	1	-	-	1	2
	Impc. Perc.	-	-	-	-	-	1	1
M	Stig. Perc.	-	-	1	-	-	1	2
	Impc. Perc.	-	-	-	-	-	1	1
P	Stig. Perc.	-	1	-	-	1	-	2
	Impc. Perc.	-	1	-	-	-	-	1
Indet	Stig. Perc.	-	-	-	-	-	2	2
Total		1	2	3	2	3	7	18

Tableau. VII. 19. - Nombre de restes avec stigmates de percussion, points d'impacts et contre coup selon le taxon ou la classe de poids à laquelle appartiennent ces éléments anatomiques (on note qu'un élément peut avoir une ou plus de marques de fracturation). **Stig. Perc.**= Stigmate de percussion, **P. impac.** = Point d'impact, **TG** = Très grande taille, **G** = Grande taille, **M** = Taille moyenne, **P** = Petite taille, **Indet** = Indéterminée.

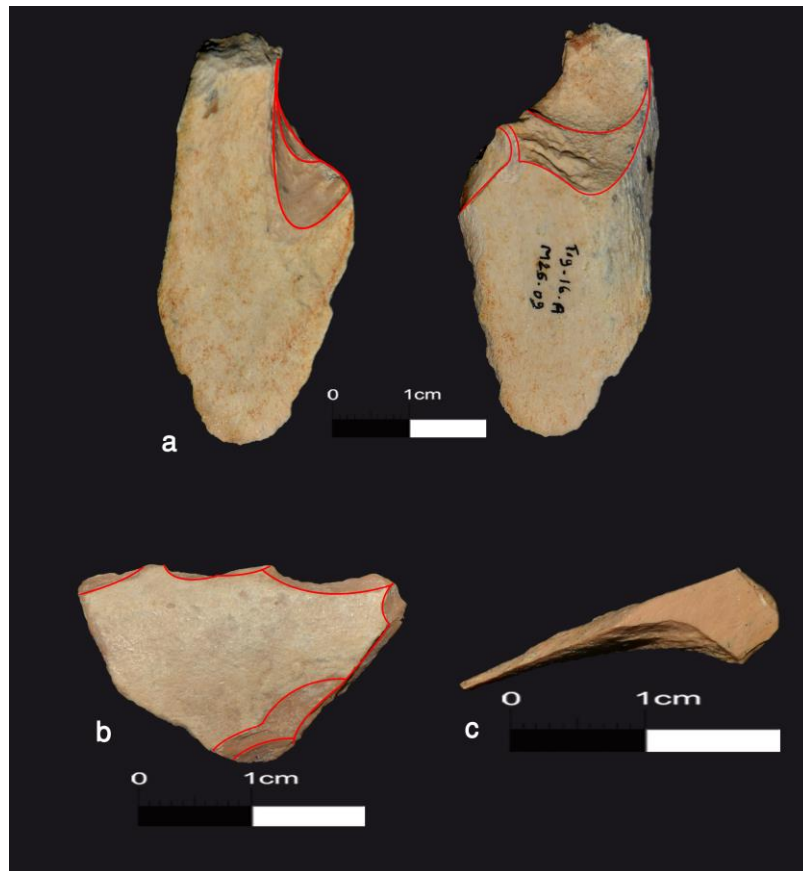


Figure. VII. 20. - Locus A- a- fragment diaphysaire d'os long de très grande taille résultant d'une fracturation intentionnelle. Locus D- b- fragment de diaphyse d'os long de taille moyenne portant des retouches résultant de la fracturation ; c- fragment diaphysaire d'os long de grande taille représentant un éclat de percussion.

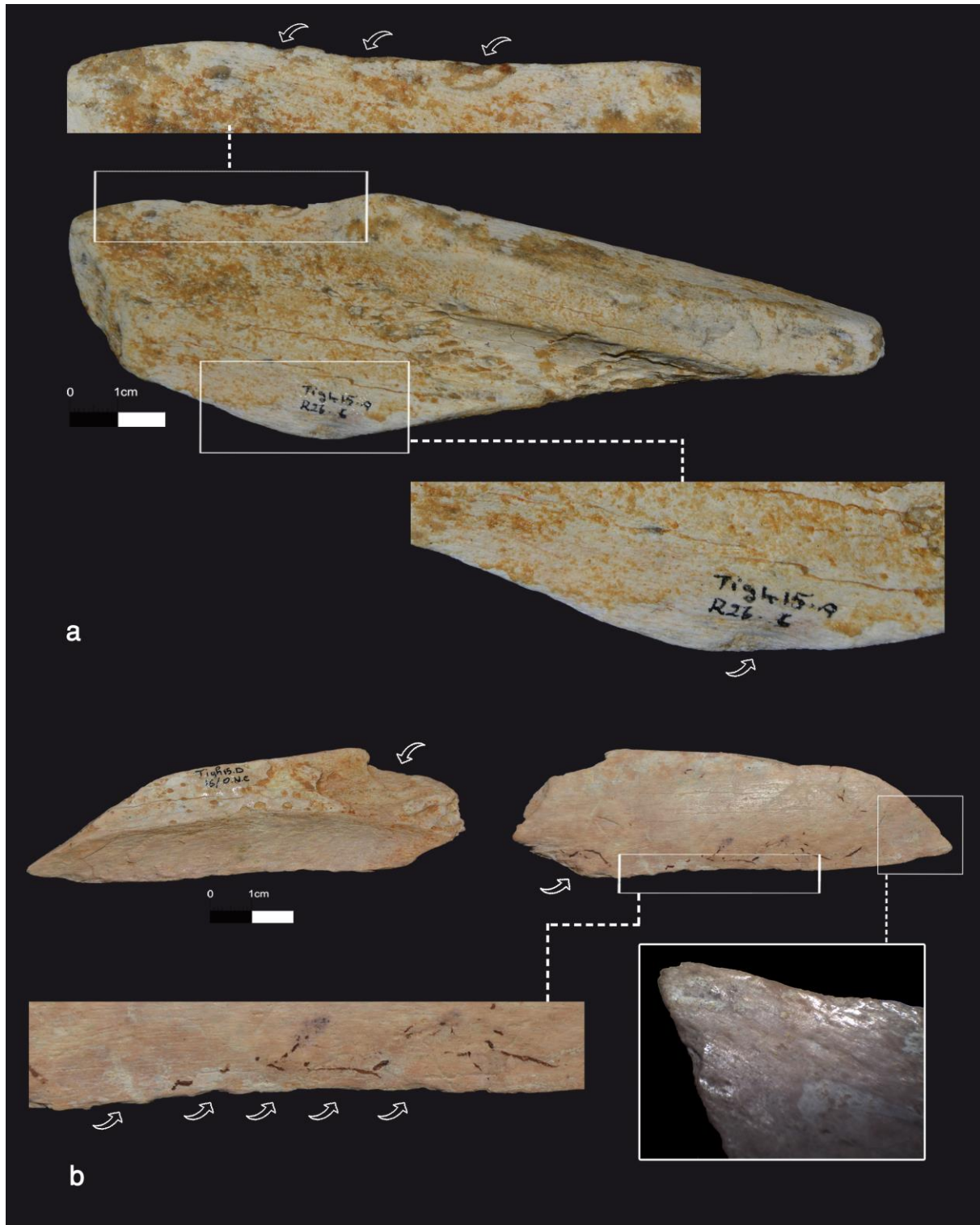


Figure. VII. 21. - Locus A, a- Diaphyse d'os long de très grande taille montrant deux bords avec des encoches. **Locus D- b-** Diaphyse d'os long de très grande taille montrant un point d'impact (percussion), avec une extrémité un l'un des bords avec des encoches.

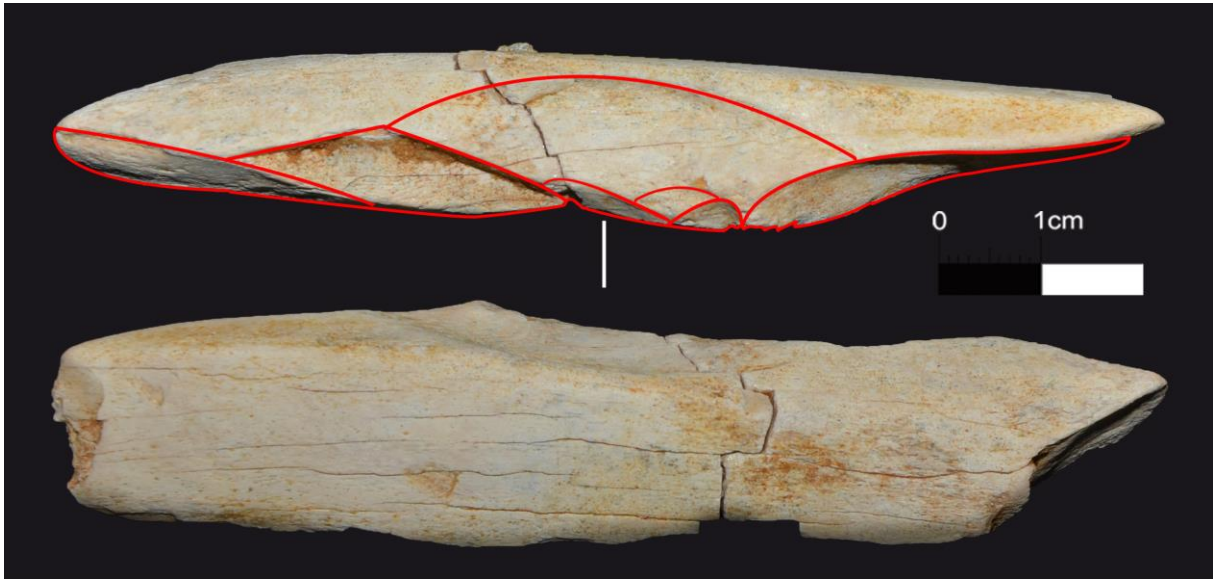


Figure. VII. 22. – Locus A- Diaphyse d'os long de très grande taille présentant des enlèvements résultant d'une fracturation.

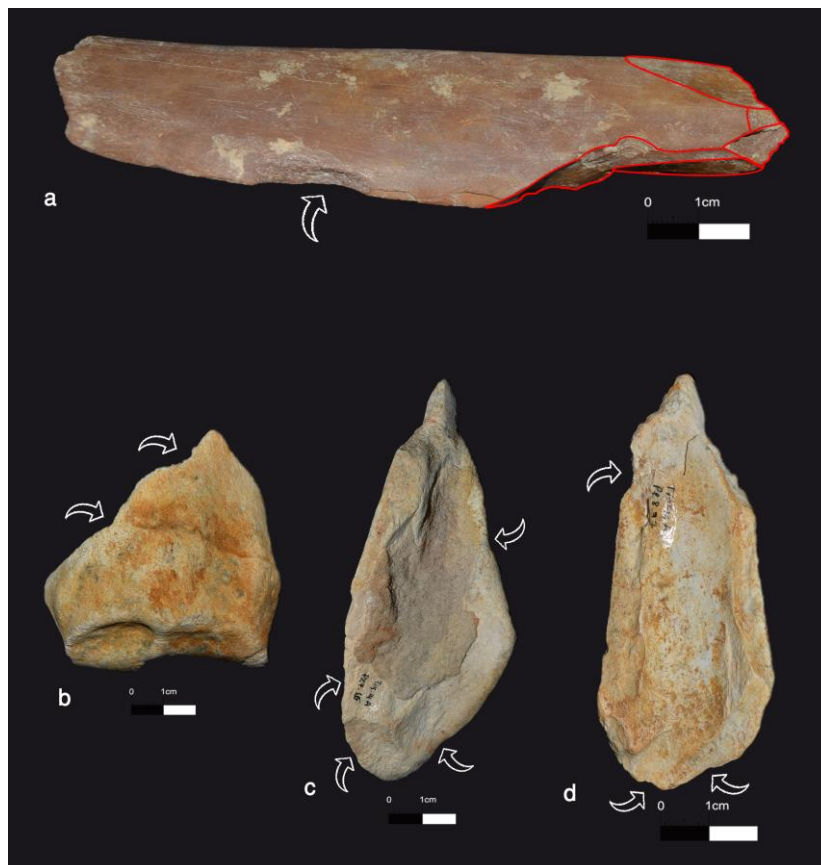


Figure. VII. 23. - Locus D – **a**-Diaphyse d'os long de grande taille présentant des encoches. **Locus A-**
b- Epiphyse distale de radius gauche d'*Equus* sp. montrant deux stigmates de percussion. **c** et **d**- Diaphyses
d'os longs de grande et de taille moyenne montrant une fracture sur os frais, ainsi qu'une extrémité biconcave
avec une encoche éventuellement de fracture primaire.

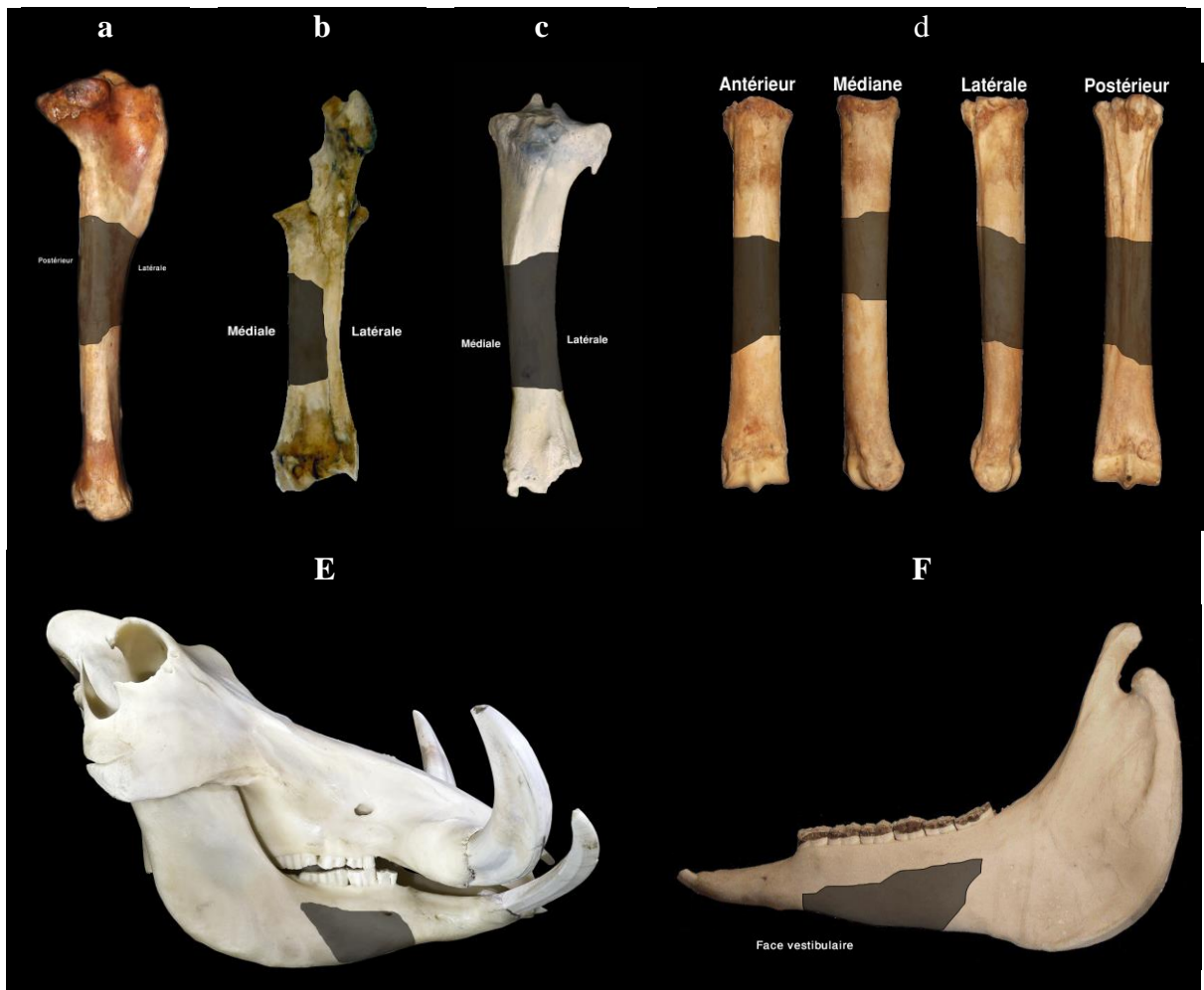


Figure. VII. 24. - L'emplacement anatomique des marques de percussion sur les différents éléments squelettiques selon le taxon. (**a**=tibia droit d'*Equus caballus*, **b**=radius droit de *Bos taurus*, **c**=tibia gauche de *Bos taurus*, **d**=métatarses droit d'*Equus caballus*, **e**=crâne de *Phacochoerus africanus*, **f**=mandibule gauche d'*Equus caballus*) (* <https://simple.wikipedia.org/> * <http://theses.vet-alfort.fr/> * <https://www.archeozoo.org>)

VII. 5. 1. 3. Outils sur matière dure animale

Les outils en os élaborés par les premiers hominidés découverts dans des sites paléolithiques inférieurs d'Afrique constituent un intérêt scientifique particulier pour les chercheurs sur le développement de la technologie des premiers hominidés et leurs implications cognitives. L'utilisation des ossements comme outils par les hominidés semble remonter au Pléistocène inférieur, notamment ceux découverts dans les dépôts des *Bed I* et *II* d'Olduvai, dont vingt-six sont interprétés comme des outils légèrement utilisés dans des substances molles (travail du cuir), et les 11 restants sont décrits comme des outils plus utilisés, peut-être dans des activités de boucherie ou d'excavation (Leakey, 1971 ; Shipman et Rose, 1988), et les rares pièces osseuses travaillées sont connues dans la

Formation de Konso, datée d'environ 1,9-1,4 Ma (Echassoux, 2012). Un fragment de diaphyse d'os long (animal de très grande taille) façonné en forme d'un biface par écaillage extensif provient de l'horizon ~ 1,4 Ma de la Formation de Konso (Beyene et al., 2013). Les sites de Sterkfontein, Swartkrans et Drimolen en Afrique du Sud ont tous révélé un outillage osseux datés entre 1-2 Ma associés aux hominidés *Paranthropus robustus* et premiers *Homo* (d'Errico et Backwell, 2009). Errico et Backwell suggèrent que l'introduction de l'os en tant que matière première pour la fabrication d'outils n'apparaît qu'avec le complexe Acheuléen. Saccà (2012) ajoute que les os de grands mammifères, en particulier ceux des éléphants, étaient utilisés pour fabriquer des éclats et des outils, y compris des objets semblables aux bifaces en pierre, caractéristiques de l'Acheuléen.

Certains os portent quelques caractères extrinsèques témoignant la présence de l'activité anthropique à Tighennif relative à l'exploitation des ressources alimentaires animales et déterminent la nature de l'assemblage.

Précédemment, nous avons abordé le sujet de traitement des carcasses d'animaux par les hominidés de Tighennif (dépeçage, décharnement, fracturation anthropique). D'autres restes en os et en ivoire ont permis des constatations pertinentes quant à la présence de certains éléments anatomiques portant des traces, probablement d'utilisation. Tous ces restes présumés comme outils en os ont été recueillis dans le **Locus A** vu que les travaux de fouille dans le **Locus D** sont actuellement limités.

Une diaphyse (diaphyse et métaphyse distale) d'un radius droit d'*Antilopini* de taille moyenne montre que l'une de ses extrémités est une pointe émoussée avec des traces possible d'utilisation. Tandis que l'autre extrémité montre des bords résultant d'une fracture anthropique lorsque l'os était encore frais (Barham et al., 2002 ; d'Errico et Backwell, 2009). Cette pièce ne montre aucune modification causée par l'abrasion naturelle ou par le piétinement dans la seconde extrémité. Il est à signaler qu'aucune trace de carnivore n'a été observée sur ce spécimen. Cependant, et pas loin de l'extrémité polie (face postérieure de l'élément anatomique), deux incisions parallèles, obliquement orientées sont documentées. Ainsi, nous avons observé sur les bords de la pointe émoussée la présence des stigmates (petites encoches), elles-mêmes émoussées résultant probablement de l'utilisation (fig. VII. 25).

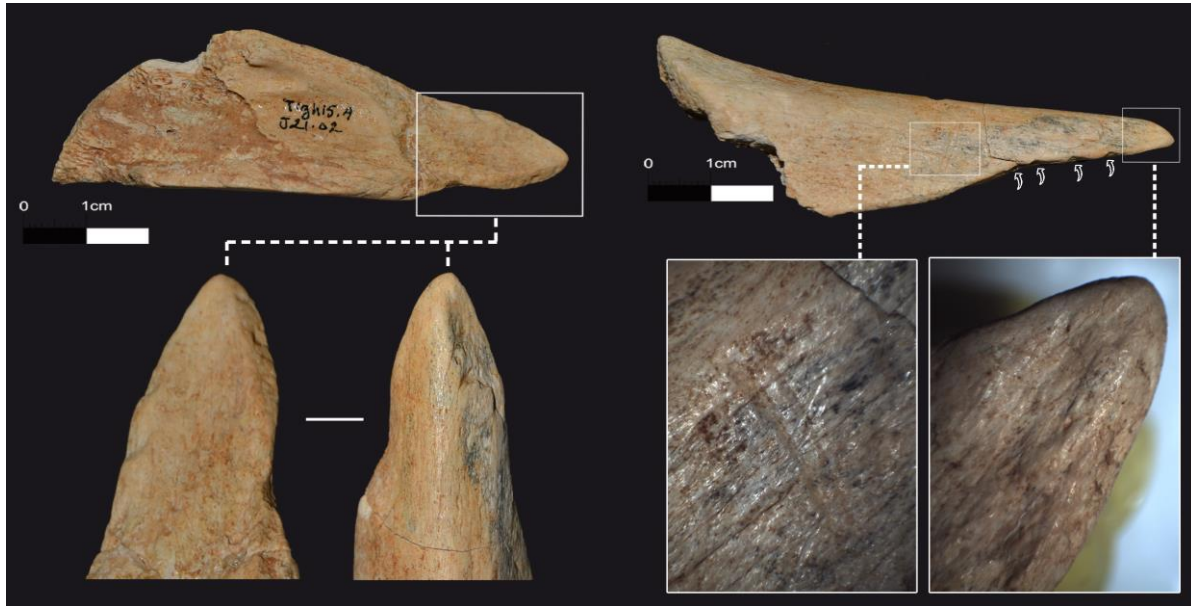


Figure. VII. 25. - Locus A- Diaphyse de radius droit d'*Antilopini* de taille moyenne, dont l'une des extrémités est une pointe émoussée avec traces probablement d'utilisation sur la pointe. Ainsi que des incisions sur la face postérieure (décharnement) dans la partie pointue.

Le deuxième spécimen est d'une diaphyse de tibia gauche d'*Equus* sp., dont une des extrémités est pointue et émoussée, tandis que l'autre extrémité ne porte aucune modification d'abrasion naturelle, de piétinement ou de traces de carnivores (fig. VII. 26). De même, des stigmates, qui laissent penser, peut-être à celle d'utilisation, sont présents sur la partie pointue (Echassoux, 2012).



Figure. VII. 26.- Locus A- Diaphyse de tibia gauche d'*Equus* sp. Exhibant une extrémité pointue et émoussée, probablement par l'action d'utilisation.

Une autre matière dure animale a été exploitée dans le gisement de Tighennif. Il s'agit de canines d'*Hippopotamus sirensis*. Les canines d'hippopotame sont en ivoire qui constitue une matière dure et résistante pour la manufacture d'outils tranchants. Parmi ces restes de canine d'hippopotame, nous notons la présence d'un éclat débité à partir d'un fragment de canine, portant clairement de faces dorsale et ventrale identiques à celles qui caractérisent des éclats lithiques. La face dorsale comporte une région bulbaire ainsi qu'une série d'ondulations radiales jusqu'à l'extrémité distale. La face dorsale porte encore une place « corticale » et une série d'enlèvements antérieurs au détachement de l'éclat. Ces enlèvements sont longitudinaux unidirectionnels et sont partis du talon. Un bord tranchant est bien dégagé sur le côté gauche de l'éclat et sur une partie de sa partie distale. Nous remarquons aussi la présence d'ébréchure sur le bord tranchant qui pourraient être liés à son utilisation, mais il est prématuré de le conclure avant un examen minutieux de l'éclat à l'aide de microscope (fig. VII. 29a). Nous envisageons une étude détaillée de cette pièce pertinente pour comprendre les implications technologiques et comportementales de ses artisans de sa présence dans le site de Tighennif. Toutefois, nous sommes en mesure d'ores et déjà d'avancer que cet éclat n'est pas le résultat juste de percussion banale d'ossements par les hominidés, mais plutôt il est la conséquence de l'exploitation d'ivoire pour la conception et la manufacture bien intentionnelle d'outils en matière dure autre que la roche (Sahnouni et al., en préparation). Il est à signaler aussi qu'une autre canine inférieure du même animal exhibe un négatif d'extraction d'éclat (débitage similaire à celui du lithique montrant le négatif du bulbe) (fig. VII. 29b). Plusieurs fragments en ivoire d'hippopotame (canine/incisive) ont été également recueillis dans ce **Locus**, fort possible faisant partie des rejets de débitage de cette matière première exploitée pour la fabrication d'outillage osseux (fig. VII. 30). Ce qu'il faut retenir aussi est que ces restes, probablement utilisés, présentent un aspect émoussé sur une extrémité seulement, et associé le plus souvent à un bord de fracture lisse.

Afin d'évaluer l'intégrité de la structuration spatiale du matériel analysé, nous avons procédé à une représentation des coordonnées centrales des spécimens fossiles (X, Z) et (Y, Z). D'un point de vue taphonomique et archéologique, l'application de la méthode de distribution spatiale ne montre pas de concentration, de zone de dispersion ou de stratification du matériel selon les modifications anthropiques ou celles des carnivores. Aucun agent ou processus taphonomique qui suggère que cette distribution est due à leur intervention. De ce fait, il est possible de considérer que la disposition des fossiles est liée au développement du site.

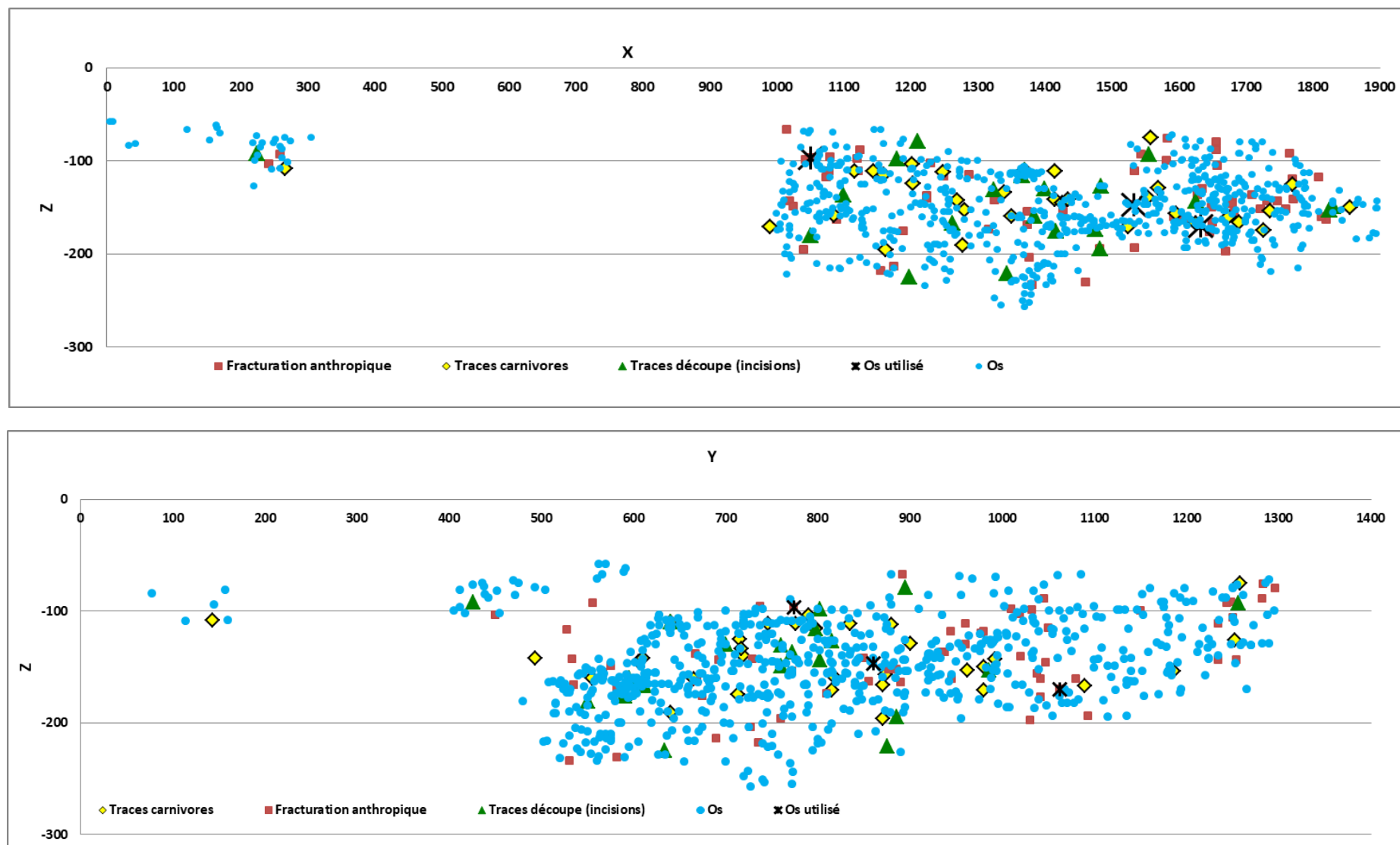


Figure. VII. 27.– Répartition verticale des restes fauniques Locus A. En haut selon le profil (X, Z) et en bas en fonction de (Y, Z).

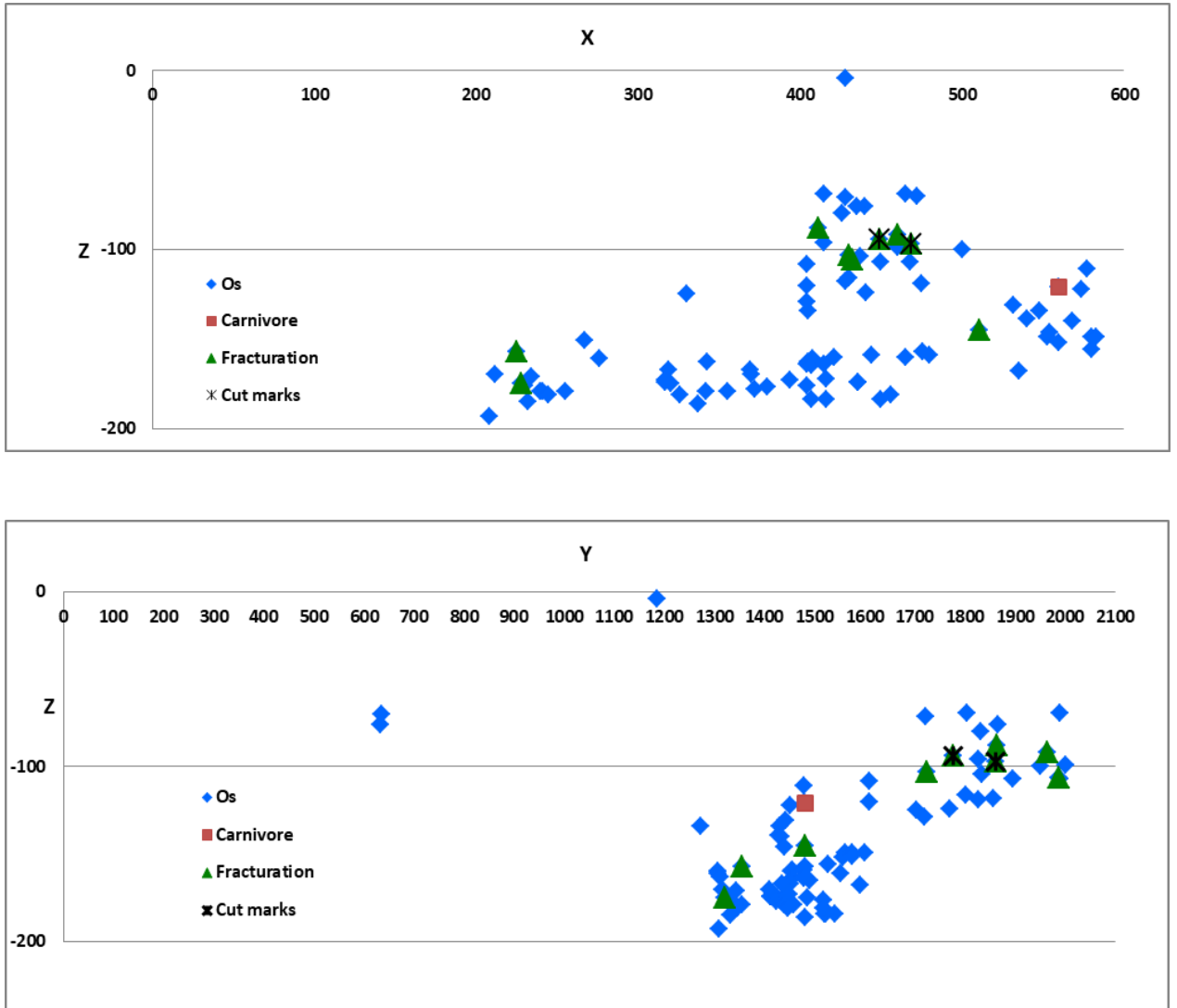


Figure. VII. 28.– Répartition verticale des restes fauniques **Locus D**. En haut selon le profil (X, Z) et en bas en fonction de (Y, Z).



Figure. VII. 29. - Locus A- a. éclat sur une canine/incisive d'*Hippopotamus sirenensis*, montrant le bulbe et les négatifs d'enlèvements (débitage) comme dans le lithique ; **b.** canine inférieure gauche d'*Hippopotamus sirenensis*, exhibant un négatif d'éclat débité (D'après Sahnouni et al. Travaux en cours).



Figure. VII. 30.- Locus A- Fragments d'ivoire canines/incisives d'*Hippopotamus sirensis*.

VII. 5. 2. Les modifications causées par les carnivores

La majorité des restes modifiés par les carnivores dans l'assemblage du **Locus A** à Tighennif sont des herbivores avec 73,81% de la totalité du matériel altéré par ces carnassiers. Le reste représente des éléments totalement non identifiables et d'ossements de carnivores.

Taxon	NRC	%
Locus A		
<i>Loxodonta atlantica</i>	2	4,76
<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	2	4,76
<i>Hippopotamus sirensis</i>	5	11,90
<i>Camelus thomasi</i>	1	2,38
<i>Equus</i> sp.	9	21,43
<i>Hyaena hyeana</i>	1	2,38
<i>Therpithacus oswaldi</i>	1	2,38
<i>Parmularius ambiguus</i>	1	2,38
<i>Ungulata</i>	10	23,81
Indet	10	23,81
Total	42	

Tableau. VII. 20. – Nombre de reste modifiés (NR) par les carnivores par taxon.(NRC = nombre de restes modifiés par les carnivores)

Les modifications les plus abondantes sont des morsures, dépressions et rainures, avec 42,86%, suivies des traces de consommation avec 35,71%, et en dernier viennent les éléments portant des piqûres avec 19,04%. Pour ce qui est de la digestion, deux éléments montrent cette altération, caractérisés par une surface légèrement arrondie et un aspect plus ou moins poreux résultant de l'action corrosive des sucs gastriques.

Type de modifications	NR	%
Morsures	19	45,24
Consommation	15	35,71
Piqûres	6	14,30
Digestion	2	4,76
Total	42	100

Tableau. VII. 21. - NR% modifiés par les carnivores à **Locus A**.

La distribution des morsures, par éléments anatomiques selon le NISP, est supérieure à 10% dans les côtes et les os longs ; et entre 10 et 5% dans les vertèbres, les humérus, les métacarpes, les tibias et les métatarses. Elle est en dessous de 5%, dans les maxillaires, les coxaux, les radius, les fémurs, les calcanéums, les fémurs, les os plats et les restes non déterminables.

La plupart des restes osseux modifiés par les carnivores dans le **Locus A** appartiennent au segment anatomique appendiculaire avec une proportion de 64,28%, suivi de l'axial avec 26,19%, et enfin du crânien avec 2,38% (par rapport à la totalité du matériel affecté). Les restes osseux des animaux de très grande taille sont les plus affectés par l'action des carnivores (42,85%), suivi de ceux de taille grande (33,33%), puis de ceux de taille moyenne (11,90%) et enfin de ceux de très petite taille (2,38%) (tab. VII. 21). Parmi les os longs mordus, aucun modèle d'intervention clair n'est observé, bien que les parties médianes des restes appendiculaires (diaphyses) aient une grande proportion de morsures avec 35,71% par rapport aux parties distales et proximales (épiphyes) qui représentent 7,17%. En revanche, les restes osseux mordus montrent en commun leurs valeurs élevées concernant la graisse médullaire (Emerson, 1993). Une association entre traces de carnivores et celles d'activités anthropiques est documentée sur deux éléments, dont l'un montre des stigmates de percussion (fracturation anthropique) associées aux traces de carnivores, et l'autre montre trois incisions obliques superposées par deux rainures engendrées par prédateurs.

Les altérations produites par les carnivores ne se limitent pas à une catégorie de poids d'animaux, mais touchent toutes les classes. Les restes d'animaux de très grande

taille représentent 42,85%, suivi d'animaux de grande taille avec 33,33%, puis ceux de taille moyenne à 11,90%, et enfin ceux de très petite avec 2,38%. Le reste des ossements modifiés par les carnivores correspondent à des fragments classés dans la classe de taille indéterminée.



Figure. VII. 31.- Locus A- a- Maxillaire gauche de *Camelus thomasi* montrant de traces de consommation par les carnivores, b- Epiphyse d'un fémur droit de *Ceratotherium mauritanicum* consommé par les carnivores.

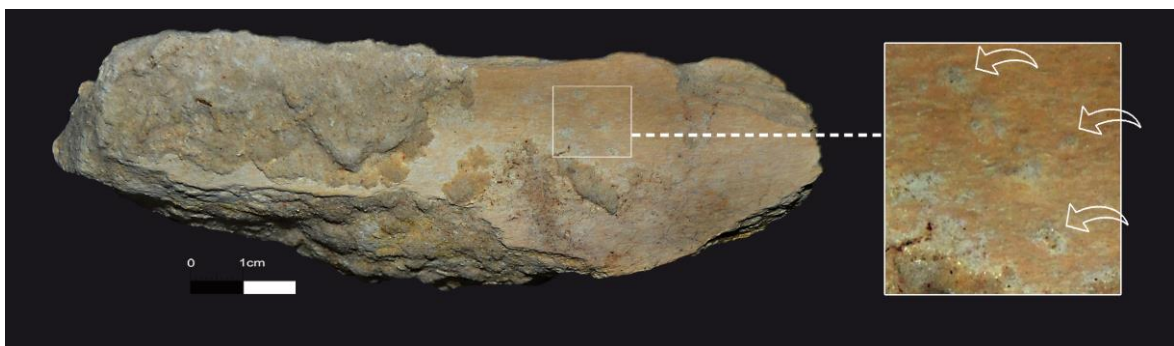


Figure. VII. 32. Locus A- a- Diaphyse d'os long de grande taille, portant des dépressions engendrés par un carnivore.

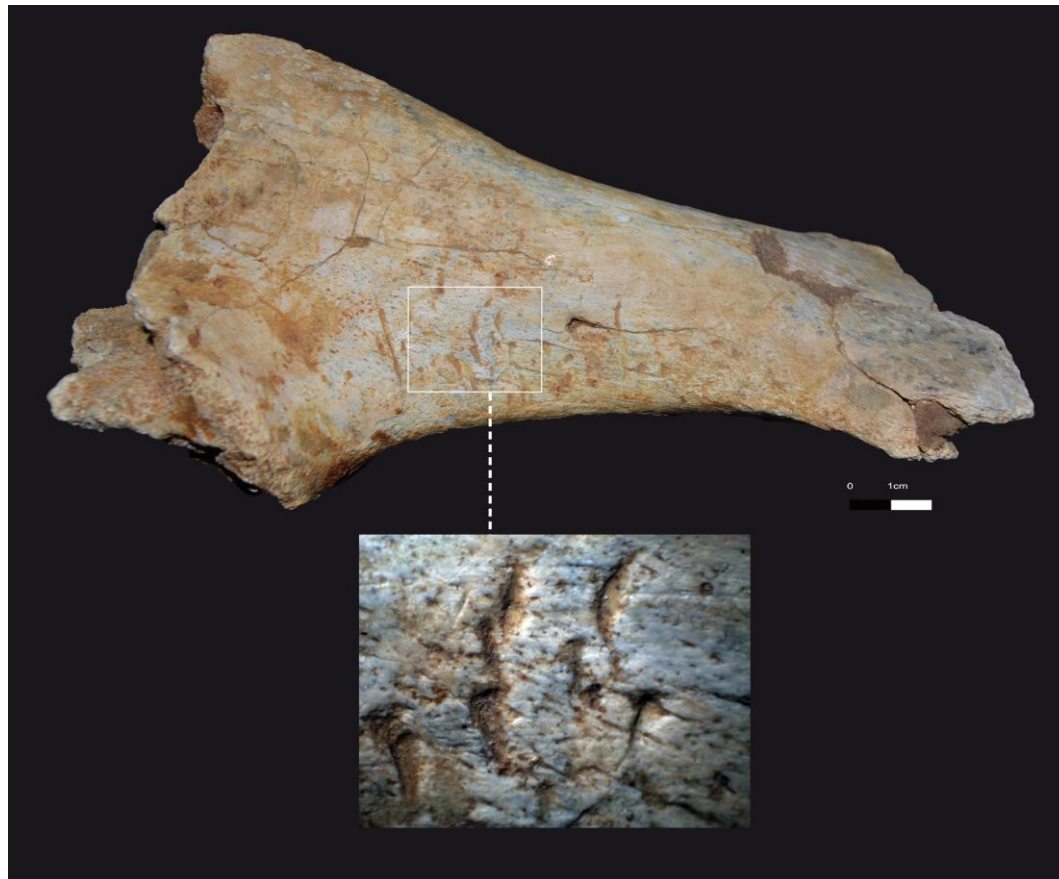


Figure. VII. 33. - Locus A- a- Pelvis (ischium) gauche d'*Equus* sp. portant des piqûres de carnivores.

Parties anatomiques	TG		G		M		TP		Indet		Total	
	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%	NRC	%
Maxillaire	1	2,38	-	-	1	2,38	-	-	-	-	2	4,76
Vertèbre	3	7,14	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7,14
Côte	3	7,14	1	2,38	1	2,38	-	-	2	4,76	7	16,66
Coxal	1	2,38	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,38
Humérus	2	4,76	2	4,76	-	-	-	-	-	-	4	9,52
Radius	-	-	-	-	-	-	1	2,38	-	-	1	2,38
Métacarpe	1	2,38	3	7,14	-	-	-	-	-	-	4	5,52
Fémur	2	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4,76
Tibia	1	2,38	3	7,14	-	-	-	-	-	-	4	9,52
Tarsien	-	-	1	2,38	-	-	-	-	-	-	1	2,38
Métatarse	-	-	3	7,14	-	-	-	-	-	-	3	7,14
Métapode	-	-	1	2,38	1	2,38	-	-	-	-	2	4,76
Os long	3	7,14	-	-	2	4,76	-	-	1	2,38	6	14,28
Os plat	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,38	1	2,38
Indet	1	2,38	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,38
Total	18	42,85	14	33,33	5	11,90	1	2,38	4	5,52	42	100

Tableau. VII. 22. - NR modifié par les carnivores selon les parties anatomiques et les classes de poids dans Locus A. NR : nombre de restes ; NRC : nombre de restes affectés par les carnivores

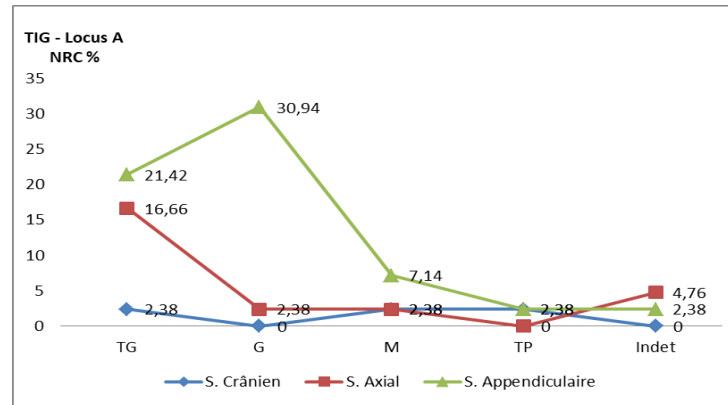


Figure. VII. 34. – NRC (nombre de restes modifiés par les carnivores), en fonction des classes de poids et des segments anatomiques.

Un nombre de 26 rainures est dénombré, dont 19 apparaissent sur les parties diaphysaires d'os longs, 2 sur l'épiphyse, 3 sur la diaphyse de côte, 1 sur un os plat, et 1 sur un calcanéum. Toutes les dimensions des rainures montrent une longueur moyenne de 13,04 mm et une largeur de 1,44 mm.

Locus A	Nombre de rainures							
	Localisation	Nombre	Long. mm	Larg. Mm	Localisation	Nombre	Long. mm	Larg. mm
	Spongieux	1	3	1	Diaph	1	2,8	0,9
	Spongieux	1	18	1,1	Diaph	1	2,7	0,8
	Spongieux	1	7	1	Diaph	1	4,1	0,4
	Spongieux	1	12,7	0,6	Diaph	1	10,9	0,8
	Spongieux	1	9,9	0,8	Diaph	1	4,4	0,3
	Spongieux	1	16	1,8	Diaph	1	23,4	0,7
	Spongieux	1	36	2,8	Diaph	1	11,6	1,1
	Diaph	1	10	1	Diaph	1	8,1	1,5
	Diaph	1	16,3	1,1	Diaph	1	8,23	0,73
	Diaph	1	16,7	0,7	Diaph	1	7,4	1,1
	Diaph	1	25,7	4,9	Diaph	1	6,7	1,8
	Diaph	1	23,2	3,3	Diaph	1	6,2	2,1
	Diaph	1	20,3	1,8	Diaph	1	13,76	1,21

Tableau. VII. 23. – Longueur, largeur et localisation des rainures produites par les carnivores. **Locus A.**
Long = longueur, Larg = largeur, mm = millimètre, Diaph = diaphyse ; Epiph = épiphyse

Bien que le nombre de marques de dents soit faible, nous avons tenté une analyse statistique métrique et comparative avec les données d'Andrés et al. (2012) sur les rainures (fig. VII. 35, 36, 37 et 38), situées, soit sur l'os compact soit sur l'os spongieux afin d'identifier le carnivore régénérateur.

Les paramètres métriques des marques de dents (rainures, empreintes et dépressions), leurs valeurs statistiques sont présentées dans (tab. VII. 24). Ces données doivent être considérer lors de l'évaluation des résultats comparatifs avec d'autres collections. Les moyennes des valeurs des morsures (rainure) sont cohérentes avec celles obtenues par les méthodes expérimentales et ethnoarchéologiques.

Locus A	n	Mean	95 % CI Inf	95 % CI sup	min	max	SD
Long. Rain. Cort	19	11,71	8,19	15,22	2,7	25,7	7,31
Larg. Rain. Cort	19	1,38	0,85	1,91	0,3	4,9	1,10
Long. Rain. Sp	7	14,66	4,75	24,57	3	36	10,72
Larg. Rain. Sp	7	1,3	0,6	2	0,6	2,8	0,76

Tableau. VII. 24. – Paramètres métriques des morsures de carnivores sur les restes osseux. 95 % CI Inf = intervalles de confiance à 95% inférieur, 95 % CI Sup = intervalles de confiance à 95% supérieur, n = nombre d'échantillon, Mean = moyenne, Min = minimum, Max = maximum, SD = Déviation standard, Long. Rain. Cort = longueur des rainures corticales, Larg. Rain. Cort = largeur des rainures corticales, Long. Rain. Sp = longueur des rainures spongieuses, Long. Rain. Sp = largeur des rainures spongieuses.

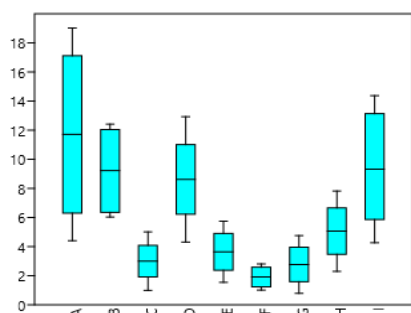


Figure. VII. 35.- Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures corticales (*Scores shaft length*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion

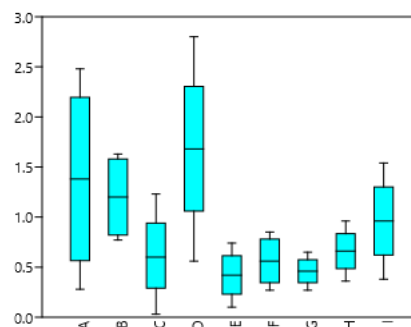


Figure. VII. 36.- Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures corticales (*Scores shaft breadth*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion

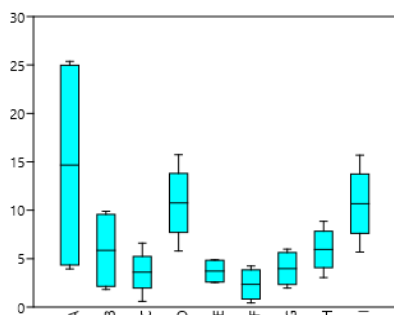


Figure. VII. 37.- Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures sur os spongieux (*Scores end length*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion

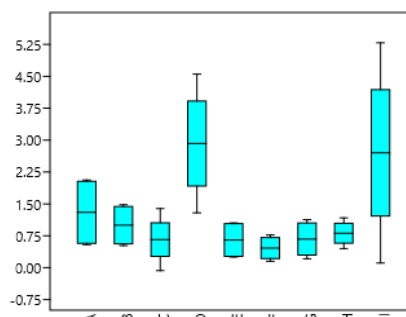


Figure. VII. 38. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures sur os spongieux (*Scores end breadth*) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion

Dans le cas des dépression (tab. VII. 25), un nombre de quatre est observé sur les fossiles du **Locus A**, dont le nombre est de 3 et la moyenne est de 6 ($n = 3$ et $\text{Mean} = 6$). La longueur minimale est de 3mm et maximales est de 14mm. Le nombre de dépressions représente un échantillon faible qui ne peut pas être évalué selon les méthodes métriques d'Andrés et al. (2012).

Locus A	N. Dépressions		
Localisation	Nombre	Long. mm	Larg. mm
Epiph	1	11	5
Epiph	1	4	3
Epiph	1	3	4
Cortical	1	14	6

Tableau. VII. 25. – Longueurs et largeurs des dépressions produites par les carnivores. (Diaph = diaphyse ; Epiph = épiphyse. Long = longueur, Larg = largeur, mm = millimètre, N.Dépressions = nombre de dépressions)

Les résultats sont ajustés notamment dans la largeur des morsures (dépression et rainures) produites dans le tissu cortical et en particulier avec les données d'Andrés et al. (2012). Cela semble logique, du fait que plusieurs auteurs considèrent ce paramètre métrique le plus fiable ayant une grande relation avec la taille de l'agent générateur de ces morsures (Domínguez- Rodrigo et Piqueras, 2003 ; Saladié, 2009)

L'utilisation de l'écart type (*Standard Deviation*) et de l'intervalle de confiance 95% pour une comparaison inter-échantillons dans le cas de notre échantillon de Tighennif ne permet pas une interprétation précise concernant le type de carnivores intervenus et impliqués dans cette accumulation. Selon Andrés et al. (2012), cette méthode statistique dépend fortement de la taille de l'échantillon qui recommande plus de 30 composants (variables) pour des inférences fiables. Par conséquent, lors de l'utilisation de grands échantillons de marques, les petits et les grands carnivores peuvent être potentiellement différenciés, à condition que les échantillons proviennent de carcasses naturelles représentant les tailles de carcasses les plus habituellement consommées par chaque type de carnivore dans l'expérience.

La quantité des spécimens mordus par les carnivores et le nombre de morsures engendrées présentent un échantillon faible et ne permet pas d'identifier avec précision le type de carnivore impliqué et intervenu dans l'accumulation de ces restes osseux ce **Locus A**.

L'activité des carnivores sur restes osseux de l'assemblage du **Locus D** est documentée sur un nombre de 8 éléments osseux, soit 4,44% de la totalité du matériel de ce **Locus**. Aucun taxon n'est identifié parmi les éléments osseux modifiés par les carnivores. La majorité de ces éléments appartient à des restes complètement non identifiables (62,50%). En revanche, 3 éléments appartiennent tous à des ongulés : un de taille moyenne, un de grande taille et un autre de très grande taille.

Taxon	NRC	%
Locus D		
<i>Ungulata</i>	3	37,50
Indet	5	62,50
Total	8	

Tableau. VII. 26. – Nombre de reste modifiés (NR) par les carnivores à Tighennif, **Locus D** par taxon. (NRC = nombre de restes modifiés par les carnivores)

Les types de modifications sont principalement des traces de consommation (*Furrowing*). Seules deux rainures sont documentées : une sur un fragment diaphysaire d'une côte mesurant 21,2 mm de longueur et de 0,8 mm de largeur, et l'autre sur une métaphyse d'os mesurant 20,2 mm longueur et de 0,5 mm de largeur. L'échantillon de morsures dans ce **Locus** est faible, et ne permet une analyse statistique métrique exhaustive.

VII. 5. 3. Les altérations et modifications postdépositionnelles

Jusqu'à présent, les différentes altérations taphonomiques décrites correspondent à celles qui se produisent pendant la phase nutritive des carcasses des proies, principalement comme conséquence de l'activité des hominidés et celle des carnivores. Cependant, d'autres modifications et transformations liées aux phases subaériennes (Capaldo, 1997) sont documentées durant l'analyse des vestiges osseux dans ce gisement.

VII. 5. 3. 1. La météorisation – *Weathering*

L'exposition des os aux différents agents atmosphériques engendre une série de modifications connues sous le nom de météorisation (*Weathering*). Les changements dans l'humidité et la température et les rayons UV génèrent une exfoliation ainsi que des fissures sur la surface de l'os, qui peuvent aller jusqu'à la destruction complète de l'os. La présence de cette modification sur les restes archéologiques nous renseigne sur la durée

nécessaire pour l'enfouissement de ces restes dans les cas d'un milieu ouvert ou sur la provenance externe des matériaux dans le cas de grottes.

La météorisation est attestée sur l'assemblage osseux recueilli dans le **Locus A**. Elle est présente sur 353 fossile, soit 32,93%. La grande partie des restes osseux altérés ont une longueur comprise entre 40 et 80 mm représentant 41,61% du total du matériel affecté. Ces fissures se présentent avec différents degrés d'altération et les cinq stades de météorisation de Behrensmeyer (1978) sont documentés, néanmoins avec une variabilité. Le degré F0 représente tous les éléments n'étant pas affectés par la météorisation avec une proportion de 59,05% du total des restes dans le **Locus A**. Le stade initial (F1), où les fissures sont superficielles représente 39,94% du matériel fissuré. Ensuite le stade intermédiaire (F2) comprend les restes altérés peu profondément avec 49,94%. Le degré avancé (F3) représente 11,33%, où les fissures sont profondes, mais sans atteindre toute l'épaisseur de l'os, ainsi que la partie corticale présente une desquamation. Enfin, le stade très avancé (F4) représente 6,51%, dont les fissures sont très profondes et la partie corticale de l'os est détruite.

La météorisation est observée dans toutes les classes de poids, précisément celle de très grande taille avec 35,69%, suivi de celle de grande taille avec 30,31%, puis celle moyenne avec 15,30%, et enfin la petite taille avec 1,13%. Cette altération est attestée dans les différents segments anatomiques, bien qu'elle soit abondante dans le segment appendiculaire (55,81%), suivi du segment axial (21,53%), et enfin du crânien (14,16%). La distribution des fissures sur les surfaces osseuses dans la plupart des cas est longitudinale par rapport à l'axe de l'os. Selon la structure de ces fissures, nous constatons qu'elles résultent d'une exposition pour une durée relativement longue aux différents phénomènes atmosphériques. Une proportion de 9,65% des restes osseux altérés par la météorisation (stade F1/F2) présente des traces d'activités anthropiques (stigmates de percussion). De même, un pourcentage de 0,93% de ce matériel fissuré (stade F1) porte des traces d'incisions (marques de boucherie), et 2,07% de ces restes avec des fissures du stade F1 sont des éléments fracturés par les hominidés.

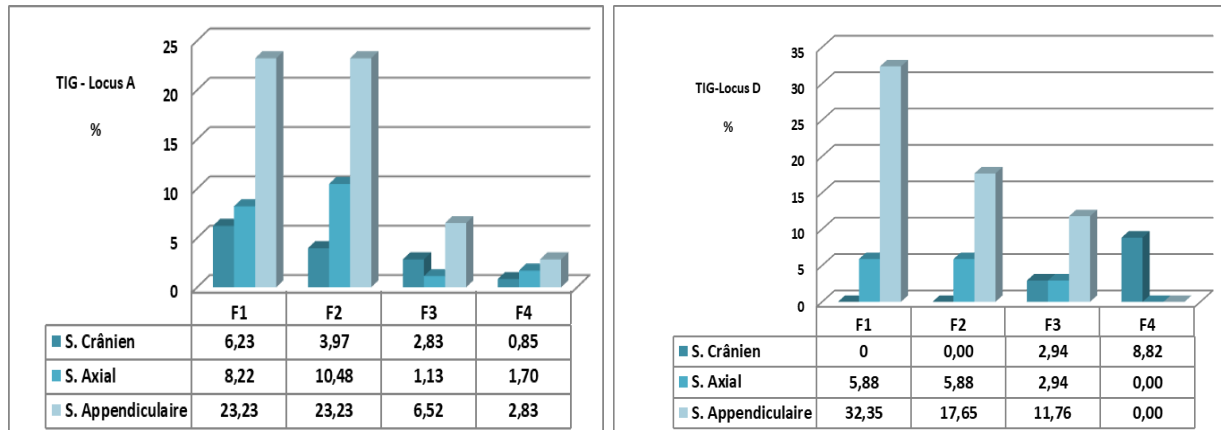


Figure. VII. 39. - NR % affectés par la météorisation (*weathering*). F1 : fine ; F2 : peu profonde ; F3 : profonde et F4 : craquelures profondes.



Figure. VII. 40. - Locus A- *Ceratotherium mauranicum*, **a**- Calcanéum gauche, **b**- Fragment d'une scapula gauche ; présentent l'impact de la météorisation.

Le nombre de restes osseux affecté par la météorisation dans le **Locus D** est de 34 éléments, soit 18,89% du total des restes dans ce **Locus**. La grande partie des restes osseux altérés ont une longueur comprise entre 40-100 mm représentant 58,82% du matériel affecté dans ce **Locus**. Ces fissures se présentent avec différents degrés d'altération et les cinq stades de Behrensmeyer (1978) sont documentés. Le degré F0 représente tous les éléments n'étant pas affectés par la météorisation avec une proportion de 81,11% du totale des restes dans le **Locus D**. Le stade initial (F1), où les fissures sont superficielles représente 47,06% du matériel fissuré. Le stade intermédiaire (F2) comprend les restes 294

altérés peu profondément avec 23,53%. Le degré avancé (F3) représente 17,65%, où les fissures sont profondes, mais sans atteindre toute l'épaisseur de l'os, et la partie corticale présente une desquamation. Enfin, le stade très avancé (F4) représente 11,76%, dont les fissures sont très profondes et la partie corticale de l'os est détruite.

La météorisation est attestée dans toutes les classes de poids, précisément dans les éléments de grande taille (23,53%), suivis de ceux de très grande taille (29,41%), ensuite ceux de taille moyenne (17,65%), et enfin ceux de petite taille (0,30%). L'altération météorisation affecte tous les différents segments anatomiques, bien qu'elle soit abondante dans le segment axial (14,70%), suivi de celui appendiculaire (61,76%), et enfin du crânien (11,76%). La distribution des fissures sur les surfaces osseuses dans la plupart des cas est longitudinale par rapport à l'axe de l'os.

De plus, un seul élément (0,30%) altéré par la météorisation (F1) montre des traces de piqûres engendrées par un carnivore. Une proportion de 14,70% des restes osseux altérés par la météorisation (F1/F2) présente des traces d'activités anthropiques (stigmates de percussion). De même, un seul élément osseux (0,30%), dont les fissures sont du stade F1/F2, porte des traces d'incisions (marques de boucherie).

VII. 5. 3. 2. Le piétinement – *Trampling*

Les résultats de cette action du piétinement sont des rainures ou des stries de surface isolées et / ou généralisées, avec une longueur et largeur aléatoire. Les extrémités de ces rainures apparaissent souvent et soudainement interrompu, en l'absence de toute orientation ou localisation. Dans la plupart des cas, les fonds de ces rainures se présentent plats, peu profonds avec une section en forme de « U ». Les stries horizontales et verticales produites par le piétinement peuvent être un inconvénient lors d'interprétations de sites archéologiques (Andrews et Cook, 1985). Il peut se produire lorsque les restes sont exposés à la surface, semi enterrés ou bien complètement enfouis. Dans ce dernier cas, la compacité et le type de sédiment influencent sur l'apparition des rainures (fines et / ou épaisses), ainsi que la taille des restes (Gifford-González et al., 1985 ; Behrensmeyer, 1986 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009a, 2012, 2017 ; de Juana et al., 2010 ; Monnier et Bischoff, 2014). Tous les critères suscités sont indispensables pour distinguer et identifier les traces de piétinement de celle produites par les hominidés (cut marks).

Les deux assemblages osseux analysés ont révélés la présence de piétinement sur leurs surfaces. L’aspect de cette action est majoritairement homogène sur tous les restes affectés, dont la grande partie n’est observable qu’à l’aide d’une binoculaire.

Cette modification représente 6,17% dans le **Locus A**, dont le segment anatomique appendiculaire est le plus altéré avec 59,10%, suivi de squelette axial avec 25,75%, et enfin du crânien avec 7,57%. En revanche, la classe de poids la plus affectée par le piétinement est celle de la grande taille (33,33%), suivi de celle de très grande (31,82%), puis celle de taille moyenne (16,66%), et enfin celle de petite taille (7,56%) de l’ensemble du matériel altéré.

Parmi le matériel piétiné, une proportion de 12,12% montre une association avec des traces de modification par les carnivores, et 24,24% avec des traces d’activités anthropiques, dont les stigmates de percussion, les incisions et les traces d’enlèvements/utilisation.

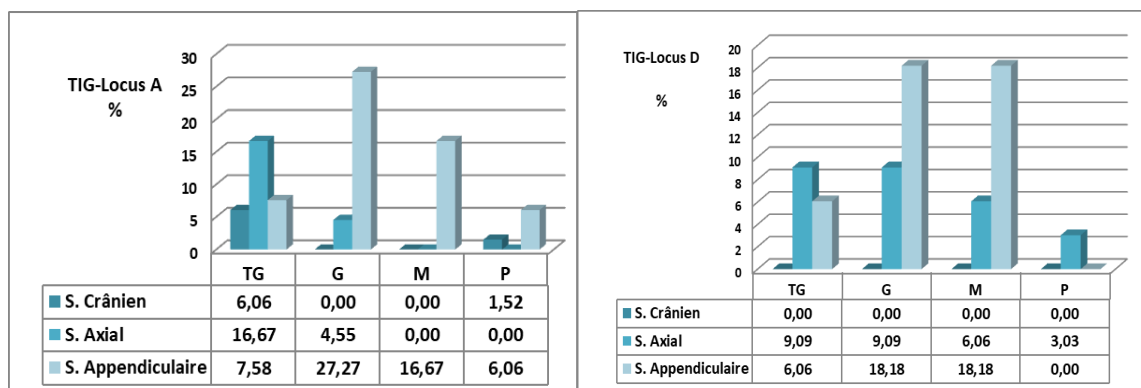


Figure. VII. 41. – NR% affectés par le piétinement par segments anatomiques et par classes de poids. **Locus A et D.**

Dans le **Locus D**, le piétinement représente 18,33%. Le segment anatomique appendiculaire est le plus altéré avec 51,51%, suivi du squelette axial avec 36,36%. En revanche, la classe de poids la plus affectée par cette modification est celle de grande taille (27,27%), suivi de celle de taille moyenne (24,24%), puis de celle de très grande taille (15,15%), et enfin de celle de petite taille représentant 3,03% de l’ensemble du matériel altéré. Parmi le matériel piétiné, une proportion de 9,09% montre une association avec des traces de modifications et des altérations produites par les carnivores, et 12,12% avec des traces d’activités anthropiques, comme les incisions, les stigmates de percussion et les traces d’enlèvements/utilisation.

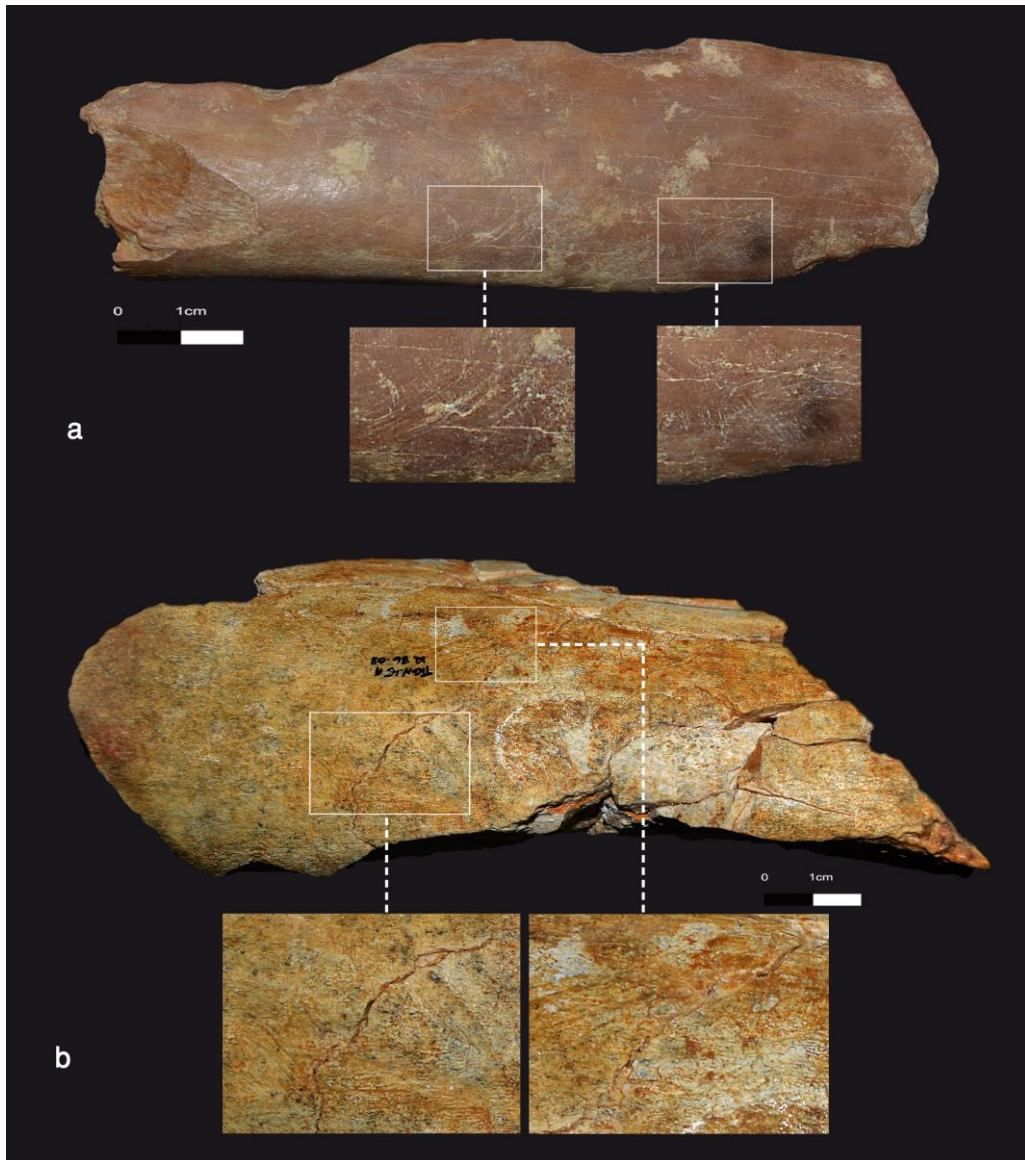


Figure. VII. 42. - **Locus D** – a- Diaphyse d’os long de grande taille montrant des traces de piétinement.
Locus A- Diaphyse d’os long de grande taille montrant des traces de piétinement

VII. 5. 3. 3. L’abrasion - Arrondissement et Polissage

Un nombre de 514 éléments osseux fossiles, soit 47,95% du total du matériel analysé du **Locus A**, montre un arrondissement et/ou polissage (fig. VII. 45). Cette altération résulte principalement de l’action de l’eau (Cáceres 2002 ; Cáceres et al., 2012), du fait que l’assemblage s’est déposé dans un milieu fluvio-lacustre, voire essentiellement sableux (**Locus A**) favorisant cette altération.

La majorité de ces restes érodés/polis appartient à la catégorie intermédiaire R2/P1 avec une proportion de 30,54%. De manière significative, cette altération affecte toutes les classes de poids sans exception, bien que la classe de grande taille soit

prédominante avec plus d'altérations, et le segment anatomique le plus altéré est celui du squelette appendiculaire par rapport à l'axial et le crânien (les éléments appendiculaires sont les plus nombreux par rapport à l'axial et crâniens). Parmi les restes érodés/polis, une proportion de 54,47% est affectée par la météorisation, 9,53% par la pression de sédiment, 21,69% par des traces de racines de végétations et 7,58% par le piétinement. En outre, en ce qui concerne les restes érodés, nous constatons qu'une proportion de 4,67% présente des modifications engendrées par les carnivores. Cependant, un pourcentage de 10,31% de ce matériel arrondi présente des stigmates de percussion anthropiques, et 3,31% porte des traces de boucherie (incisions), et enfin 7,78% de ce matériel a révélé des traces d'utilisation/enlèvements. D'une manière générale, il existe une certaine interaction entre la météorisation et l'abrasion (Andrews 1995), car les restes les plus affectés par la météorisation sont plus susceptibles à l'abrasion (Fernandez-Javlo et Andrews, 2016). Ce sont souvent les restes fortement altérés par la météorisation qui présentent un degré élevé d'abrasion.

Locus A	P0		P1		P2		P3		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
R0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R1	66	12,84	57	11,09	-	-	-	-	123	23,93
R2	140	27,24	157	30,54	36	7,00	-	-	333	64,80
R3	13	2,53	30	5,83	9	1,75	6	1,17	58	11,28
Total	219	42,61	244	47,46	45	8,75	6	1,17	514	100

Tableau. VII. 27. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés dans le **Locus A**. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.

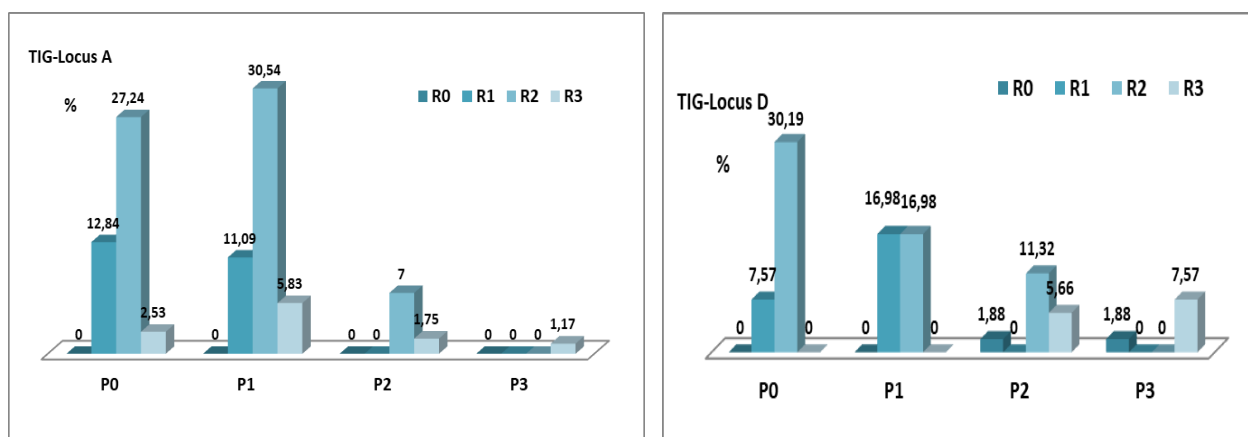


Figure. VII. 43. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés à tighennif. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.

En ce qui concerne le **Locus D**, un nombre de 53 restes osseux fossiles, soit 29,44%, présente un arrondissement et/ou polissage. De manière significative, cette altération affecte toutes les classes de poids sans exception, malgré que les deux catégories, très grande et grande taille, sont les plus représentées. Le segment anatomique le plus altéré est celui de l'appendiculaire par rapport à l'axial et au crânien (les éléments appendiculaires sont les plus nombreux par rapport à ceux axial et crâniens). Le degré d'arrondissement/polissage le plus abondant dans ce **Locus** est celui de R2/P0 représentant 30,19%.

Locus D	P0		P1		P2		P3		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
R0	-	-	-	-	1	1,90	1	1,90	2	3,80
R1	4	7,57	9	16,98	-	-	-	-	13	24,52
R2	16	30,19	9	16,98	6	11,32	-	-	31	58,50
R3	-	-	-	-	3	5,66	4	7,57	7	13,20
Total	20	37,76	18	33,96	10	18,86	5	9,45	53	100

Tableau. VII. 28. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés dans le **Locus D**. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.

Parmi les restes érodés/polis, une proportion de 47,17% est affectée par la météorisation, 18,86% par la pression de sédiment, 37,73% par des traces de racines de végétations et 16,98% par le piétinement. En outre, en ce qui concerne les restes érodés, nous constatons qu'une proportion de 7,54% présente des modifications engendrées par les carnivores. Cependant, 13,97% de ce matériel arrondi présente des stigmates de percussion anthropiques, et 7,54% porte des traces de boucherie (incisions).

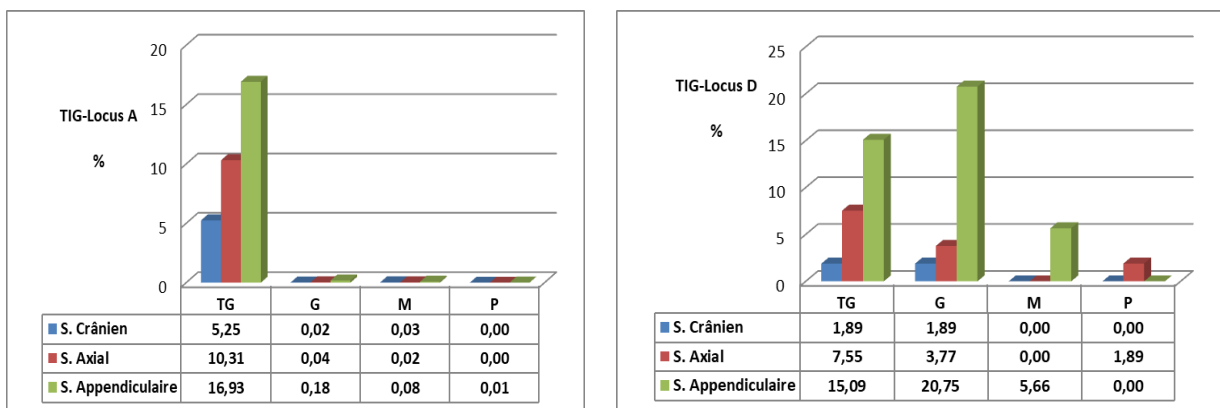


Figure. VII. 44. - NR% érodés/polis selon les classes de poids et les segments anatomiques.

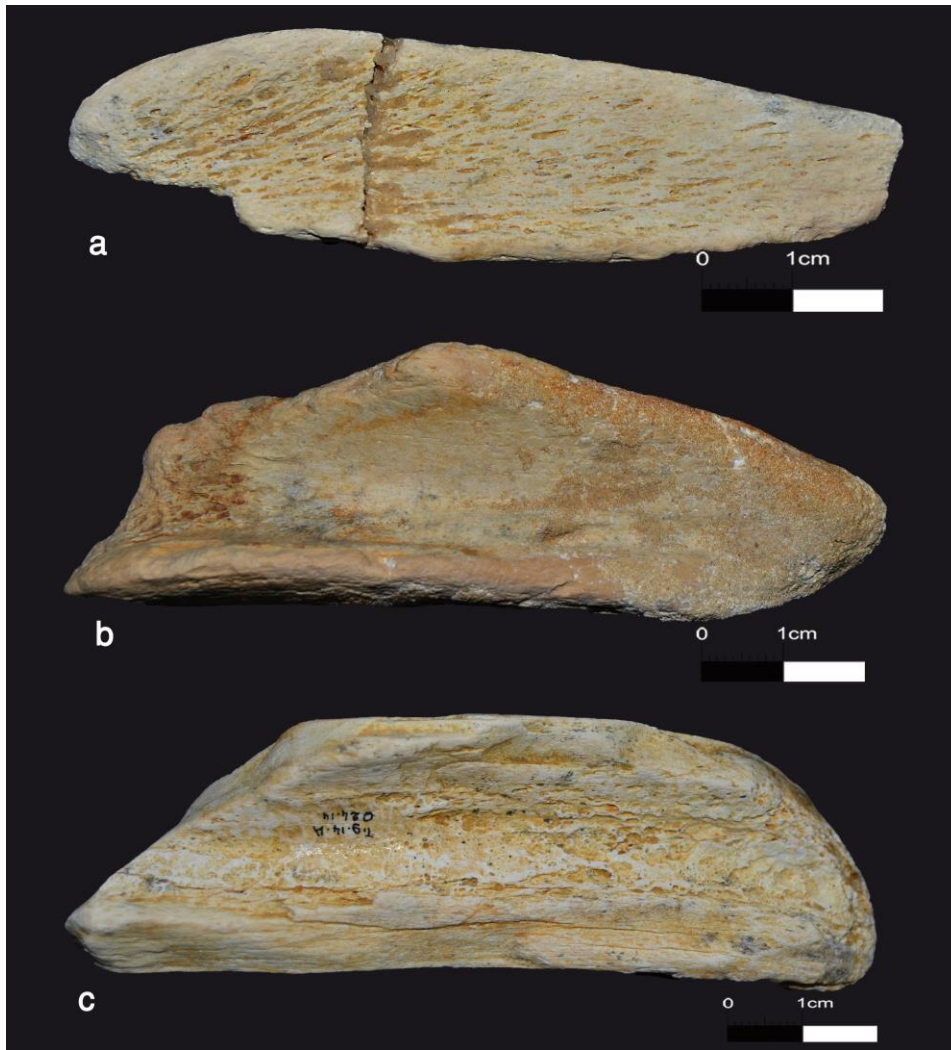


Figure. VII- 45. - Locus A- Altération par abrasion **a-** Diaphyse d’os long de taille moyenne, dont la partie médullaire est complètement abrasée, **b-** diaphyse d’un radius de grande taille montre l’action de l’abrasion, **c-** Métatarse d’un *Bovini* de grande taille portant des stigmates de percussion abrasée.

Spatialement, et au niveau relatif, la distribution des restes affectés par l’activité des carnivores, l’abrasion et le piétinement, dans le **Locus A** ne montre aucune différence de dispersion, de concentration de ces modifications (fig. VII. 46).

La répartition spatiale dans le **Locus D** (fig. VII. 47), concernant l’abrasion, les traces de carnivores et le piétinement, ne présente pas de différences dans la distribution de ces altérations et modifications taphonomiques (conclusion préliminaire, du moment que les travaux de fouilles dans ce **Locus** sont limités).

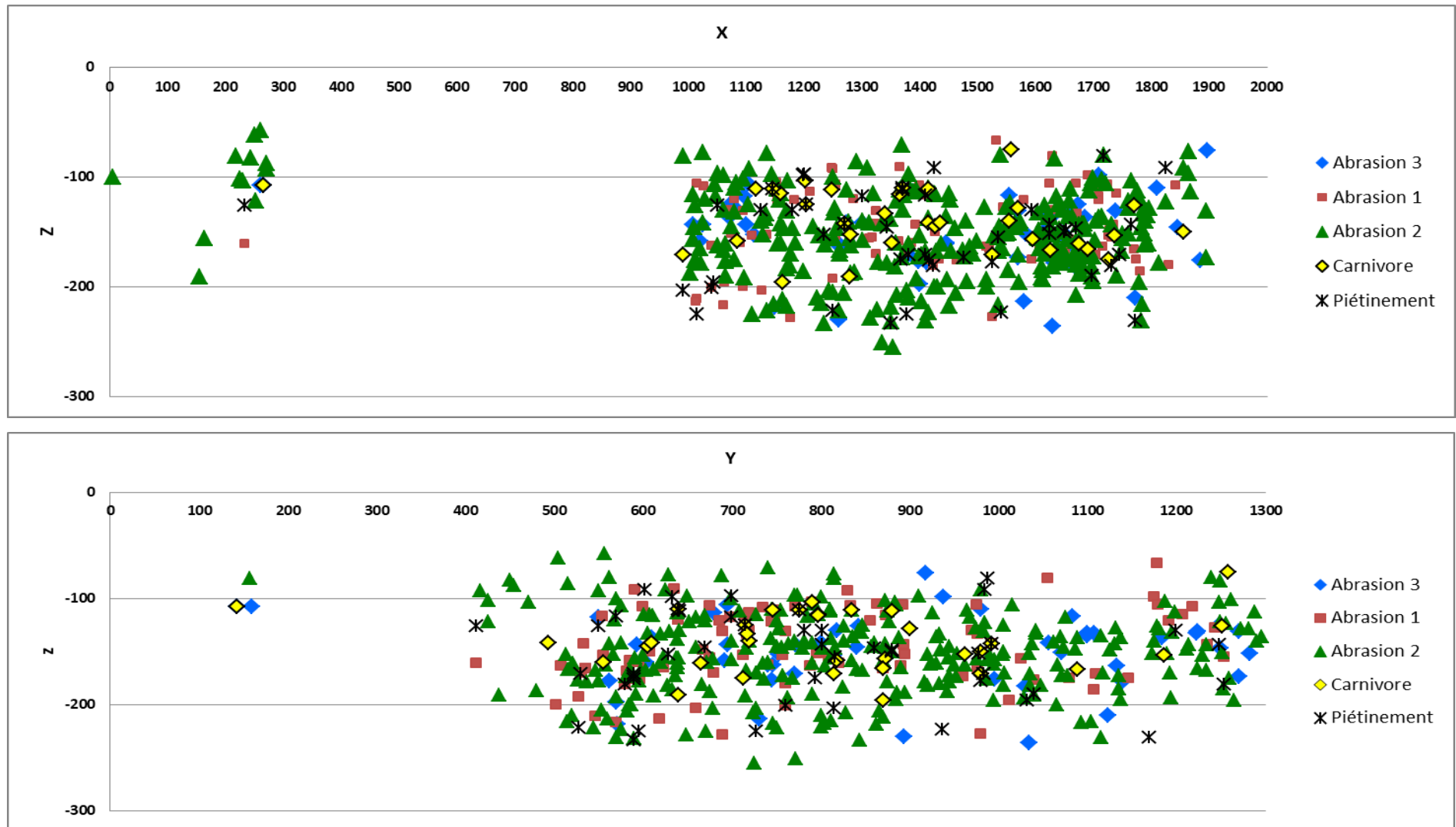


Figure. VII. 46. – Répartition verticale des restes altérés par l’abrasion, piétinement et les carnivores selon (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. **Locus A.**

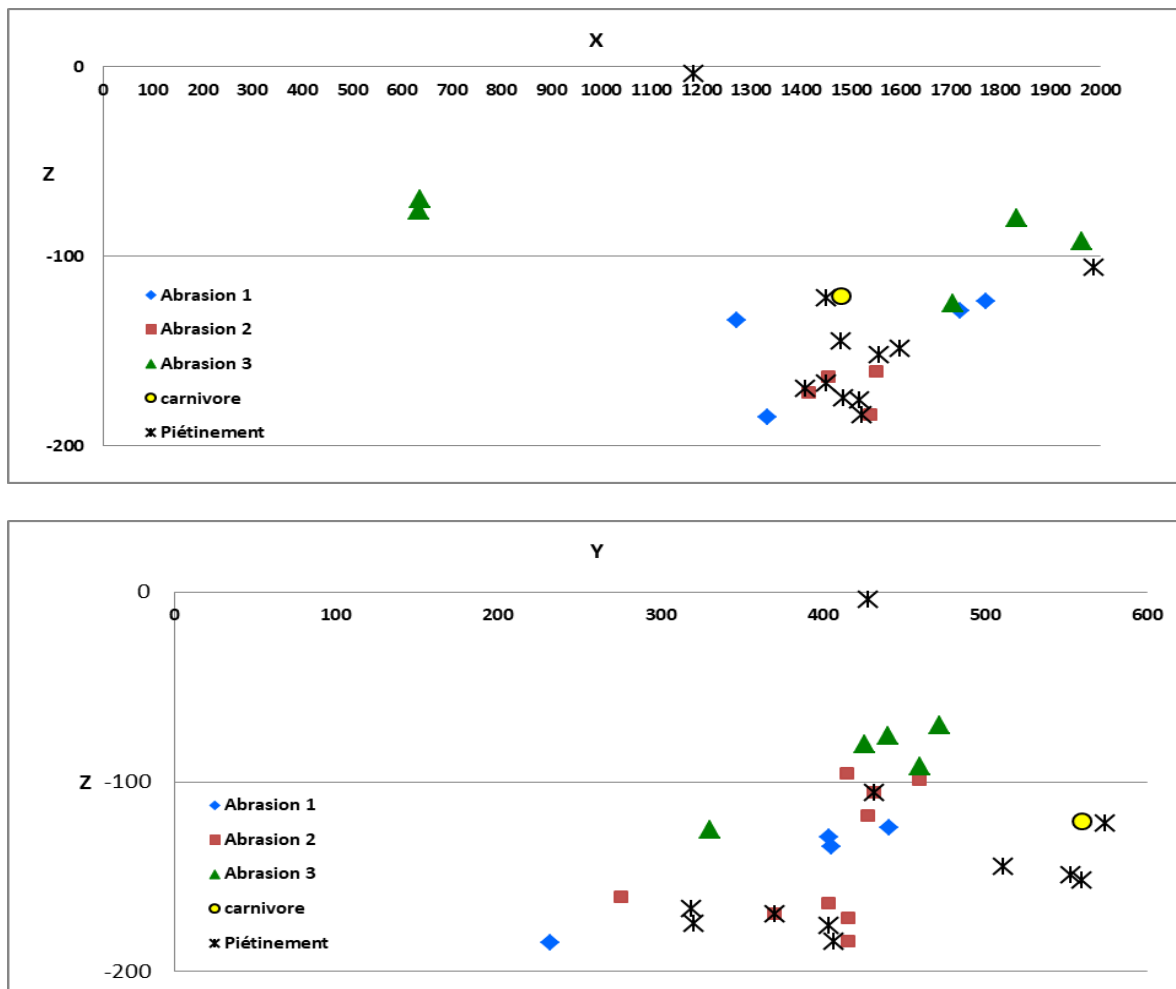


Figure. VII. 47. – Répartition verticale des restes altérés par l'abrasion, piétinement et les carnivores selon (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. **Locus D.**

VII. 5. 3. 4. La pression de sédiments

Ce type de fissures résulte d'une action mécanique, provoquant par le poids du sédiment, le piétinement, qui exerce une pression sur l'os engendrant un écrasement, un aplatissement, ou même une déformation morphologique de l'élément et un déplacement dans certains cas. Dans le **Locus A**, les éléments osseux portant des fissures causées par la pression de sédiment représentent 8,02% de la totalité du matériel. La grande majorité des restes affectés par cette modification appartient au segment anatomique axial (46,51%), suivi de celui de l'appendiculaire (34,88%), et enfin du crânien (15,11%).

La grande partie des restes fauniques affectés par la pression de sédiment appartiennent à la classe de poids de très grande taille avec 39,53% et ceux de grande taille par 36,04%. Cependant, la catégorie de poids de taille moyenne ne représente que 18,60%.

Nous avons noté aussi qu'une proportion de 9,30% des restes présentant des craquelures causées par la pression de sédiment avec des traces de piétinement ; et 56,97% du matériel observé montre une abrasion, dont 83,47% sont des fossiles avec un arrondissement du stade R2. En outre, un pourcentage de 48,98% du matériel érodé est poli, (dont 87,50% de polissage est du stade initial P1) ; et 8,14% du matériel modifié par la pression de sédiment montre des traces de météorisation du stade F1. Enfin, une proportion de 3,48% montre des traces de carnivores, 4,56% sont des traces de fracturation par percussion et 5,81% sont des traces de découpe.

Dans le **Locus D**, les éléments osseux portant des fissures causées par la pression de sédiment représentent 20% de la totalité du matériel. La grande majorité des restes affectés par cette modification appartiennent au segment anatomique axial (69,44%), suivi de celui appendiculaire (11,11%), et enfin du celui du crânien (2,77%).

La grande partie des restes fauniques affectés par la pression de sédiment appartiennent à la classe de poids de très grande taille avec 30,55% et ceux de grande taille par 41,66%. Cependant, la catégorie de poids taille moyenne ne représente que 11,11%. Nous avons aussi noté qu'une proportion de 19,44% des restes présentant des craquelures causées par la pression de sédiment avec des traces de piétinement. De plus, 27,77% montre une abrasion du stade R1/2, tandis que le polissage ne représente que 5,55% de type P1. Enfin, une proportion de 2,77% représente les restes portant des traces de percussion.



Figure. VII. 48. - Locus A - a- Diaphyse de tibia droit d'*Equus* sp. montrant la partie postérieure écrasée et déformée par la pression de sédiment, b- Première incisive inférieure gauche d'*Hippopotamus sirensis* fracturée et déformée par action mécanique, c- Métacarpe gauche d'*Equus* sp. écrasé et déformé par action mécanique.

VII. 5. 3. 5. Les traces de racines de plantes

Des traces de racines de végétations sont documentées sur les surfaces des fossiles analysés, dont la proportion est de 19,03% dans le **Locus A** et de 26,11% dans le **Locus D**, et cela par rapport à la totalité du matériel étudié dans chaque **Locus**. Ces traces ont un aspect sinueux nommé « vermiculation » avec une section en forme de « U » et un fond horizontal.

La grande majorité (89,70%) des restes affectés par les racines de plantes dans le **Locus A**, montre des traces légères d'altérations, tandis que 10,29% présente de denses traces de cette altération. De même, 10,39% de ce matériel montre un léger piétinement, et 11,27% souffre de fissures de type F3/F4 causées par la pression des sédiments. En outre, 13,23% de ce même matériel montre des marques de fracturation anthropique, et 9,31% présente d'autres traces d'activité anthropiques comme les incision et traces d'utilisation/enlèvement.

Les classes de poids touchées par cette altération sont représentées comme suit : très grande taille avec 33,82%, grande taille avec 33,33%, taille moyenne avec 15,68%, et enfin la petite taille représente 1,96% (par rapport à la totalité du matériel altéré par les racines de plantes). Cependant, en ce qui concerne les segments anatomiques, c'est celui appendiculaire qui est le plus altéré avec 57,84%, suivi de l'axial avec 17,65% et enfin du crânien avec 16,17%. En revanche, en ce qui concerne le **Locus D**, 26,11% de restes montre des traces de racines de végétation, dont 80,85% montre une altération légère, et 19,15% dense. Les catégories de poids touchées par l'altération par la végétation sont : très grande taille 38,30%, grande 25,53%, moyenne 19,15%, et petite 2,13%. En ce qui concerne les segments anatomiques, c'est celui de l'appendiculaire qui est le plus altéré avec une proportion de 46,81%, suivi du squelette axial avec 21,27% et enfin le squelette crânien avec 14,89%. Il est à signaler aussi qu'une proportion de 21,27% porte des traces légères de piétinement, et 27,67% souffre de fissures de stade F3/4 causées par la pression de sédiment.

En plus, il y a quelques fossiles dans le **Locus A** (1,02%) et dans le **Locus D** (1,11%) qui portent des rainures fines (de racines de plantes) avec une abrasion. Aussi, 10,64% de ces restes montrent des traces de carnivores. Pour ce qui est des évidences d'activités humaines (incisions, stigmates de percussion, enlèvements), elles représentent 17,02% de ces restes osseux altérés par les racines.

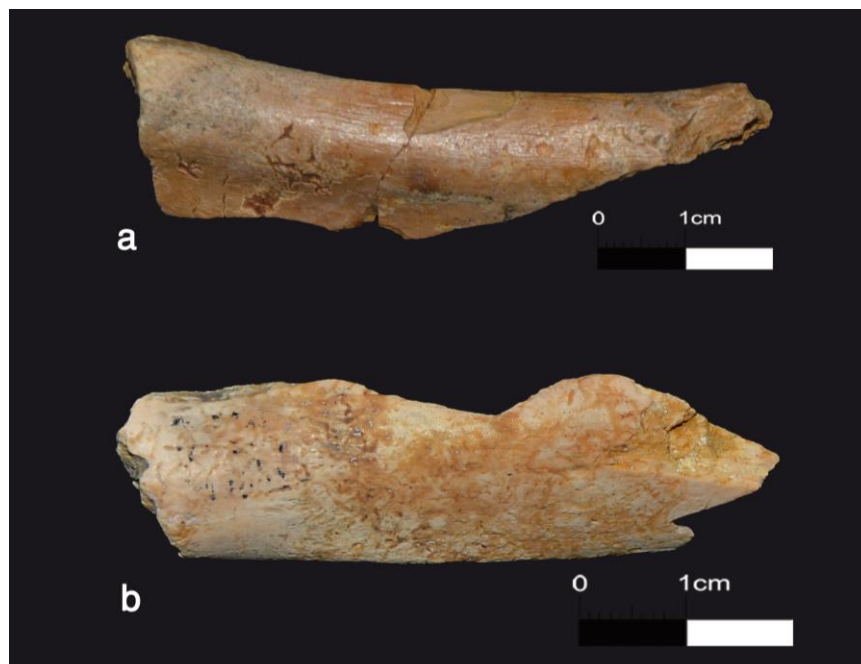


Figure. VII. 49. - **Locus D-** Diaphyse de côte de grande taille montrant des traces de racines de végétations localisé (à gauche), **Locus A- b-** Diaphyse d'os long de grande taille montrant toute la surface corticale altérée par les traces de racines de végétation.

VII. 5. 3. 6. L'oxydation

La précipitation en oxyde est une altération provoquée par la présence, importante d'humidité dans les alentours d'un pH neutre. L'assemblage fossile de Tighennif s'est accumulé dans un environnement fluvio-lacustres favorisant le développement de bactéries responsables de la précipitation de l'oxyde de manganèse (Courty *et al.* 1989 ; Shahack-Gross *et al.*, 1997 ; López-González *et al.*, 2006 ; Fernández-Jalvo *et Andrews*, 2016).

L'assemblage osseux de **Locus A** a révélé une pigmentation par oxyde de manganèse (54,94%) et par oxyde de fer (34,98%). L'altération par le fer se présente avec une couleur jaunâtre, rarement rougeâtre (cette dernière ne représente que 12,40% du matériel étudié). La précipitation en oxyde de fer affecte tous les éléments anatomiques et classes de poids.

Parmi le matériel affecté par l'oxydation dans le **Locus A**, une proportion de 0,28% se présente avec une plage toute noire, couvrant toutes les surfaces des fossiles, tandis que la grande majorité des restes présente des pigmentations relativement légères, soit localisées, ou dispersées.

Dans le **Locus D**, la précipitation en oxyde de manganèse représente une proportion de 59,44% et celle en fer de 40%. L'altération par le fer se présente avec une couleur jaunâtre, rarement rougeâtre, excepté 5,55% des restes affectés par l'oxyde fer montrant une coloration rouge foncé. Cette altération en oxyde de fer ne présente aucune sélection par rapport aux éléments osseux, aux classes de poids ou bien aux dimensions des fossiles.

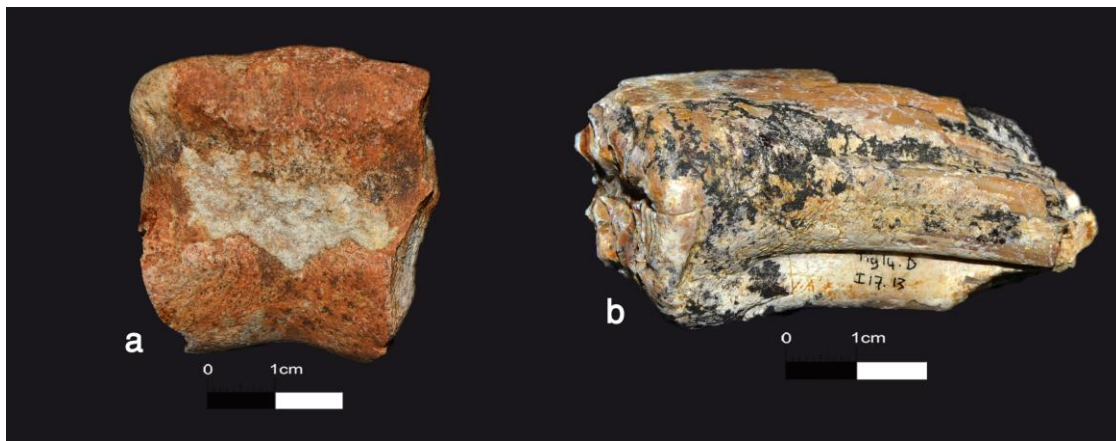


Figure. VII. 50. - **Locus A-** a-Phalange médiane d'*Equus* sp. montre l'altération par l'oxyde de fer, **Locus D-** b- Molaire supérieure droite d'*Equus* sp. montre la précipitation en oxyde de manganèse.

En plus de l'oxyde de fer et de manganèse observés sur les restes fauniques des deux assemblages, nous avons noté que les restes de l'assemblage de **Locus D**, se présentent avec un aspect (loration) qui va de marron au marron chocolat (milieux

d'argiles prismatiques). Cependant, les restes fauniques de **Locus A**, généralement ne présentent pas de différences d'aspects (coloration).

VII. 5. 3. 7. La concrétion

Le taux de matériel osseux affecté par la concrétion représente 11,66% dans l'assemblage du **Locus A**, dont un pourcentage de 32% se présente avec des masses de sédiment cimenté, tandis que le reste montre une légère couche. Cependant, la concrétion dans le **Locus D** présente 15%, dont une proportion de 91,11% se caractérise de fines traces de concrétions.

La formation de concrétions calcaires peut être relativement rapide autour des résidus qui sont en phase de biodégradation et sont situés dans des environnements plus ou moins confinés (Fernández López, 2000). Les changements qui se produisent dans les conditions d'humidité du substrat doivent être pris en compte, car ils entraînent une expansion et un compactage des sédiments et leur humidification et séchage (Courty et al., 1989).



Figure. VII. 51. - Coxal droit d'*Hippopotamus sirensis* montrant une couche de sable fin concrétionné.

VII. 5. 3. 8. La corrosion chimique

Le matériel osseux fossile recueillis dans le gisement de Tighennif présente d'autres formes d'altérations, dont la corrosion chimique avec une proportion de 3,45% dans l'assemblage du **Locus A**, et 10% dans le **Locus D**. La principale caractéristique de cette altération est la perte, étant non systématique, de tissu osseux par action chimique (Fernández-Jalvo et al. 2010 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016).



Figure. VII. 52. - Locus A- Altération par corrosion chimique : a- Molaire inférieur gauche d'*Equus* sp., b- fragment de diaphyse d'os long de taille moyenne.

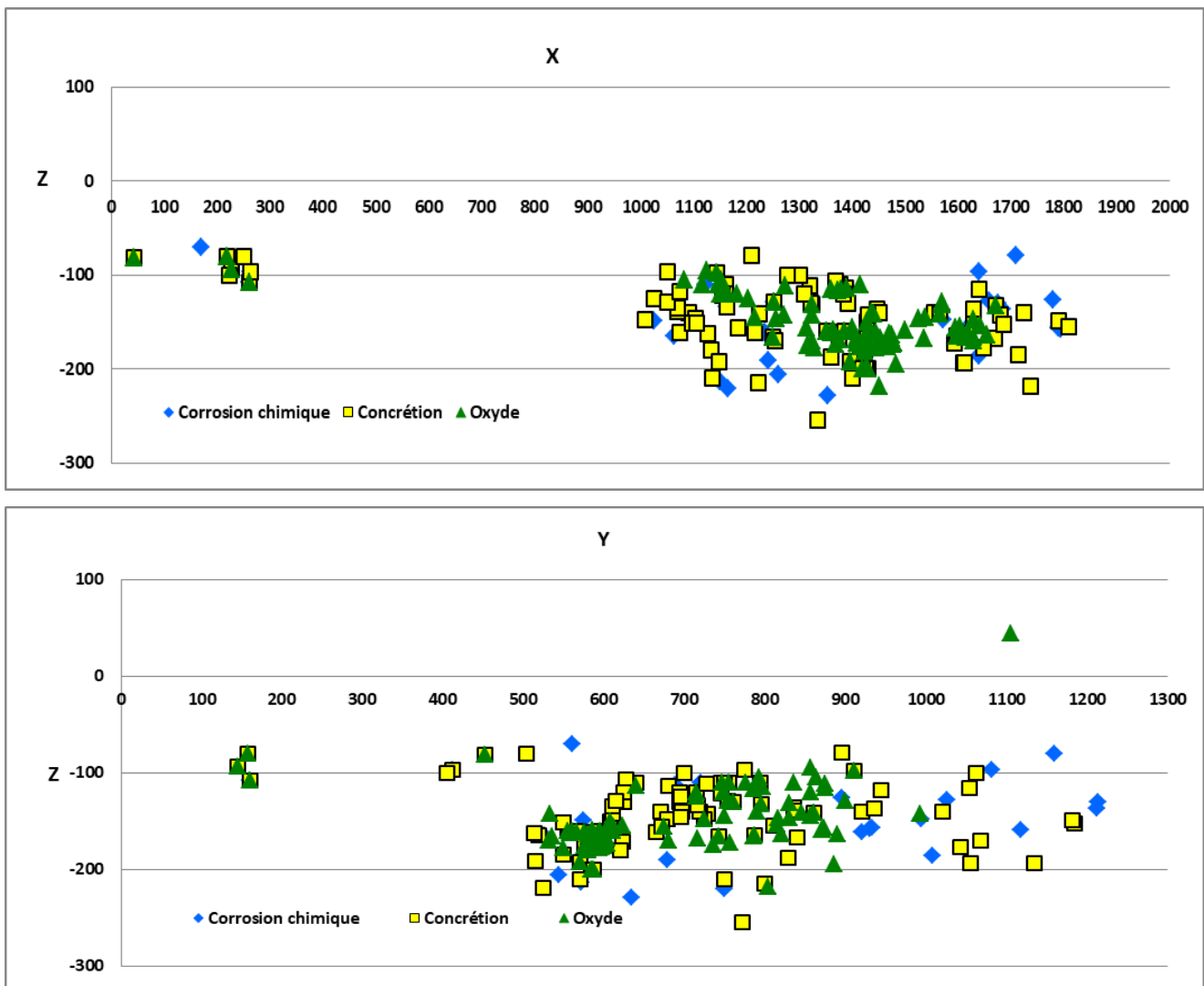


Figure. VII. 53.- Répartition verticale des restes altérés par la corrosion chimique, concrétion et oxydation en fonction de (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. Locus A.

La répartition spatiale dans le **Locus A** (fig. VII. 53) est homogène, sans aucune distinction de répartition entre les altérations taphonomiques (corrosion chimique et concrétion), bien que nous remarquons une légère concentration des fossiles portant des traces d'oxydes, due probablement à l'humidité bien élevée dans cette zone.

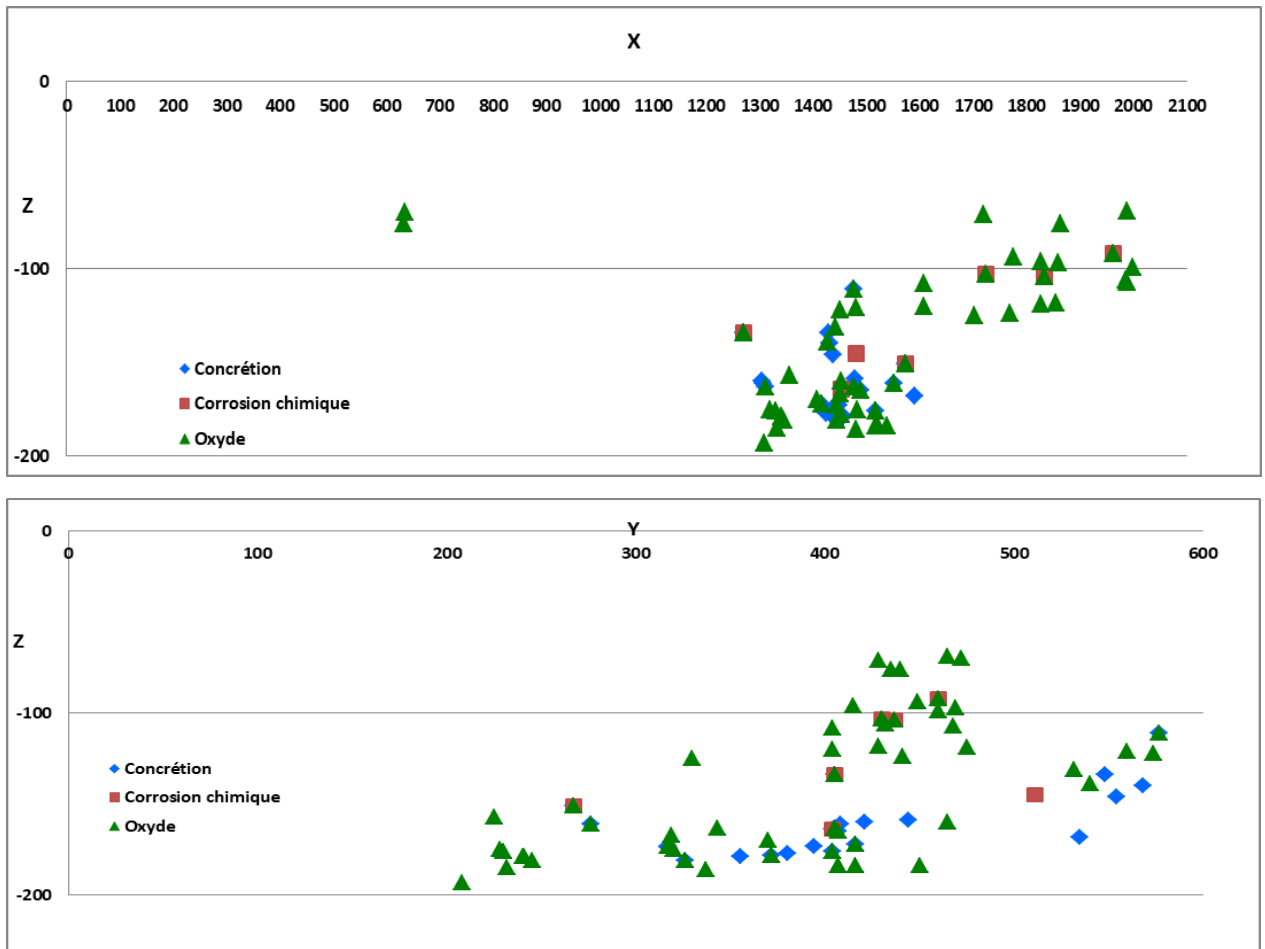
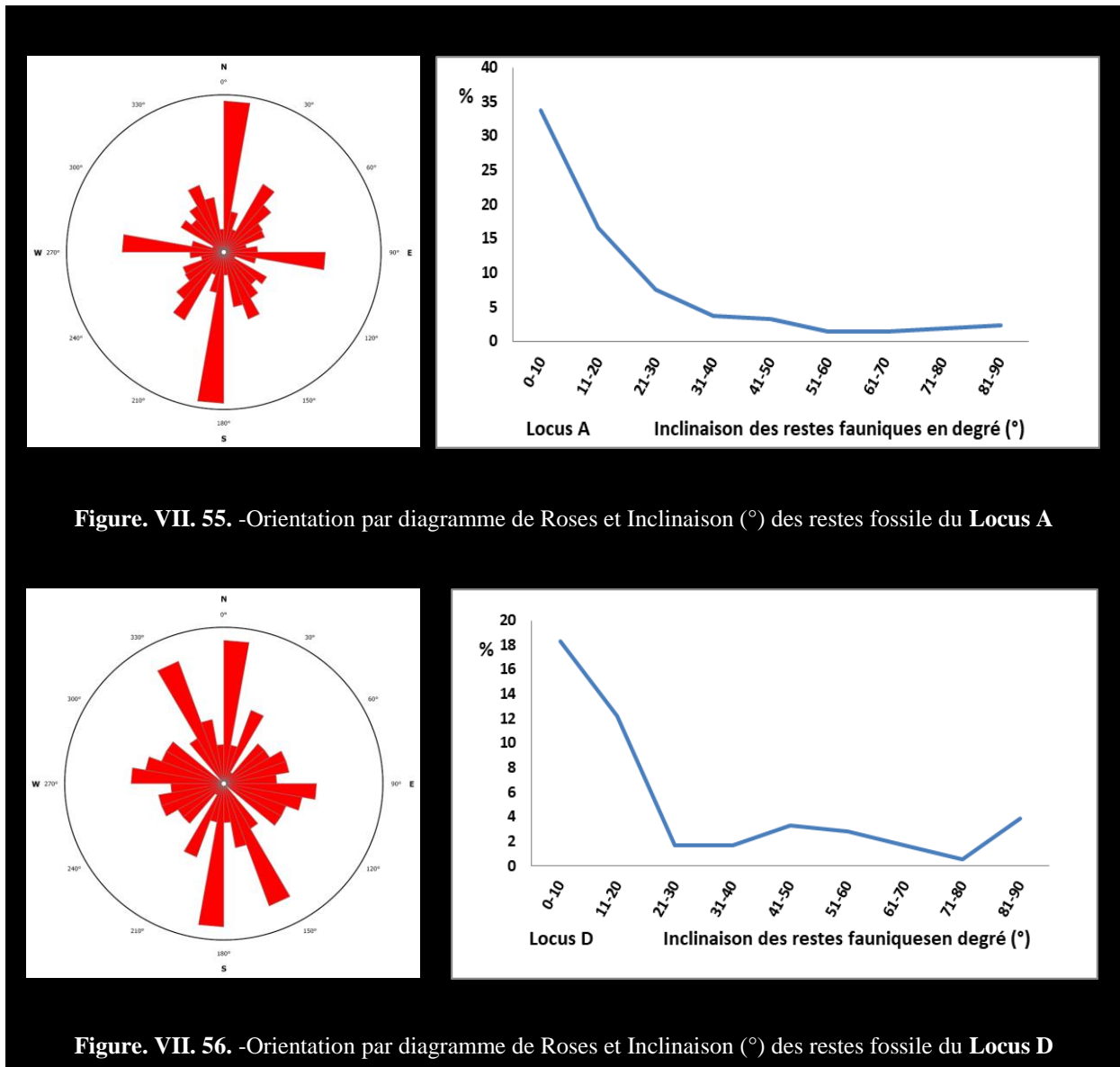


Figure. VII. 54. Répartition verticale des restes altérés par la corrosion chimique, concrétion et oxydation en fonction de (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. **Locus D.**

La répartition spatiale dans le **Locus D** (fig. VII. 54) de la concrétion et de l'oxyde est homogène. Cependant, les éléments fossiles avec concrétion montrent une forme de zone (strate), probablement due aux conditions sédimentaires du site.

Les modifications taphonomiques principales observées à Tighennif sont liées à des différents processus post-dépositionnels. Toutes ces modifications présentent des similarités entre le **Locus A** et le **Locus D**, à l'exception de l'abrasion par activité de l'eau, qui a plus d'impact dans le **Locus A**. Cependant, les altérations apparaissent indifférentes sur tous les éléments anatomiques ainsi que les classes de poids des animaux. En effet, la distribution spatiale des différentes altérations ne montrent pas des indices de perturbations

causées par des agents post-dépositionnels, Ainsi, aucune concentration d'altération spécifique n'a été observée. De plus, les restes fossiles n'exhibent pas d'orientations préférentielles et leur inclinaison se situent en majorité entre 0 et 30 degrés indiquant des positions stables (fig. VII. 55, 56)



VII. 6. L'indice de l'utilité alimentaire

Afin d'approfondir et de mieux explorer la relation entre l'utilité alimentaire des parties des carcasses d'animaux et leur représentation dans l'assemblage du **Locus A** du site de Tighennif, divers indices ont été comparés avec le %MAU pour chaque catégorie de poids (les trois catégories principales). La liaison entre les variables a été estimée à l'aide du coefficient de corrélation de *P-Pearson*.

Locus A											
Degré de survie	Coût en viande	Partie anatomique	(S)FUI	TG		G		M		P	
				MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU
Elevé	Bas	Chevill osseuse	1	0	0,00	6	75,00	3	100,00	2,5	100
Elevé	Elevé	Crâne	9,1	1	100,00	1	12,50	1	33,33	0	0
Elevé	Elevé	Mandibule	11,5	3	100,00	2,5	31,25	2,5	83,33	0	0
Bas	Elevé	Côte	51,6	0,24	8,00	0,15	1,88	0,18	6,00	0,03	1,2
Bas	Elevé	Atlas	10,2	1	33,33	1	12,50	1	33,33	0	0
Bas	Elevé	Axis	10,2	0	0,00	1	12,50	0	0,00	0	0
Bas	Elevé	Cervicale	37,1	0,57	19,00	0,28	3,50	0,14	4,67	0	0
Bas	Bas	Thoracique	47,3	0,31	10,33	0,15	1,88	0,08	2,67	0	0
Bas	Elevé	Lombaire	33,2	1,5	50,00	0	0,00	1,17	39,00	0	0
Bas	Elevé	Coxal+sacrum	49,3	3	100,00	1,5	18,75	2	66,67	0	0
Bas	Bas	Scapula	44,7	2,5	83,33	1,5	18,75	1	33,33	0,5	20
Elevé	Bas	Humérus	36,8	2,5	83,33	2	25,00	2,5	83,33	0	0
Elevé	Bas	Radius-Ulna	25,8	1,75	58,33	1,5	50	1,75	58,33	0,5	20
Elevé	Bas	Métacarpe	5,2	0,5	16,67	8	100,00	0,5	16,67	0	0
Elevé	Bas	Fémur	100	1,5	50,00	2	25,00	0	0,00	0	0
Elevé	Bas	Tibia	62,8	3	100,00	5,5	68,75	2,5	83,33	0,5	20
Elevé	Bas	Tarsal	27,7	0,3	10,00	0,8	10,00	0	0,00	0	0
Elevé	Bas	Métatarse	37	0,5	16,67	4,5	56,25	3	100,00	1	40
Bas	Bas	Phalange	19,4	0	0,00	0,16	2,08	0,25	8,33	0,12	4,8

Tableau. VII. 29 . – Les valeurs de (S)FUI (*Standard Food Utility Index*)(Metcalf et Jones, 1988), NME, MAU, %MAU du matériel faunique du **Locus A**, selon les classes de poids, les valeurs de viande et le degré de survie

Les valeurs de $P(normal)$, r et r^2 sont calculées pour les différentes catégories de poids et selon le degré de survie et le coût en viande (valeur nutritive) de chaque classe. Selon la valeur nutritive en viande ou le degré de survie (tab. VII. 30), nous apercevons l'absence d'une corrélation statistiquement significative.

Locus A	Valeurs	TG	G	M	P
Survie élevée	<i>P(normal)</i>	0,630	0,508	0,485	0,451
	<i>r</i>	0,174	0,237	0,062	0,269
	<i>r</i> ²	0,030	0,056	0,250	0,072
Survie basse	<i>P(normal)</i>	0,265	0,910	0,576	0,608
	<i>r</i>	0,416	0,044	0,216	0,198
	<i>r</i> ²	0,173	0,002	0,064	0,039
Coût élevé	<i>P(normal)</i>	0,740	0,271	0,808	0,156
	<i>r</i>	0,140	0,443	0,102	0,551
	<i>r</i> ²	0,019	0,196	0,010	0,303
Coût bas	<i>P(normal)</i>	0,115	0,303	0,512	0,232
	<i>r</i>	0,501	0,342	0,221	0,392
	<i>r</i> ²	0,251	0,117	0,059	0,154

Tableau. VII. 30. – Les valeurs de *P(normal)*, de *r* et de *r*² de la corrélation entre (S)FUI et %MAU selon le degré de survie, le coût en viande pour chaque classe de poids.

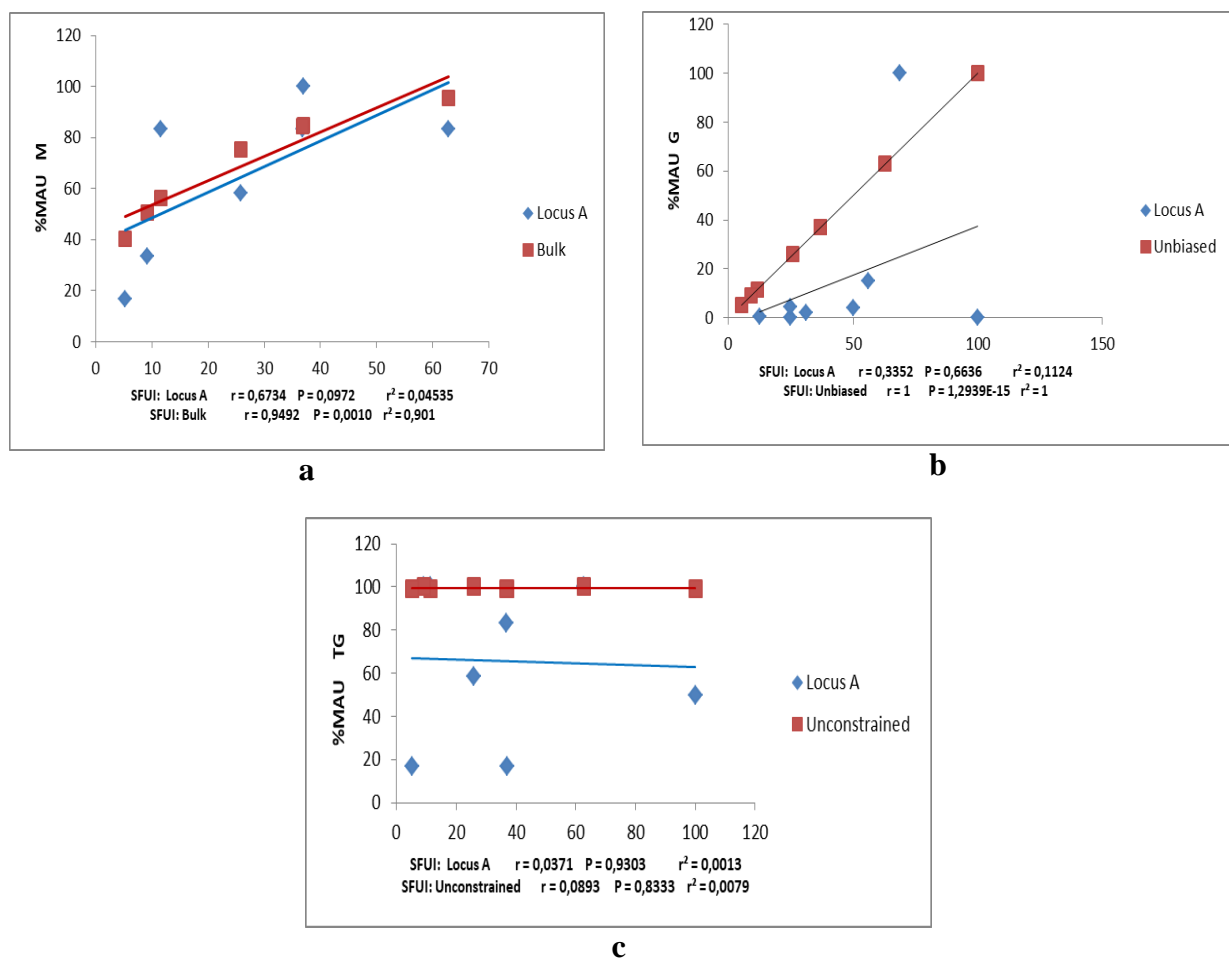


Figure. VII. 57. (a,b et c)- Coefficient de corrélation de Pearson entre les éléments anatomiques de haute survie (%MAU) et l'indice d'utilité générale (S)FUI (Metcalf et Jones, 1988) entre les restes des trois principales classes de poids: très grande, grande et moyenne, avec ceux hypothétiques de (Faith et Gorden, 2007)

Dans le **Locus A**, Les résultats obtenus concernant la relation entre le %MAU et (S)FUI ne montrent pas de corrélation statistiquement significative par rapport aux éléments de survie élevée et ceux de survie basse (tab. VII. 30).

Locus A	UMI	G			UMI	M		
		NME	MAU	%MAU		NME	MAU	%MAU
Humérus	22,8	4	2	25,00	11,5	5	2,5	83,33
Radio-Ulna	26,3	6	3	37,50	10,2	7	1,75	58,33
Métacarpe	19,6	16	8	100,00	7,5	1	0,5	16,67
Fémur	34	4	2	25,00	15,8	0	0	0,00
Tibia	51,1	11	5,5	68,75	18,89	5	2,5	83,33
Tarsal	0,9	8	0,8	10,00	2,8	0	0	0,00
Métatarse	46,5	9	4,5	56,25	8,7	6	3	100,00
Phalange I	3,7	3	0,37	4,63	1,8	0	0	0,00
Phalange II	1,8	1	0,12	1,50	0,9	0	0	0,00
Phalange III	0,9	0	0	0,00	0,9	2	0,25	8,33

Tableau. VII. 31. – Les valeurs d'Unsaturated Marrow Index (UMI), NME, MAU et %MAU dans le Locus A Pour les deux principales classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram and Rowley-Conwy, 1998)

<i>Unsaturated Marrow Index</i> (UMI)	G	M
<i>P(normal)</i>	0,5580	0,0410
<i>R</i>	0,27	0,9818
<i>r²</i>	0,0729	0,9641

Tableau. VII. 32. – Les valeurs d'Unsaturated Marrow Index (UMI), NME, MAU et %MAU dans le Locus A Pour les deux principales classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)

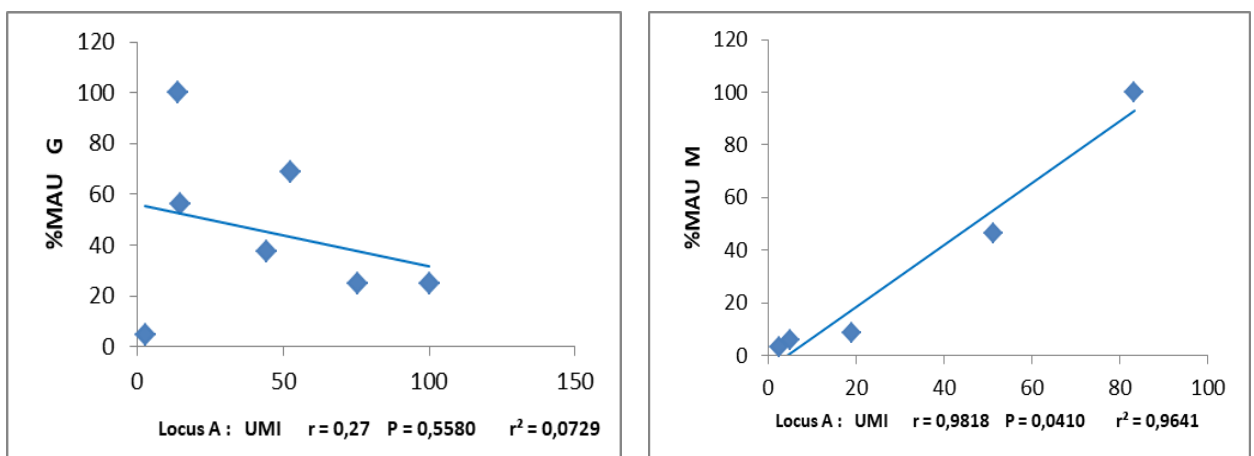


Figure. VII. 58. - Relation entre les proportions des parties squelettiques des deux principales classes de poids (grande et moyenne) et l'Unsaturated Marrow Index (UMI) (Morin, 2007, 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)

Dans le **Locus A**, les résultats de l'indice d'*Unsaturated Marrow Index* (UMI) en relation avec le %MAU indiquent qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative dans le cas des éléments de grande taille ($P = 0,5580$ et $r = 0,27$), tandis que la corrélation est positivement significative dans le cas des éléments de taille moyenne ($P = 0,04$ et $r = 0,9818$)

Locus D											
Degré de survie	Coût en viande	Élément anatomique	(S)FUI	TG		G		M		P	
				MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU
Elevé	Bas	Chevill osseuse	1	0	0	1	66,67	0	0,00	0	0
Elevé	Elevé	Crâne	9,1	1	100	0	0,00	1	66,67	0	0
Elevé	Elevé	Mandibule	11,5	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0
Bas	Elevé	Côte	51,6	0,03	3	0,1	6,67	0,03	2,00	0	0
Bas	Elevé	Atlas	10,2	0	0	1	66,67	0	0,00	1	100
Bas	Bas	Scapula	44,7	0,5	50	0	0,00	1	66,67	0	0
Bas	Elevé	Coxal+sacrum	49,3	0,5	50	0,5	33,33	0,5	33,33	0	0
Elevé	Bas	Humérus	36,8	0	0	1	66,67	0,5	33,33	0,5	50
Elevé	Bas	Radius-Ulna	25,8	0,25	8,33	1	66,67	1,5	50,00	0,5	50
Elevé	Bas	Carpal	5,2	0	0	0,08	5,33	0	0,00	0,08	8
Elevé	Bas	Métacarpe	5,2	0	0	0,5	33,33	0	0,00	1	100
Elevé	Bas	Fémur	100	0,5	50	0	0,00	0	0,00	0	0
Elevé	Bas	Tibia	62,8	0,5	50	1,5	100,00	0,5	33,33	0	0
Elevé	Bas	Tarsal	27,7	0,1	10	0,1	6,67	0,1	6,67	0	0
Elevé	Bas	Métatarse	37	0	0	1	66,67	1	66,67	1	100

Tableau. VII. 33. – Les valeurs de (S)FUI (*Standard Food Utility Index*)(Metcalf et Jones, 1988), NME, MAU, %MAU du matériel faunique du **Locus D**, selon les classes de poids, les valeurs de viande et le degré de survie

Locus D	Valeurs	TG	G	TM	TP
Survie élevée	<i>P(normal)</i>	0,337	0,727	0,971	0,694
	<i>r</i>	0,320	0,119	0,012	0,134
	<i>r</i> ²	0,102	0,0141	0,0001	0,018
Survie basse	<i>P(normal)</i>	0,483	0,156	0,587	0,011
	<i>r</i>	0,517	0,844	0,412	0,989
	<i>r</i> ²	0,267	0,712	0,170	0,978
Coût élevé	<i>P(normal)</i>	0,837	0,929	0,837	0,493
	<i>r</i>	0,128	0,056	0,128	0,409
	<i>r</i> ²	0,016	0,003	0,016	0,167
Coût bas	<i>P(normal)</i>	0,005	0,804	0,622	0,416
	<i>r</i>	0,802	0,090	0,178	0,290
	<i>r</i> ²	0,643	0,008	0,031	0,084

Tableau. VII. 34. Les valeurs de *P(normal)*, de *r* et de *r*² de la corrélation entre (S)FUI et %MAU selon le degré de survie, le coût en viande pour chaque classe de poids.

Les valeurs de $P(normal)$, r et r^2 sont calculées pour les différentes catégories de poids et selon le degré de survie et le coût en viande (valeur nutritive) de chaque classe. Selon la valeur nutritive en viande ou le degré de survie (tab. VII. 34), nous apercevons l'absence d'une corrélation statistique significative.

La corrélation entre le %MAU et (S)FUI dans le **Locus D** pour la catégorie de taille moyenne (fig. VII. 59b) ne présente pas de corrélation significative ($P = 0,2035$ et $r = 0,6831$), tandis que cette corrélation est positivement significative dans le cas des éléments de grande taille ($P = 0,0044$ et $r = 0,9759$).

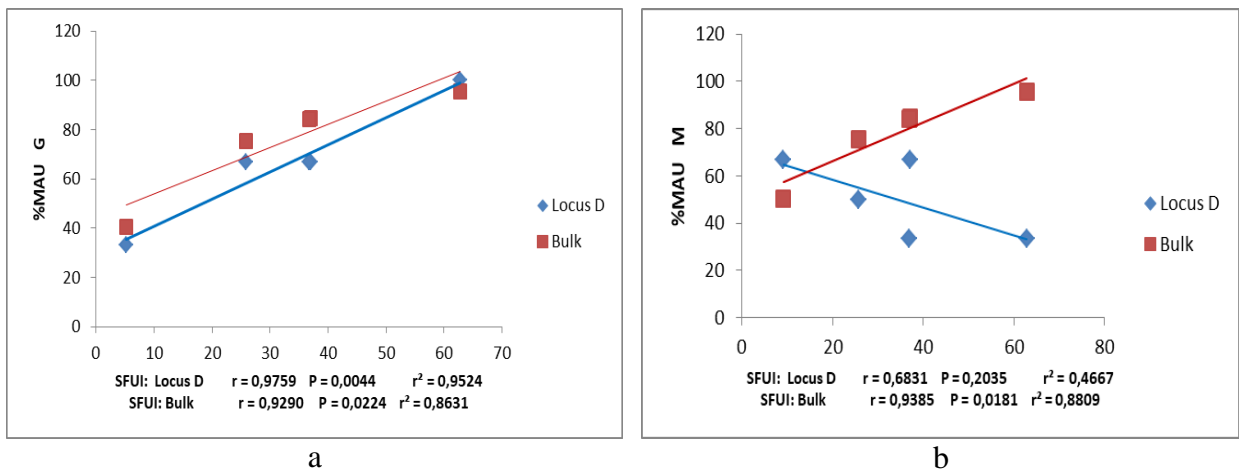


Figure. VII. 59. (a,b)- Coefficient de corrélation de Pearson entre les éléments anatomiques de haute survie (%MAU) et l'indice d'utilité générale (S)FUI (Metcalf et Jones, 1988) entre les restes des trois principales classes de poids: grande et moyenne, avec ceux hypothétiques de (Faith et Gorden, 2007).

Locus D	UMI	G			UMI	M		
		NME	MAU	%MAU		NME	MAU	%MAU
Eléments anatomiques								
Humérus	22,8	2	1	66,67	11,5	1	0,5	33,33
Radio-Ulna	26,3	2	1	66,67	10,2	6	3	100,00
Carpal	0,9	1	0,08	5,33	0,9	0	0	0,00
Métacarpe	19,6	1	0,5	33,33	7,5	0	0	0,00
Fémur	34	0	0	0,00	15,8	0	0	0,00
Tibia	51,1	3	1,5	100,00	18,89	1	0,5	33,33
Tarsal	0,9	1	0,1	6,67	2,8	1	0,1	6,67
Métatarse	46,5	2	1	66,67	8,7	2	1	66,67

Tableau. VII. 35. – Les valeurs d'*Unsaturated Marrow Index* (UMI), NME, MAU et %MAU dans le **Locus D** Pour les deux principales classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)

Dans le **Locus D**, les résultats de l'indice d'*Unsaturated Marrow Index* (UMI) en relation avec le %MAU montrent qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative

dans le cas des éléments de taille moyenne ($P = 0,8003$ et $r = 0,1574$), par contre, dans la grande taille, la corrélation est positivement significative ($P = 0,003$ et $r = 0,9224$).

<i>Unsaturated Marrow Index</i> (UMI)	G	M
<i>P(normal)</i>	0,003	0,8003
<i>r</i>	0,9224	0,1574
<i>r</i> ²	0,8509	0,0248

Tableau. VII. 36. – Les valeurs de $P(normal)$, de r et de r^2 de la corrélation entre UMI et %MAU Pour la taille moyenne et celle grande. **Locus D**

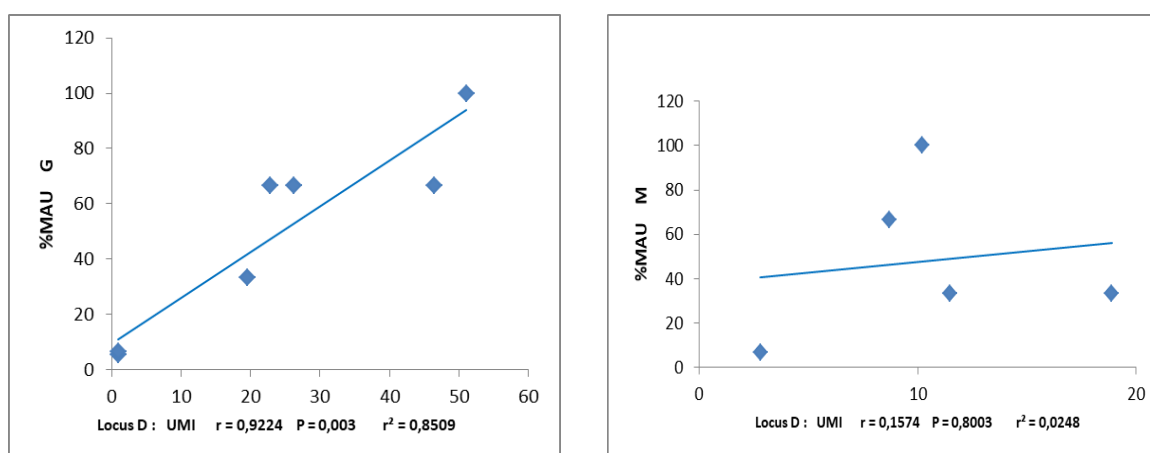


Figure. VII. 60.- Relation entre les proportions des parties squelettiques des deux principales classes de poids (grande et moyenne) et l'*Unsaturated Marrow Index* (UMI) Dans le **Locus D** (Morin, 2007, 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)

VII. 7. Stratégie de subsistance

Dans l'objectif de tester la présence ou non d'une certaine stratégie de subsistance appliquée par les hominidés de Tighennif, nous nous sommes référés aux différentes méthodes (Binford, 1978 ; Metcalfe et Jones, 1988 ; Lyman, 1994 ; Faith et Gordon, 2007 ; Faith et al., 2009) afin de déterminer l'existence d'une stratégie nutritive, la possibilité de présence d'une sorte d'acquisition de proies, et le traitement de carcasses. Notre test ne sera appliqué qu'aux restes de grande et moyenne taille, du fait que nous n'avons pas de données de référence pour les restes de très grande taille.

Les résultats (tab. VII. 37) présentent les données des éléments de haute survie de l'assemblage osseux du **Locus A**. Des valeurs (S)FUI peuvent être observées pour chaque

élément anatomique et le NME correspondant pour chaque exemple ; ainsi que la valeur d'équitable *Evenness* (*e*) et le coefficient de corrélation de *Spearman's* existante entre le (S)FUI et le %MAU de chaque exemple.

Locus A			
Partie anatomique	(S)FUI	NME G	NME M
Cheville osseuse	1	12	6
Crâne	9,1	3	1
Mandibule	11,5	5	5
Humérus	36,8	4	5
Radius-Ulna	25,8	6	7
Métacarpe	5,2	16	1
Fémur	100	4	0
Tibia	62,8	11	5
Tarsal	27,7	8	0
Métatarse	37	9	6
<i>(e) Evenness</i>		0,94471104	0,93164208
<i>(rs) Spearman's</i>		-1,00	-0,95
Stratégie de transport		Bulk	Bulk

Tableau. VII. 37. – Les valeurs de (S)FUI et de NME des éléments à survie élevée, avec les résultats de l'indice *Evenness* (*e*), les valeurs de ratio de *Spearman's* et la stratégie de transport; (S)FUI = *Standard Food Utility Index*

Les résultats obtenus montrent que la stratégie nutritive selon l'application de la méthode proposée par Faith et Gordon (2007) sur les éléments de l'assemblage du **Locus A** à Tighennif, correspond à un transport semblable au type *Unconstrained*, en considérant la valeur d'*Evenness* (*e*) qui, seule rend difficile la distinction entre un type de stratégie *Bulk* ou *Unconstrained*. De ce fait, pour différencier entre les deux types de stratégies, la corrélation de *Spearman's* a été appliquée. Si la corrélation est significative et élevée, la stratégie nutritive s'apparente à une stratégie de type *Bulk*. Généralement, pour une stratégie de type *Unconstrained*, la corrélation est positive ou négative, mais très proche de zéro. Dans le cas de l'échantillon du **Locus A**, une certaine corrélation existe, de sorte que cela indiquerait une stratégie de transport *Bulk* et cela dans les deux classes de poids, grande et moyenne.

Locus D			
Elément anatomique	(S)FUI	NME G	NME M
Crâne	9,1	1	0
Mandibule	11,5	0	0
Humérus	36,8	0	2
Radius-Ulna	25,8	1	2
Carpal	5,2	0	1
Métacarpe	5,2	0	1
Fémur	100	1	0
Tibia	62,8	1	3
Tarsal	27,7	1	1
Métatarse	37	0	2
<i>(e) Evenness</i>		1	0,95774206
<i>(rs) Spearman's</i>		-0,7444444	-0,6292929
Stratégie de transport		U	U

Tableau. VII. 38. – Les valeurs de (S)FUI et NME d'éléments à survie élevée et les résultats de l'indice *Evenness (e)*, valeurs de ratio de *Spearman's* et la stratégie de transport. **U** = *unconstrained* ; **(S)FUI** = *Standard Food Utility Index*.

Similairement pour l'assemblage du **Locus D**, nous avons procédé aux calculs des valeurs d'équitable *Evenness (e)* et le coefficient de corrélation de *Spearman's* existante entre le (S)FUI et le %MAU. Bien que l'échantillon de cet assemblage soit relativement faible, nous avons comme même abordé cette analyse statistique. L'application de la corrélation de *Spearman's* a montré l'existence d'une corrélation qui indique une stratégie de transport *Unconstrained* (tab. VII. 38).

VII. 8. Le Ratio Epiphyse-Diaphyse

Différents processus et agents taphonomiques sont impliqués dans la fragmentation et l'accumulation des deux assemblages osseux de Tighennif, **Locus A** et **D**. En analysant le tout, on a pu constater l'existence d'un lien de déséquilibre entre les parties conservées des os longs principaux (humérus, radius / ulna, fémur, tibia et métapodes), y compris les quatre principales catégories de poids. De manière descriptive, on peut voir que dans les deux assemblages, les épiphyses des os longs sont sous-représentées par rapport aux parties diaphysaires des éléments (tab. VII. 39)

Locus A	Epiph. Prox.		Epiph. Prox. + Diaph.		Diaph.		Epiph. Dist. + Diaph.		Epiph. Dist.		Entier		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
TG	8	2,14	2	0,53	105	28,07		0	5	1,34	5	1,34	125	33,42
G	4	1,07	11	2,94	125	33,42	7	1,87	8	2,14	4	1,07	159	42,51
M	0	0	1	0,27	66	17,65	9	2,41	2	0,53	2	0,53	80	21,39
P	0	0	1	0,27	8	2,14	0	0	1	0,27	0	0	10	2,67
Total	12	3,21	15	4,01	304	81,28	16	4,28	16	4,28	11	2,94	374	100

Tableau. VII. 39. – Proportions conservées des restes : humérus, radio-ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarse : selon les classes de poids les plus importantes. (**TG** : Très grande ; **G** : grande ; **M** : moyenne ; **P** : petite ; **Epiph** : épiphyse ; **Dist** : distal ; **Prox** : proximal ; **Diaph** : diaphyse)

Dans l'assemblage osseux du **Locus A**, le nombre d'éléments entiers est moins fréquent par rapport à celui des extrémités. Ainsi, les extrémités proximales et distales d'os longs sont un peu moins nombreuses que les parties diaphyses/métaphyse. Cette disparition d'épiphyses avoir été engendrée par les mêmes actions qui ont détruit le squelette axial des carcasses de ces animaux. A cet égard, il convient d'examiner s'il existe une relation entre la perte des os à tissu spongieux et le comportement des hominidés et/ou carnivores. Pour les quatre principales catégories de poids, nous avons calculé le nombre d'épiphyses existant au niveau spécifique, le nombre de diaphyses et celui d'épiphyses espéré (en fonction du NME). En parallèle, le calcul du pourcentage de change et le ratio *épiphyses/diaphyses* a été effectué afin de vérifier la présence ou non des épiphyses des os longs.

Il est à noter que certaines expérimentations, qui ont impliqué fortement les carnivores, ont montré de faibles pourcentages de modifications (5-10% de traces de dents) (Capaldo, 1998). Une des signatures de l'action des carnivores est la consommation de la graisse contenue dans les épiphyses. Le ratio *épiphyses/diaphyses* indique l'importance des modifications d'un assemblage par les carnivores (Blumenschine et Marean, 1993).

Locus A	TG	G	M	P
Epiph. (NISP)	23	38	14	2
Diaph. (NISP)	22	71	28	6
Epiph. Esp.*	56	102	50	12
Ratio: Epiph-Diaph.	1,04	0,53	0,50	0,33
% de change	58,9285	62,7450	72,0000	83,3333

Tableau. VII. 40. – Analyse d'épiphyses, de diaphyses et du pourcentage de change (détérioration). **Epiph** : épiphyse ; **Dist** : distal ; **Prox** : proximal ; **Diaph** : diaph ; **Esp** : espéré ; (*) En rapport avec le NME

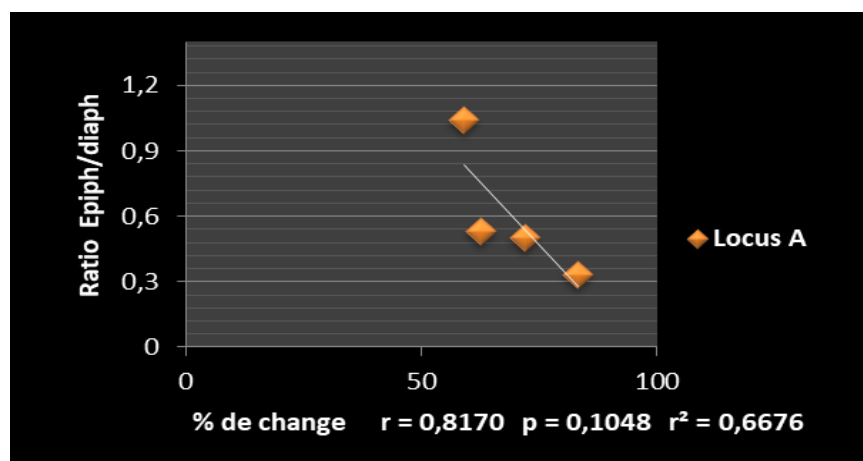


Figure. VII. 61. – Distribution des données du Ration épiphyses/diaphyses et le %change (détérioration) de l'assemblage osseux **Locus A**.

L'analyse comparée des sites du complexe ST (Domínguez- Rodrigo et al., 2002) et celui de l'assemblages du **Locus A** à Tighennif, montre une sous-représentation des épiphyses pour les herbivores et un pourcentage de détérioration relativement élevé, et les valeurs obtenues indiquent l'implication des carnivores dans la modification de ces assemblages, néanmoins d'une manière modérée (fig. VII. 61).

En comparant les valeurs fournis par Domínguez-Rodríguez et ses collègues (2002) avec nos résultats dans le **Locus A**, nous observons que l'assemblage de ce dernier présente des caractéristiques décrites pour un assemblage, dont les modifications des carnivores sont modérées, et cela dans toutes les classes de poids, à l'exception de celle de très grande, où l'impact des carnivores est faible (ou rare).

Dans l'assemblage osseux du **Locus D**, les éléments anatomiques entiers sont complètement absents. Ainsi, les extrémités proximales et distales d'os longs sont un peu moins nombreuses que les parties diaphyses/métaphyse. Cette disparition d'épiphyses peut être engendrée par les mêmes actions qui ont détruit le squelette axial des carcasses de ces animaux.

Locus D	Epiph. Prox.		Epiph. Prox. + Diaph.		Diaph.		Epiph. Dist. +Diaph.		Epiph. Dist.		Entier		Total	
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%
TG	2	3,92	0	0	9	17,65	0	0	1	1,96	0	0	12	23,53
G	0	0	1	1,96	14	27,45	0	0	4	7,84	0	0	19	37,25
M	0	0	0	0	14	27,45	0	0	0	0	0	0	14	27,45
P	0	0	2	3,92	4	7,84	0	0	0	0	0	0	6	11,76
Total	2	3,92	3	5,88	41	80,39	0	0	5	9,80	0	0	51	100

Tableau. VII. 41. – Proportions conservées des restes : humérus, radio-ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarses : selon les classes de poids les plus importantes. (**TG** : Très grande ; **G** : grande ; **M** : moyenne ; **P** : petite ; **Epiph** : épiphyse ; **Dist** : distal ; **Prox** : proximal ; **Diaph** : diaphyse)

Locus D	TG	G	M	P
Epiph. (NISP)	2	5	0	2
Diaph. (NISP)	1	7	8	4
Epiph. Esp.*	6	20	20	12
Ratio: Epiph-Diaph.	2	0,71	0	0,50
% de change	66,6666	75,0000	100	83,3333

Tableau. VII. 42. – Analyse d'épiphyses, de diaphyses et du pourcentage de change (détérioration). **Epiph** : épiphyse ; **Dist** : distal ; **Prox** : proximal ; **Diaph** : diaph ; **Esp** : espéré ; (*) En rapport avec le NME

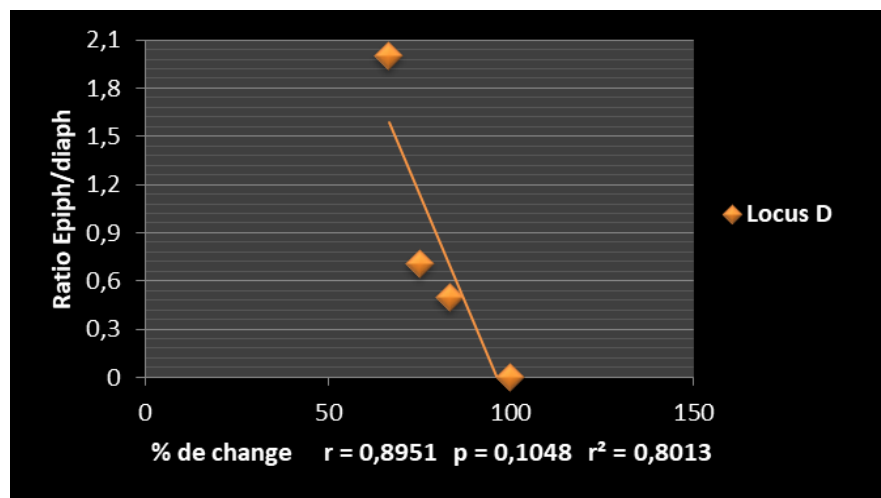


Figure. VII. 62. – Distribution des données du Ration épiphyses/diaphyses et le % change (détérioration) de l'assemblage osseux **Locus D**.

L'analyse comparée des sites du complexe ST (Domínguez-Rodrigo et al., 2002) et celui de l'assemblage du **Locus D** montre une sous-représentation des épiphyses pour les herbivores et un pourcentage de détérioration corrélativement élevé par rapport à celui du **Locus A**. De ce fait, les valeurs obtenues dans le **Locus D**, concernant la classe de poids moyenne indiquent l'implication intense des carnivores dans la modification de cet assemblage. Tandis que les autres catégories de poids montrent une implication des carnivores modérée (fig. VII. 62).

Ainsi, en comparant les valeurs obtenues concernant les éléments de grande et de petite taille avec les données fournies par Domínguez-Rodríguez et ses collègues (2002), nous observons que ces classes de poids suscitées ont un impact de carnivores modéré. En revanche, les données concernant la classe de poids de très grande taille sont semblables à celles d'un assemblage à faible modification des carnivores (ou aucune).

VII. 9. Discussion et synthèse interprétative

Le registre faunique étudié est constitué de différents taxons d’herbivores et de carnivores, où les premiers sont les plus abondants. Les équidés sont représentés par *Equus* sp. ; les bovidés par *Bos bubaloides*, *Connochaetes taurinus prognu*, *Parmularius ambiguus*, *Tragelaphus algericus* *Kobus* sp., et le genre *Gazella*. Les animaux de très grande taille (>1000kg) sont représentés par *Loxodonta atlantica*, *Hippopotamus sirensis* et *Ceratotherium mauritanicum*. Les suidés comprennent l’unique genre *Metridiochoerus*. La famille *Camelidae* contient *Camelus thomasi* et la famille *Giraffidae*, *Giraffa pomeli*. Les carnivores sont représentés par *Panthera leo* et *Lupulella*. Un seul primate est documenté dans l’assemblage, il s’agit de *Theropithecus oswaldi*.

Cette faune est caractéristique d’un environnement aride ouvert (Prentice et Denton, 1988 ; Denys et al., 1987 ; Vrba et al., 1995 ; Vrba, 1996 ; deMenocal, 1995, 2004 ; Antón et al., 2005), avec la présence des milieux humides plus fermés (Eisenmann, 1984 ; Harris et White, 1979 ; Cook, 2007 ; Boucherens et al., 1996 ; Geraads, 2010, 2012), néanmoins la présence d’hippopotames suggère la présence d’eau (Geraads et al., 1986)

Le spectre faunique est prédominé par les équidés contenant la représentation anatomique la plus complète (segment crânien et postcrânien). La plupart des restes étudiés appartiennent au segment appendiculaire (zeugopodes, stylopedes et métapodes), suivi de l’axial et enfin du crânien. Différentes catégories de poids sont recensées, et les classes d’animaux de grande et de très grande taille sont les plus représentées. A l’exception des restes de petite taille, représentés par le squelette crânien, toutes les autres classes de poids sont représentées par les éléments anatomiques du segment appendiculaire.

Le nombre minimum d’éléments récupérés est faible constituant une sous-représentation dans toutes les classes de poids. En considérant l’indice de la représentation des éléments squelettiques par segments anatomiques et par classe de poids, nous constatons une sous-représentation des éléments crâniens et axiaux par rapport à ceux des appendiculaires, à l’exception du segment axial de la classe de très grande taille qui est relativement élevé par rapport à l’appendiculaire.

La distribution des éléments anatomiques montre une prédominance d’éléments et de parties d’éléments de survie élevée comparés à ceux de faible survie (Marean et Cleghorn, 2003 ; Cleghorn et Marean, 2004).

Le profil de mortalité dominé dans l'assemblage est celui des adultes (61,40% du NMI), ce qui évoque une sélection écologique de la proie (Stiner, 1990), suggérant un fait humain qui diffère de celui généré par les grands prédateurs tels que les lions, les loups ou les hyènes, dominés par les individus les plus vulnérables (jeunes et vieux).

Le calcul du %MAU montre une représentation biaisée dans l'ensemble analysé. De ce fait, la classe de poids la plus représentée est celle de grande taille, dont les éléments les plus représentés appartiennent au segment appendiculaire (éléments riches en viande).

En ce qui concerne la fracturation des ossements, les restes les plus abondants appartiennent à la classe de poids de très grande et de grande taille. Suite aux résultats obtenus par l'analyse de la fracturation (Villa et Mahieu, 1991), nous constatons qu'une bonne partie des fractures a eu lieu lorsque l'os était encore frais, ce qui peut être attribué aux agents biologiques, hommes et /ou carnivores, lors d'obtention du contenu médullaire des os.

L'assemblage faunique étudié a fourni de nombreuses preuves de l'incidence de divers agents taphonomiques, et les résultats obtenus montrent une bonne conservation du matériel des deux assemblages. Les modifications postdépositionnelles sont caractéristiques des environnements en plein air, contexte fluvio-lacustre, tels que la météorisation, le piétinement, l'abrasion (arrondissement/polissage) qui sont liés à l'action de l'eau et aux autres agents taphonomiques. A part quelques différences de proportions, l'incidence de ces agents et processus est semblable dans les deux assemblages, excepté l'abrasion qui est un peu plus lisible dans le **Locus A** (47,95%) que dans le **Locus D** (28,33%).

L'altération par la météorisation a été observée dans les deux assemblages : **Locus A** (32,93%), **Locus D** (18,89%). Bien que leur nombre soit pauvre, certains fossiles présentent un degré élevé d'altération due à l'exfoliation et à la perte de tissu, dont la cause est l'exposition subaérienne un peu plus longue (Behrensmeyer, 1978). Les restes fortement altérés par la météorisation sont souvent ceux qui présentent un degré élevé d'abrasion (Andrews, 1995 ; Fernández-Javlo et Andrews, 2003). La situation diffère dans le cas des assemblages de Tighennif ; ce sont les restes les moins altérés par la météorisation qui sont un peu plus érodés, tandis que les restes les plus affectés par la météorisation représentent moins d'abrasion. Ces résultats sont probablement liés au contexte sédimentaire distinct entre les deux cas : un contexte argileux sableux dans le

Locus D et sableux dans le **Locus A**. Les taux d'abrasion dans le cas des sables grossiers sont élevés par rapport ceux des sables fins (Fernández-Jalvo et Andrews, 2003).

L'abrasion (arrondissement / polissage) par action de l'eau dans les deux **Locus** est attestée par l'arrondissement des os (Cáceres, 2002 ; Cáceres et al., 2012). Dans les deux **Locus**, l'arrondissement est plus présent que le polissage, et les stades de modification intermédiaires (R2/P1-P0) et (R2/P0-P1) sont les plus représentés. L'activité de l'eau a eu un peu plus d'impact sur les restes du **Locus A** par rapport à ceux du **Locus D**, néanmoins, aucune sélection par élément/partie anatomique, par taille de fossile ou par taxon n'a été observée.

Pour ce qui est du **Locus A**, le contexte sédimentaire responsable de cette modification semble avoir été le sable (sables fins) dans sa grande majorité. Tandis que le contexte sédimentaire du **Locus D** est argileux dans sa grande partie avec des sables fins. Ces deux types de contexte sédimentaire semblent être à l'origine de l'arrondissement plutôt que le polissage (Fernández-Jalvo et Andrews, 2003, 2016).

L'incidence la plus élevée de cette altération dans le **Locus A** suggère que les écoulements d'eau étaient relativement plus continus. L'étude stratigraphique et sédimentaire dans ce **Locus** indique que les restes fauniques se sont accumulés comme conséquence à une dynamique fluvio-lacustre, dont l'origine des sédiments est indiquée par la structure des dépôts (haut contenu en sable, peu de limons, fraction fine des sables, et le degré élevé de la proportion de grains de quartz émoussés) (Abdessadok et al., en préparation).

Les flux d'eau sont d'une énergie faible à modérée impliquant peu de perturbations, sans incidences dans la distribution des groupes taxonomiques (selon l'âge, le poids et type d'élément). Cela, est démontré par des critères tels que la cohérence, l'homogénéité et les caractéristiques d'orientation et d'inclinaison des restes (diagrammes de Rose et d'inclinaison). Ainsi, nous n'avons reconnu aucune modification associée aux mouvements des os après leur enfouissement (ré élaboration local/*local reworking*).

En effet, les écoulements hydriques détectés dans cette partie du site n'étaient pas suffisamment intenses pour orienter préférentiellement les restes et provoquer une perturbation prédépositionnelle, tels que le montre l'absence d'orientation préférentielle des restes et leurs inclinaisons qui se situent entre 0 et 30 degrés indiquant des positions plus ou moins stables. De plus, les restes osseux avec un degré extrême de modifications

par abrasion étaient pauvres. En revanche, une présence de quelques fossiles dans le **Locus A** (1,02%) et dans le **Locus D** (1,11%) portant des rainures fines (racines de plantes) abrasées, nous laisse penser à la présence d'écoulement d'eau, à un moment donné, qui aurait probablement déterrer localement ces fossiles mais sans les déplacer.

Par contre dans le **Locus D**, tous les restes fossiles proviennent d'un seul ensemble stratigraphique argileux sableux. La matrice sédimentaire de ce contexte, dans laquelle les restes sont enfouis, est formée de particules de grains fins représentant essentiellement des limons et des sables fins atteignant respectivement 87% et 13%. Par conséquent, le contexte sédimentaire de type très fin et l'absence totale d'éléments grossiers suggèrent que ces restes fossiles se sont déposés comme conséquence à un régime fluvial de faible énergie.

En comparant avec les vestiges lithiques (Sahnouni et al. en préparation), toutes les caractéristiques technologiques et typologiques indiquent une activité intense de production des outils lithiques *in situ*, comme le montre plusieurs critères, tels que la cohérence et l'homogénéité de l'assemblage lithique, présence de débris de taille (<20 mm) en grande quantité (à l'exception de quelques pièces, faites en roches fragiles comme le grés, présentant des altérations dues à leur long séjour en eau), l'état physique frais de l'industrie, la distribution de la taille des éléments de débitage, ainsi que l'orientation et l'inclinaison des pièces lithiques.

L'assemblage fossile de Tighennif s'est accumulé dans un milieu sédimentaire fluvio-lacustre favorisant le développement de bactéries responsables de la précipitation de l'oxyde de manganèse (Courty et al., 1989 ; Shahack-Gross et al, 1997 ; López-González et al., 2006 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016). L'altération par l'oxyde de manganèse a affecté un certain nombre de fossiles, et cela dans les deux **Locus** avec une incidence relativement élevée, qui pourrait être le résultat du taux élevé de l'humidité habituellement présent dans un micro environnement comme la plaine d'inondation.

La formation de concrétions calcaires est présente dans les deux assemblages examinés. Les changements qui se produisent dans les conditions d'humidité du substrat sont à l'origine de cette modification, entraînant une expansion et un compactage des sédiments et leur humidification et séchage (Courty et al., 1989 ; Fernández López, 2000).

Le piétinement est présent sur les deux assemblages analysés avec un aspect majoritairement homogène sur tous les restes affectés (Gifford-González et al., 1985 ;

Behrensmeyer, 1986 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2009a, 2012, 2017 ; de Juana et al., 2010 ; Monnier et Bischoff, 2014).

L'action corrosive des racines de végétations est également présente dans les deux assemblages ; elle se manifeste par des rainures localisées, dispersées d'une manière aléatoire sur les surfaces osseuses. Cette action racinaire est plus abondante dans le **Locus D**, affectant plus de surfaces osseuses par rapport aux restes du **Locus A**.

D'une manière générale, le matériel fossile analysé est bien conservés, ce qui a permis de bien reconnaître l'action des hominidés et celle des carnivores. L'analyse taphonomique de ces restes a révélé l'existence des preuves évidentes d'une exploitation de la viande et de la moelle des ongulés par les hominidés, comme en témoigne la présence des traces de découpe et de percussion. Par conséquent, ces restes fauniques sont caractérisés par une surface corticale en bon état de conservation permettant une bonne lisibilité des modifications survenues sur les surfaces des ossements. Ces dernières permettent de montrer le processus anthropique de traitement de carcasses d'animaux, et de reconnaître le protocole et le type d'actions mécaniques appliquées à ce sujet à partir de l'obtention de l'animal jusqu'à sa consommation.

Toutes les traces de découpe documentées à Tighennif présentent une trajectoire rectiligne, une orientation oblique par rapport à l'axe de l'os avec une section en forme « V » relativement profonde et des bords de la rainure, majoritairement symétriques. Certaines marques préservent des microstriations à leur fond est occasionnellement un écaillage sur l'un des bords, qui correspond au phénomène *flaking on the shoulders of the groove* (Domínguez-Rodrigo et al., 2009a, 2012 ; Soulier et Costamagno, 2017 ; Val et al., 2017). Ainsi, l'examen de ces cut marks montre qu'elles se présentent plus profondes que celles produites par le piétinement observé sur le même matériel (Bunn, 1981 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003 ; de Juana et al., 2010 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2012 ; Monnier et Bischoff, 2014). Certaines de ces cut marks se présentent comme isolées et d'autres comme parallèles regroupées (fig. VII. 11, 12, 14) concentrées avec quelques rainures fines qui superposent les principales (fig. VII. 17).

Selon les expériences de Domínguez-Rodrigo et al. (2009a), les stries d'épaulement ne se produisent pas plus loin de 0,2 mm du bord de la rainure et sont fréquemment associés à des traces produites par des artefacts retouchés (74,3%) et des artefacts non retouchés (32,9%) qu'avec des marques causées par le piétinement (seulement 5,9%). Toutefois, le travail d'expérimentation mené par Val et al. (2017) ne montre pas de

différences significatives entre les marques de découpe produites par de simples éclats et celles produites par les outils retouchés en termes de proportions de marques avec effet d'épaule.

Le nombre de traces de découpe documenté à Tighennif est relativement remarquable ; probablement lié au type d'outils et d'instruments utilisés, dont les éclats retouchés et les bifaces qui, selon Galán et Domínguez-Rodrigo (2013), laissent plus de marques sur les éléments osseux que les simples éclats.

Afin de comprendre et d'interpréter la distribution et l'incidence des cut marks documentées à Tighennif, notre approche s'est basée sur les travaux analogiques ethnoarchéologiques et expérimentaux de Binford (1981), Nilssen (2000), Galán et Rodríguez-Domingo (2013) et Soulier et Costamagno (2017). Les résultats obtenus montrent que ces traces de boucherie documentées à gisement sont liées à deux activités principales ; le décharnement et le dépeçage.

En plus des animaux de grande et de taille moyenne (*Equus*, *Bovini*, *Antilopini*, *Alcelapnini*), les hominidés de Tighennif ont aussi exploité les animaux de très grande taille tels que *Loxodonta atlantica*, *Ceratotherium mauritanicum*, *Hippopotamus sirensis*.

Deux éléments anatomiques de *Loxodonta atlantica*, vertèbre (axial) et diaphyse d'un membre antérieur/postérieur (appendiculaire), portent des cut marks, dont l'activité qui en est à l'origine est le décharnement et/ou le retrait du périoste (Crader, 1983 ; Johnson, 1983, 1987, 2007 ; Saunders et Daeschler, 1994 ; Haynes, 1991 ; Binford, 1981 ; Nilssen, 2000 ; Soulier et Costamagno, 2017). Concernant le rhinocéros, deux éléments portent des traces de découpe ; un métacarpe et un ulna (appendiculaire), dont l'activité peut être le dépeçage pour le premier élément et possible le décharnement pour le deuxième. En outre, une seule vertèbre (axial) d'hippopotame porte une incision résultant peut-être de l'activité de décharnements (Crader, 1983 ; Johnson, 1983, 1987, 2007 ; Saunders et Daeschler, 1994 ; Haynes, 1991 ; Binford, 1981 ; Soulier et Costamagno, 2017).

Le petit échantillon de fossiles analysés concernant ces animaux de très grande taille, ne permet pas de déduire la fréquence à laquelle les hominidés exploitent les carcasses de ces grands animaux. Cependant, la faible incidence de ces cut marks sur les ossements de ces animaux peut être expliqué par le contact minimal entre les outils et les

os (Crader, 1983 ; Gifford-González, 1989 ; Haynes, 1991 ; Yravedra et al., 2010), bien qu'une exploitation intensive peut produire des marques abondantes (Lyman, 1992).

Nous admettons, cependant, que l'échantillon est encore petit pour justifier des déclarations définitives sur l'accès à ces carcasses, mais la présence des cut marks sur les parties diaphysaires des membres postérieurs/anérieurs (éléments riches en matière de viande), suggère un accès primaire des hominidés à ces carcasses. Si les hominidés avaient un accès secondaire aux carcasses, après le passage des carnivores, ils n'auraient pas créé nécessairement des traces de découpe, parce qu'il y aurait eu peu ou pas de viande sur les os après un jour ou deux (Domínguez-Rodrigo et al., 2005 ; Haynes et Klimowicz, 2015).

Ce qui est pertinent de souligner est que la consommation des animaux de très grande taille comme l'hippopotame est aussi présente dans le site d'Oldowayen d'Ain Hanech en Algérie (Pléistocène inférieur) (Sahnouni et al., 2013), ainsi que dans les sites du Pléistocène moyen du Middle Awash en Ethiopie, où des restes d'hippopotame portant des marques de coupes sont découvertes associées à des artefacts lithiques (de Heinzelin et al., 2000). L'exploitation de ressources similaires a été également documentée dans d'autres sites d'Afrique datant du Pléistocène inférieur, à Buia (Fiore et al., 2004), à Koobi Fora (Bunn, 1994 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2002), et à BK (*Upper Bed II*, Olduvai Gorge (Tanzanie) (Domínguez-Rodrigo et al., 2009b). En revanche, la preuve de la consommation de ces animaux avant 1 Ma n'est considérée qu'une exploitation marginale et irrégulière de ces ressources. Au-delà de l'inclusion de taxons fauniques de plus de 1000 kg dans le régime alimentaire des hominidés, leur consommation devient plus visible après la fin du Pléistocène inférieur (Yravedra et al., 2010).

Un fait particulier est documenté à Tighennif, celui de l'exploitation des reptiles comme démontré par la présence des cut marks sur un fragment de carapace d'une tortue ; ce qui présente une preuve du traitement anthropogénique des petits animaux. De telles stratégies de subsistance sont également suggérées en Afrique, notamment à *Bed I* à Olduvai (Tanzanie) où l'utilisation occasionnelle d'hérisson (*Erinaceus broomi*) a été documentée (Fernández-Jalvo et al., 1999a) et dans le bassin de Turkana au Kenya où l'alimentation humaine comprenait de divers petits animaux aquatiques (Braun et al., 2010), et dans le site de Buia dans lequel l'exploitation des crocodiles a été attestée (Fiore et al., 2004). Il est à ajouter aussi le site de la Sima del Elefante TE9 (Atapuerca, Espagne) qui a fourni des preuves suffisantes documentant la consommation humaine de tortues dans

le début du Pléistocène inférieur européen (Huguet, 2007 ; Carbonell et al., 2008 ; Blasco et al., 2011).

L'exploitation de matière médullaire est documentée dans le gisement de Tighennif. Les restes osseux fragmentés les plus abondants appartiennent à la classe de poids de grande et de très grande taille, suivi de ceux de taille moyenne. Les fractures à angle oblique dominant l'assemblage par rapport au transversal et au longitudinal, mais les fractures droites et variables (mixtes) sont également présentes. En ce qui concerne le bord de la fracture, les textures régulières (lisses) sont bien représentées par rapport à celles irrégulières (rugueuses) (Villa et Mahieu, 1991). Les résultats issus de l'analyse de la fracturation des os longs dans les deux assemblages étudiés, nous indiquent qu'une grande partie des fractures a eu lieu lorsque l'os était encore frais. Ce type de fracture peut être attribué principalement aux agents biologiques, hommes et /ou carnivores lors d'obtenir le contenu médullaire des os. La présence de petites encoches dont le profil est concave et la surface scalariforme suggèrent que ces restes ont été exploités par les hominidés et / ou les carnivores.

L'activité de la fracturation anthropique par percussion dans l'assemblage de Tighennif est aussi présente. Les éléments diagnostics de cette activité sont affirmés par la fréquence de la présence des éclats, des cônes et des stigmates de percussion sur les membres intermédiaires et supérieurs du squelette appendiculaire (Binford, 1981; Johnson, 1985 ; Selvaggio, 1994, 1998 ; Blumenshine, 1995 ; Capaldo et Blumenshine, 1994 ; Capaldo, 1997 ; Fernández-Jalvo et al., 1999 ; Domínguez-Rodrigo et Pickering, 2003 ; Pickering et Egeland, 2006 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006). De nombreux ossements fracturés portent des stigmates de percussion présentant des encoches, dont le profil est concave et la surface scalariforme, associés aux bords de fracture lisses et éventuellement aux encoches signalant la zone d'impact et dans certains cas des détachements corticaux ou médullaires sont remarquables. Le plus grand nombre d'éléments anatomiques portant des marques de percussion appartiennent naturellement à la partie centrale des éléments appendiculaire, riche en matière alimentaire nutritive (moelle), bien que des stigmates de percussion aient été observés sur des éléments d'os plat (scapula d'un animal de grande taille et une partie d'un pelvis de très grande taille). Tous les stigmates de percussion analysés présentent des esquillements (encoche scalariforme) sur l'un des bords de la fracture, tandis que les points d'impact sont moins fréquents.

Une association entre les marques de percussion et celles de découpe est observée sur des restes osseux de grande et de taille moyenne à Tighennif, ce qui évoque une éventuelle exploitation intense des ressources ; de l'extraction de viande jusqu'à la fracturation des membres pour bénéficier de la moelle.

De plus, la fracturation des membres des animaux de très grande taille (éléphant, rhinocéros et hippopotame) a été aussi observée dans l'assemblage de Tighennif. La fracturation de membres d'éléphants requiert de déployer des efforts importants, ce qui nécessite de retirer le périoste pour faciliter la fracturation (Holen, 2007 ; Johnson, 2007). Cela, nous laisse suggérer que les hominidés de Tighennif procédaient à la fracturation des membres par connaissance de la valeur nutritive de la moelle.

Parmi les restes fracturés, une proportion de 17,24% portent des traces de carnivores, soit en forme de rainures (le cas de la diaphyse d'os long d'animal de taille moyenne montrant des cut marks superposées par des rainures causées par les carnivores), soit en forme de marques de consommation (bords crénelés, traces de piqûres) (Haynes, 1980 ; Binford, 1981 ; Shipman, 1983 ; Blumenschine et Marean, 1993 ; Blumenschine, 1995 ; Blumenschine et al., 1996 ; Pickering et Wallis, 1997 ; Egeland, 2008).

L'*Equus* sp. est le taxon qui montre le plus d'indices de percussion et de fracturation, suivi de *Loxodonta atlantica*, puis de *Bos bubaloides* et enfin d'*Antilopini*.

La majorité des restes portant des stigmates de percussion anthropiques appartiennent à *Equus* sp. Les membres médians (radius et tibia) et supérieurs (humérus et fémur) sont les plus exploités, et cela par rapport à leur quantité de moelle élevée (Binford, 1981 ; Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Blumenschine, 1995 ; Capaldo et Blumenschin, 1994 ; Fernández-Jalvo et al., 1999 ; Pickering et Egeland, 2006 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006). Un autre type d'éléments anatomiques a été fracturé pour exploiter la moelle, il s'agit de mandibule d'*Equus* sp., et de *Metridiochoerus modestus*. Les stigmates de percussion sont situés dans le bord inférieur correspondant à la série dentaire. Cette action sur les mandibules montre la survie élevée de cet élément (Marean et al., 2000 ; Marean et Cleghorn, 2003 ; Cleghorn et Marean, 2004).

La fabrication d'outils sur os a été déjà signalée à Tighennif par Denys et al. (1984) ; il s'agit d'un métacarpe d'équidé présentant une fracture en spirale et plusieurs retouches plutôt abruptes à son extrémité proximale (partie active). Cela semble fournir des

preuves convaincantes de l'utilisation d'outils osseux par l'*Homo erectus* durant le Paléolithique inférieur (Geraads et al., 1986).

Deux spécimens osseux documentés à Tighennif semblent présenter quelques critères qui suggèrent une élaboration intentionnelle de los (fig. VII. 25, 26). Ces pièces présentent une seule extrémité pointue et arrondie (Barham et al., 2002 ; d'Errico et Backwell, 2009). De plus, la seconde extrémité de ces pièces ne montre aucune modification d'abrasion naturelle, de piétinement ou de traces de carnivores. Ce que nous retenons est que ces restes présentent un aspect émoussé à une extrémité seulement, et ceux-ci est le plus souvent associé à un bord de fracture lisse. L'observation à l'œil nue des pointes polies ainsi que les bords proches de l'extrémité émoussée peuvent probablement indiquer un frottement contre une matière molle (possible des tissus mous comme la viande et les viscères), comme il a été documenté sur l'os utilisé à Konso (Echassoux, 2012). L'analyse exhaustive de ces pièces fera l'objet d'une étude plus poussée dans des futurs travaux. Une autre matière dure animale a été utilisée dans le gisement de Tighennif. Il s'agit des canines d'*Hippopotamus sirensis* en ivoire dans l'objectif de fabriquer des outils tranchants. Parmi ces restes, nous notons la présence d'un éclat avec bulbe provenant d'une canine inférieure de cette espèce (D'après Sahnouni et al. travaux en cours). Parallèlement, une autre canine inférieure du même taxon exhibe un négatif d'extraction d'éclat (débitage semblable à celui lithique montrant le négatif du bulbe). Ajoutant à cela, au même niveau, plusieurs fragments en ivoire d'hippopotame ont été recueillis, probablement font partie des rejets de débitage de matière première utilisée pour fabriquer des outils.

Il est à considérer que certains sites africains tels Swartkrans (Afrique du Sud), daté entre 1,8-1,0 Ma, montrent une modification intentionnelle pour façonner des pointes en os servant à l'extraction des termites soulignant l'importance de cette source de protéine dans le régime des Acheuléens (Backwell et d'Errico, 2005). Les outils osseux d'Olduvai Gorge en Afrique de l'Est (Leakey et Rose, 1994) ont été peut-être utilisés dans le traitement des carcasses de grands mammifères (Backwell et d'Errico, 2005). L'interprétation de la variation dans les stratégies de production d'outils osseux est probablement liée aux différents taxons d'hominidés artisans (*Paranthropus robustus* en Afrique du Sud et *Australopithecus boisei* en Afrique de l'Est) (Harris et al., 2013). De rares pièces osseuses travaillées sont connues dans la formation de Konso et les hominidés de ce site avaient probablement un accès primaire aux différentes parties de carcasses

d'herbivores de toute taille, bien qu'il ait eu probablement une compétition y ait avec les autres prédateurs (grands carnivores) (Echassoux, 2012). Selon toujours le même auteur, le processus de traitement des carcasses (décharnement et dépeçage) les mieux observés, apparaissent relativement maîtrisés comme l'indique l'outillage lithique saillant et le nombre de stries de boucherie observé sur le matériel. À partir de 1,4 Ma, bien qu'elle soit rare, la modification osseuse montre que l'imposition de la forme a eu lieu dans des matières premières distinctes (Beyene et al., 2013).

L'analyse de l'assemblage lithique recueilli à Tighennif (Sahnouni et al. en préparation) montre que toutes les caractéristiques technologiques et typologiques indiquent une activité intense de production des outils *in situ* et se réfèrent clairement à la tradition et au comportement technologique acheuléen. Cela suggère que les hominidés de ce site ont produit des outils fonctionnels adéquats dans le traitement de la viande étant probablement une composante majeure de leur alimentation. En ce qui concerne la matière première utilisée, l'industrie est manufacturée en grès, silex, calcaire, et quartzite.

Les groupes d'hominidés à Tighennif ont effectués plusieurs activités dans cet environnement tels que le traitement des carcasses, la fabrication d'outils en pierre et probablement son utilisation comme foyers d'interactions sociales, ce qui rend la concurrence des carnivores faible dans de tels contextes.

L'analyse taphonomique des deux assemblages fauniques du site de Tighennif a révélé peu d'activité développée par les carnivores à la fois dans le **Locus A** (3,92%) et dans le **Locus D** (4,44%). La distribution, dans le **Locus A**, des morsures par éléments anatomiques selon le NISP montre que la plupart appartiennent au segment appendiculaire (64,28%), éléments à grande contenance de viande. Les restes de très grande taille sont les plus affectés par ces prédateurs, néanmoins, aucun modèle d'intervention clair n'a été observé, bien que les parties médianes des restes appendiculaires (diaphyses) aient une grande proportion de morsures (35,71%) par rapport aux épiphyses (7,17%). La quantité des spécimens mordus par les carnivores et le nombre de morsures engendrées présentent un échantillon faible et ne permet pas d'identifier et d'isoler, avec précision le type de carnivore impliqué dans l'accumulation de ces restes osseux du **Locus A**.

Cependant, dans le **Locus D**, bien que l'activité des carnivores soit présente (4,44%), elle reste inférieure à celle anthropique (13,33%). Aucun taxon n'a été identifié parmi les éléments modifiés, majoritairement appartenant aux restes complètement non identifiables. Les types de modifications sont principalement de type *furrowing* (Haynes, 332

1983 ; Pickering, 1999), qui n'a pas permis d'effectuer une analyse statistique métrique exhaustive.

Les résultats obtenus concernant le ratio *épiphyses/diaphyses* et le pourcentage de détérioration montrent une corrélation négative hautement significative indiquant une modification faible à modérée, causée par les carnivores dans les deux assemblages. Cela peut-être expliqué par une concurrence faible de carnivores dans cet environnement (Domínguez-Rodrigo, 2001). Ainsi, certains carnivores, tels que les lions, endommagent généralement les os beaucoup moins intensément que les hyènes (Selvaggio, 1994) ; et de ce fait, la densité des marques de dents est moins remarquable dans l'ensemble ; et aussi les grands félins et les hominidés peuvent acquérir indépendamment des carcasses et les transportent diachroniquement vers des endroits spécifiques du paysage, sans aucune interaction tels qu'il a été observé à FLK Zinj (Domínguez-Rodrigo et al., 2009b)

L'étude des interactions des carnivores dans les savanes modernes démontre que les zones boisées riveraines constituent l'habitat présentant le plus faible degré de compétition interspécifique dans ce type d'écosystème. Cette affirmation est étayée par l'étude de la durée des carcasses dans les savanes (Blumenschine, 1986 ; Cavallo, 1997 ; Domínguez-Rodrigo, 2001). Bien que l'action des carnivores soient faible, principalement secondaire, dans le gisement de Tighennif, les incidences de l'interaction entre les carnivores et les groupes d'hominidés sont présentes. Par exemple, l'association entre les marques de dents des carnivores et les traces d'activités anthropiques a été observée sur deux éléments anatomiques, dont l'un montre des stigmates de percussion (fracturation anthropique) associées aux traces causées par des carnivores, et l'autre montre trois incisions obliques superposées par deux rainures engendrées par des prédateurs carnivores.

Le ratio carnivore/ongulé est faible dans les deux assemblages (0,01 dans le **Locus A** et 0,02 dans le **Locus D**, pour le NMI) ; cela est caractéristique d'un assemblage constitué par les hominidés (Cruz-Urib, 1991), et montre que les carnivores avaient un accès secondaire aux carcasses d'animaux préalablement défaites dans leur intégralité par les hominidés (Pickering et Domínguez-Rodrigo, 2006). Ceci correspond au modèle Hommes-Carnivores proposé par Selvaggio (1998) suggérant que les hominidés peuvent avoir accès à des quantités de chair plus importantes, et soulignant la probabilité que les aliments provenant des carcasses sont de sources multiples et de manières diverses (Pickering et Domínguez-Rodrigo, 2006). Un tel accès primaire des hominidés aux carcasses d'animaux nous laisse penser à un accès précoce (*early access*) et une

implication d'une chasse active et/ou un charognage actif par confrontation, bien que ce dernier soit dangereux et il n'est pas souvent productif, ce qui pourra laisser d'abondants nutriments utilisables (O'Connell et al., 1988 ; Bunn, 1996, 2001 ; Bunn et Ezzo, 1993 ; Joulain, 1993).

En plus du nombre faible du squelette axial, il existe un autre biais dans les deux assemblages mettant l'accent sur l'absence presque totale des épiphyses dans toutes les catégories de poids. Le pourcentage de changement et le Ratio épiphyse-diaphyse (Blumenschine et Marean, 1993 ; Domínguez-Rodrigo, 2002 ; Marean et Spencer, 1991) de ces assemblages indiquent qu'il y a une disparition d'un nombre des épiphyses.

Les valeurs fournies par Domínguez-Rodrigo et ses collègues (2002) avec les notes du **Locus A** montrent une sous-représentation des épiphyses et un pourcentage de détérioration relativement élevé. Effectivement, les valeurs obtenues indiquent l'implication des carnivores dans la modification de cet assemblage, néanmoins d'une manière modérée, et cela dans toutes les classes de poids, excepté celle de très grande taille, dont l'impact des carnivores est faible ou rare. Cependant, l'assemblage du **Locus D** montre une sous-représentation des épiphyses et un pourcentage de détérioration corrélativement élevé par rapport à celui du **Locus A**, ce qui indique une implication intense des carnivores dans la modification des restes de taille moyenne, tandis que les autres classes de poids montrent une implication des carnivores plutôt modérée.

Traditionnellement, cette absence est attribuée à l'effet des charognards (Marean et Spencer, 1991 ; Blumenschine et Marean, 1993), à un haut degré de disparition et à une forte concurrence entre eux (Domínguez-Rodrigo, 2002). Le faible nombre d'épiphyse peut être lié au nombre étroit des éléments du squelette axial, du fait que ces deux éléments partagent des caractéristiques physiques semblables (Marean et Cleghorn, 2003).

Dans ce cas, l'absence presque totale des épiphyses ne peut pas être expliquée par les processus fossilo-diagénétiques, qui montre la bonne conservation des deux assemblages, mais peut être par la stratégie de transport développée par les hominidés qui peut laisser peu de ressources pour les carnivores, ce qui évoque moins de marques de dents de carnivores sur ces restes (ils pourraient bien consommer des ressources ou les transporter aussi). Bien que l'action des carnivores soit rare, néanmoins, ils ont peut-être réalisé des incursions à la recherche de nutriments abandonnés par les hominidés (stratégie de maraudage).

La distribution anatomique dans les catégories de poids de très grande, de grande et de taille moyenne est similaire, excepté quelques variables entre les deux assemblages. Toutes les classes de poids du **Locus D**, ainsi que la classe moyenne dans le **Locus A**, présentent une grande survie des éléments appendiculaires, suivi de l'axial, puis du crânien. Cette distribution indique une prédominance d'éléments et de parties d'éléments de survie élevée comparés à ceux de faible survie (Marean et Cleghorn, 2003, Cleghorn et Marean, 2004). Cependant, dans le **Locus A**, la classe de très grande taille montre la survie du squelette axial (éléments de faible survie), suivi de l'appendiculaire, puis du crânien.

L'étude de l'assemblage faunique de Tighennif permet de définir l'accumulation résultant de l'action des *Homo erectus*, et qui se caractérise par : 1) un accès primaire aux carcasses d'animaux obtenues ; 2) une exploitation des taxons de grande et de taille moyenne, ainsi qu'une gamme d'espèces plus de 1000 kg (éléphant, hippopotame, rhinocéros), ce qui suggère un degré remarquable de contrôle de la circulation de la biomasse animale, de leur écosystème écologique ; 3) une réalisation d'activités de dépeçage, de décharnement, de fracturation osseuse, avec le débitage lithique (Sahnouni et al., en préparation) sur le site.

Ces résultats sont compatibles avec d'autres études concluant que les hominidés acheuléens et Oldowans avaient fréquemment l'accès primaire aux grandes carcasses d'animaux et avaient mieux réussi à concurrencer les grands carnivores pour l'accès aux ressources en viande (Monahan, 1996 ; Rogers et al., 1994 ; Sahnouni et al., 2013 ; Cáceres et al., 2017a, 2017b ; Forrest et al., 2018).

L'accès primaire des *Homo erectus* aux carcasses animales a été amplement démontré par l'analyse archéozoologique de plusieurs sites du continent africain (Schick et Toth, 1993 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2001, 2014 ; Echassoux, 2012 ; Beyene et al., 2013 ; Semaw et al., 2013 ; Sánchez-Yustos et al., 2016). Notre étude montre que les modifications anthropiques dans l'assemblage de Tighennif sont supérieures à celles des carnivores. Ainsi, nous avons noté une utilisation intense des carcasses. De plus, l'existence de marques de carnivores qui superposent celles des anthropiques renforce l'ampleur de cette utilisation primaire des carcasses d'animaux. Toutes les traces de découpe sont situées principalement dans les zones hautement nutritives des os, liées au décharnement et à l'utilisation de viande (Domínguez-Rodrigo et Barba, 2007).

La présence du squelette axial est faible dans toutes les classes de poids, excepté celle de très grande taille du **Locus A**. Les trois catégories de poids diffèrent les uns des

autres principalement par le nombre de restes qui les représentent, mais pas dans leur distribution anatomique. On voit ainsi que dans ces trois catégories de poids, la proportion de survie des côtes est inférieure à 8%. Malgré l'existence de différences entre les trois principales catégories (très grande, grande et moyenne) en termes de nombre de restes, NISP et NME, la fréquence de ces éléments par rapport à un squelette complet présente des similitudes.

Les hominidés de Tighennif avaient un accès primaire aux carcasses d'animaux obtenues et les preuves présentées indiquent que ces groupes d'hominidés avaient peut-être exploité les proies d'une façon holistique tout en tenant à distance les autres prédateurs carnivores, tels que les lions et les hyènes (Domínguez-Rodrigo et al., 2002 ; Harris et al., 2013). Bien que les sites acheuléens soient variables sur le plan comportemental, très peu d'assemblages ont bénéficié de la suite complète d'analyses taphonomiques. Le site de FLKW, Olduvai Gorge (Tanzanie), daté entre 1,74-1,66 Ma, montre les premières étapes du développement de la technologie acheuléenne et constitue le plus ancien site acheuléen associé spatialement et fonctionnellement à l'exploitation de la faune éventuellement par *Homo erectus sensu lato*. L'analyse taphonomique indique que la boucherie de carcasses était l'une des activités répétées sur le site avec accès primaire par les hominidés suivi de carnivores et de ravages post-déposition (Diez-Martín et al., 2013).

Certains des modèles proposés pour expliquer les comportements des hominidés plio-pléistocènes et la formation des premiers sites archéologiques Est-africains sont axés sur l'hypothèse que les habitats riverains dans lesquels la plupart d'entre eux se trouvaient dans des lieux de faible compétition interspécifique (Domínguez-Rodrigo, 2001). Le gisement de Tighennif s'est accumulé dans un contexte sédimentaire fluvio-lacustre, caractérisé par un environnement à double cachet écologique ; entre un milieu ouvert aride (Geraads, 1981 ; Denys et al., 1986 ; Prentice et Denton, 1988 ; Vrba et al., 1989 ; deMenocal, 1995, 2004 ; Vrba, 1996 ; Antón et al., 2005) et un autre fermé humide (Harris et White, 1979 ; Eisenmann, 1884 ; Geraads, 2010, 2012 ; Cook, 2007). Aussi, cette variation climatique régionale étalée dans un temps et dans un espace bien défini a été démontrée par l'étude biogéochimiques sur la faune de ce site situé dans une zone à environnement de prairie ouvert avec des niches écologiques de forêts méditerranéennes plus fermées (White, 1983) et la présence d'un paléoclimat tempéré (Boucherens et al., 1996)

Cette diversité dans l'écologie de Tighennif peut être à l'origine de la variation dans la disponibilité des ressources alimentaires. Selon Tappen (1992, 1995) et Blumenschine et al. (2006), la variation dans la disponibilité des carcasses dépend de l'habitat (plus de ressources sont disponibles dans les zones boisées riveraines où la compétition est faible) et de la saison (plus de carcasses sont rencontrées pendant la saison sèche). Les hominidés de Tighennif auraient pu effectuer plusieurs activités à ces endroits en plus du traitement des carcasses et de la fabrication d'outils en pierre, ils les ont probablement utilisés comme foyers d'interactions sociales. Dans un contexte pareil, il semble évident qu'il y ait peu d'interventions des carnivores et la concurrence aurait donc dû être très faible (Isaac, 1978 ; Domínguez-Rodrigo, 2001).

Différents agents et processus peuvent modifier le profil anatomique original et mènent à des résultats similaires (Marean et Spencer, 1991). Ces agents peuvent être liés à des processus postdépositionnels, tels que le transport hydrique, le piétinement, la météorisation), l'action des carnivores sur les restes abandonnés par les hominidés, des stratégies de transport prises par les hominidés ou bien la combinaison de l'activité de plusieurs agents et / ou processus.

Dans l'objectif de tester la présence ou non d'une certaine stratégie de transport appliquée par les hominidés dans le gisement de Tighennif, plusieurs méthodes ont été appliquées (Binford, 1978 ; Metcalfe et Jones, 1988 ; Faith et Gordon, 2007).

Dans le **Locus A**, les résultats obtenus concernant la relation entre le %MAU et (S)FUI ne montrent pas de corrélation statistiquement significative par rapport aux éléments de survie élevée et ceux de survie basse. Ainsi, les résultats de l'indice d'*Unsaturated Marrow Index* (UMI) en relation avec le %MAU indiquent qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative dans le cas des éléments de grande taille ($P = 0,5580$ et $r = 0,27$), tandis que la corrélation est positivement significative dans le cas des éléments de taille moyenne ($P = 0,04$ et $r = 0,9818$).

La corrélation entre le %MAU et (S)FUI dans le **Locus D** pour la catégorie de taille moyenne ne présente pas de corrélation significative ($P = 0,2035$ et $r = 0,6831$), tandis que cette corrélation est positivement significative dans le cas des éléments de grande taille ($P = 0,0044$ et $r = 0,9759$). En revanche, les résultats de l'indice d'*Unsaturated Marrow Index* (UMI) en relation avec le %MAU indiquent qu'il n'y a pas de corrélation statistiquement significative dans le cas des éléments de taille moyenne ($P =$

0,8003 et $r = 0,1574$), mais dans la grande taille, la corrélation est positivement significative ($P = 0,003$ et $r = 0,9224$).

Les résultats obtenus concernant le type de stratégie nutritive en appliquant la valeur d'équitable *Evenness* (e) et le coefficient de corrélation de *Spearman's* existante entre le (S)FUI et le %MAU sur les deux assemblages montre que dans le **Locus A**, cette stratégie correspond à un transport semblable au type *Unconstrained*, en considérant la valeur d'*Evenness* (e) qui, seule rend difficile la distinction entre un type de stratégie *Bulk* ou *Unconstrained*. De ce fait, pour différencier entre les deux types de stratégies, la corrélation de *Spearman's* a été appliquée. Si la corrélation est significative et élevée, la stratégie nutritive s'apparente à une stratégie de type *Bulk*. Généralement, pour une stratégie de type *Unconstrained*, la corrélation est positive ou négative, mais très proche de zéro. Dans le cas de l'échantillon du **Locus A**, une certaine corrélation existe, de sorte que cela indiquerait une stratégie de transport de type *Bulk*, dans laquelle les éléments nutritifs sont les mieux représentés, et cela dans les deux classes de poids, grande et moyenne.

Dans le **Locus D**, bien que l'échantillon de cet assemblage soit relativement faible, nous avons comme même abordé le calcul des valeurs d'équitable *Evenness* (e) et le coefficient de corrélation de *Spearman's* existante entre le (S)FUI et le %MAU. Les résultats obtenus pour la corrélation de *Spearman's* ont montré l'existence d'une corrélation qui indique une stratégie de transport de type *Unconstrained*, dans laquelle le transport des éléments anatomiques serait lié à une introduction des éléments dans le site en fonction de leur abondance dans la proie, mais pas par rapport à leur valeur nutritionnelle.

L'ensemble faunique du gisement de Tighennif montre un degré élevé de complexité et de variabilité comportementale des groupes d'*Homo erectus*. Bien que n'étant pas en mesure de séparer la totalité de chaque contribution effectuée par ces hominidés, néanmoins, il a été possible d'isoler une stratégie de transport de type *Bulk* (Binford, 1978) dans le **Locus A** pour les deux classes de poids moyenne et grande. En revanche, dans le **Locus D**, c'est la stratégie de type *Unconstrained* (Faith et Gorden, 2007), qui a été identifiée, bien que cette interprétation reste présumée et pas définitive, du fait que les travaux de fouille dans ce **Locus** sont encore en cours.

Les stratégies de transport des chasseurs-cueilleurs modernes sont conditionnées par les décisions de transport prises par les hominidés, qui sont aussi liées à de variables complexes (le type et la taille de l'animal, le nombre de personnes qui compose le groupe,

le nombre de proies) en termes de déduction pour les contextes pléistocènes (Binford, 1978, 1981 ; Bunn et Kroll, 1986 ; Bunn, 1993). D'autres variables peuvent être considérées lors de la prise de décision de transport tels que l'anatomie de l'animal, le coût de traitement, la distance entre le lieu d'obtention et le campement, le temps de l'obtention, la concurrence entre les groupes humains ou les prédateurs et la technologie lithique (Monahan, 1998 ; O'Connell, 1993).

La présence des deux types de stratégies de transport combinée avec l'accès primaire aux carcasses d'animaux obtenues par chasse et/ou charognage actif, indique la capacité des hominidés de Tighennif à capturer et à exploiter une grande variété d'espèces de grande et de taille moyenne, y compris celle de très grande taille (éléphants, rhinocéros et hippopotames) ; cela, suggère la présence d'un degré de contrôle de l'écosystème environnant.

Il est présumé que les hominidés à Tighennif vivaient dans des campements en plein air, dans un habitat riverain, pas loin de l'endroit de l'obtention des carcasses d'animaux. Les zones d'habitat de ces *Homo erectus* dans cette région d'Afrique du Nord n'ont pas été encore précisément identifiées ainsi que les données pour aborder la question sur l'existence d'une articulation sociale. Cependant, bien que cette dernière fût très rudimentaire, il doit y avoir un certain degré de coopération entre les membres du groupe, mis en évidence par les différentes activités anthropiques (débitage lithique, dépeçage, décharnement et transport), ainsi que la sophistication de l'industrie lithique.

Les recherches archéozoologiques récentes sur les assemblages acheuléens commencent à produire des résultats intéressants, notamment à Swartkrans (Afrique du Sud) et Peninj (Tanzanie) (Pickering et al., 2004 ; Harris et al., 2013). Bien que l'association entre les restes fauniques et les assemblages lithiques à Swartkrans soit encore ténue, les assemblages fauniques de Peninj en Tanzanie montrent des différences claires entre les contextes écologiques des accumulations associées aux outils d'Oldowan et ceux associés aux bifaces acheuléens (Domínguez-Rodrigo et al., 2001). C'est à Peninj que des outils d'Oldowan ont été recueillis près de la marge du bassin, associés à des activités de boucherie (Domínguez-Rodrigo et al., 2002). En outre, sur ce site, les phytolithes d'*Acacia* sp. attestés sur des bifaces, dont une supposition de fabrication de lances dès 1,5 Ma par des hominidés porteurs d'une technologie de mode 2 (Domínguez-Rodrigo et al., 2001). Cela peut indiquer que les hominidés acheuléens chassaient ou confrontaient les autres prédateurs carnivores afin d'obtenir leurs proies, plutôt que de se débarrasser passivement

des restes de viande et de moelle laissées par carnivores, comme l'auraient fait leurs ancêtres Oldowans (Harris et al., 2013). D'autres fouilles effectuées sur des sites acheuléens, notamment Olorgesailie et Olduvai Gorge, ont révélé des bifaces acheuléens associés à de vastes vestiges fauniques, dont l'analyse taphonomique a montré l'implication des hominidés dans l'accumulation (Leakey et Rose, 1994 ; Potts et al., 1999). D'autres ressources alimentaires végétales d'*Homo erectus* ne peuvent pas être sous-estimées ; tels que les fruits, les noix, les feuilles, les racines, les tubercules et les graines, qui peuvent avoir été d'importants «aliments de secours» en période de stress environnemental (Harris et al., 2013).

Des stratégies technico-économiques semblent être liées à l'exploitation et à la consommation de carcasses (technologie de boucherie), néanmoins, en plus de traces de boucherie, d'autres activités de subsistance liées à des outils de percussion d'os ont probablement été réalisées à Bell's Korongo (BK4b), Olduvai Gorge daté de 1,35 Ma (Domínguez-Rodrigo et al., 2013 ; Sánchez-Yustos et al., 2016). Les évidences taphonomiques montrent que l'exploitation systématique des carcasses de méga faune et celles des autres animaux par les hominidés a été *in situ* en quantités élevées à celles rapportées sur les sites Pléistocènes inférieurs (Domínguez-Rodrigo et al., 2014).

Le site du Paléolithique inférieur (Acheuléen) de Gesher Benot Ya'aqov, GBY (Israël) montre la grande responsabilité des hominidés de ce site dans la modification de l'assemblage faunique. L'analyse archéozoologique dans ce site suggère que le traitement des carcasses d'animaux a suivi des pratiques systématiques reflétant une connaissance approfondie de l'anatomie et une stratégie comportementale cohérente comparable à celle des hommes anatomiquement moderne (Rabinovich et al., 2008). Les Acheuléens de GBY étaient des communicateurs compétents et possédaient des connaissances anatomiques, des habiletés manuelles, des capacités technologiques remarquables et une prévoyance, comme en témoigne leur production de bifaces (Madsen et Goren-Inbar, 2004 ; Rabinovich et al., 2008), le contrôle du feu (Goren-Inbar et al., 2004) et l'exploitation de la biote pleurale (Goren-Inbar et al., 2001; Goren-Inbar et al., 2002 ; Melamed, 2003). C'est dans ce techno-complexe Acheuléen de GBY que l'emmanchement était un élément intégral traitant la technologie des projectiles et les moyens de chasse (Alperson-Afil et Goren-Inbar, 2016). Ce site constitue les premières évidences, en Eurasie permettant l'identification, l'évaluation et la comparaison des comportements de subsistance des

hominidés concernant l'obtention et l'acquisition des ressources alimentaires (Rabinovich et al., 2008).

En Afrique du Nord, au Maroc, l'étude des restes fauniques du site de Grotte à Hominidés (GH) et Grotte de Rhinocéros (GDR) dans la Carrière Thomas 1 et Oulad Hamida 1, Casablanca, a apporté de nouvelles évidences concernant le traitement des carcasses d'ongulés, dont l'analyse taphonomique préliminaire montre que leur introduction dans les grottes était par les carnivores (des canidés de taille moyenne, des hyénidés, des félidés ainsi que des porcs-épics utilisaient la caverne), et que les traces de découpe sont totalement absentes sur les restes osseux de GH, et rares à GDR, bien qu'il ait une association entre les artefacts lithiques et les fossiles humains, ce qui soulève la question concernant le lien entre ces hominidés et les autres prédateurs (Daujeard et al., 2012). C'est à GH qu'une diaphyse d'un fémur d'hominidé représente la première preuve de la consommation de carnivores dans la grotte et que les humains étaient une ressource pour les carnivores (Daujeard et al., 2016).

Les antécédents archéologiques et écologiques concernant l'émergence et la dispersion de l'Acheuléen ne sont pas encore claires, bien qu'une variabilité dans les paramètres paléoécologiques et l'utilisation de matières premières ont été démontrées (Semaw et al., 2013). Une variété de fonctions a été suggérée pour les bifaces Acheuléens, y compris le travail de bois et le traitement des carcasses d'animaux, souvent interprété comme faisant partie d'une stratégie de subsistance évoluée coïncidant avec l'émergence d'*Homo erectus / ergaster* (Schick et Toth, 1993 ; Jones, 1994).

L'utilisation d'outils osseux par les premiers hominidés est une question controversée qui a suscité beaucoup de débats depuis l'apparition de l'œuvre de R. Dart sur la culture *Osteodontokeratic* des australopithèques. Après un scepticisme justifié issu du développement de la recherche taphonomique (Shipman et Phillips-Conroy, 1977, Behrensmeier, 1978 ; Brain, 1981 ; Shipman, 1981) et la démonstration des processus naturels qui peuvent produire des pseudo-outils (Backwell et d'Errico, 2004, 2008), la question de l'utilisation précoce des outils osseux a été ressuscitée par la découverte des spécimens de Sterkfontein (Robinson, 1959) et la collection de Swartkrans (Brain et al., 1988 ; Brain et Shipman, 1993) ; interprétées en tant qu'outils utilisés. Ces sites d'Afrique du Sud ont tous révélé un outillage osseux datés entre 1-2 Ma associés à de nombreux restes de *Paranthropus robustus* et quelques restes des premiers *Homo* (d'Errico et Backwell, 2009).

En Afrique de l'Est, l'utilisation de l'os par les hominidés semble remonter au Pléistocène inférieur, dans les *Bed I* et *II* d'Oldovai (Leakey, 1971), ainsi, de rares pièces osseuses travaillées sont connues dans la Formation de Konso (Echassoux, 2012), datées d'environ 1,75 Ma (Beyene et al., 2013). Les vestiges osseux d'animaux accumulés dans les premiers sites archéologiques d'Afrique montrent des preuves d'une exploitation anthropiques dans un objectif nutritionnel (traces de découpe et fracturation pour extraction de la moelle). Bien que de tels restes osseux fussent disponibles en tant que matière première potentielle, leur introduction en tant que matière première pour la fabrication d'outils n'apparaît qu'avec l'émergence du complexe Acheuléen (vers 1,7 Ma), où ils étaient utilisés comme outils dans l'exploitation des termites (d'Errico et Backwell, 2009).

La consommation de viande est profondément enracinée dans l'existence humaine et semble avoir été essentielle dès l'apparition du genre *Homo* (Domínguez-Rodrigo et al., 2012). Les matières premières d'origine animale, bien qu'elles soient importantes dans les répertoires du Pléistocène supérieur, leur origine demeure encore limitée. L'identification de tels objets peut donc être difficile, notamment dans des contextes où d'autres agents taphonomiques peuvent avoir été impliqués dans la formation et la modification des assemblages osseux (Julien et al., 2015). Sans tenir compte du fait qu'un système était ouvert ou fermé, les différents processus et agents pouvant altérer les profils anatomiques originaux d'un assemblage montre une équifinalité (Lyman, 1994, 2004).

La présence d'instruments polis au cours des périodes antérieures est largement attribuée à la friction et à l'abrasion résultant de l'utilisation plutôt qu'à une modification intentionnelle (Villa et d'Errico, 2001). Swartkrans est un cas bien connu du Pléistocène avec des outils à extrémités distales lissées qui résulteraient de l'extraction de termitières par des premiers hominidés (Backwell et d'Errico, 2001). Dans ce cas, aucune modification intentionnelle n'a été documentée. Néanmoins, dans les sites MSA de la grotte de Blombos et de Klasies River Mouth (Afrique du Sud), certains os pointus sont interprétés comme des projectiles (McBrearty et Brooks, 2000), tandis que des études taphonomiques ont ainsi révélé que les processus naturels peuvent produire des artefacts pseudo-osseux comme les sillons (Shipman et Rose, 1984) et les gravures (d'Errico et Villa, 1997), et certains types d'usure des dents ont été mal interprétés comme des entailles sculptées (Gautier, 1986). Autres mimiques incluent la fragmentation naturelle des pointes de défenses d'éléphants (Haynes, 1991; Villa et d'Errico, 2001), la digestion par des carnivores, des rongeurs ou

des herbivores (Pei, 1938 ; Sutcliffe, 1973, 1977 ; Binford, 1981 ; Villa et Bartram, 1996 ; d'Errico et Villa, 1997), le piétinement (Haynes, 1988 ; Shipman, 1988) et l'action abrasive des sédiments (Brain, 1981, 1994). À la lumière de ces résultats, il est devenu largement accepté qu'afin de distinguer entre les pseudo et les vrais outils, il est nécessaire d'adopter une approche interdisciplinaire qui combine l'analyse des os modifiés par des agents connus, l'analyse taphonomique des assemblages fossiles dont dérivent les outils osseux supposés, études microscopiques des traces possibles de fabrication et d'utilisation, la réplification expérimentale d'outils supposés, et la quantification de porter des motifs (Backwell et d'Errico, 2008).

Comme suggéré précédemment, il est possible d'inclure des os modifiés par l'utilisation dans cette catégorie. Généralement, ce sont des os long, entiers ou fragmentés, utilisés pour débiter ou presser des éléments lithiques afin de faire des éclats ou de configurer les bords des éclats de pierre. L'interaction de ces éléments avec d'autres matériaux plus durs produit fréquemment des marques caractéristiques dans la diaphyse des os, similaires aux fosses de percussion (Pickering et Egeland, 2006).

En ce qui concerne les stratégies et la gestion des ressources nutritifs des animaux par les hominidés, les méthodes actuelles ont complètement écarté les éléments de faible survie (Marean et al., 1992 ; Clerghorn Marean, 2004). De ce fait, ces éléments ne devraient pas être considérés lors d'établissement des conclusions sur les stratégies d'abattage, de rejet ou de transport appliqué par les hominidés. De tels assemblages archéologiques bien conservés continuent d'affiner notre compréhension de la nature complexe des relations humaines / animales ; et ouvrent de nouvelles voies pour l'étude de la technologie et du comportement économique au cours de cette chronologie. En supposant que ces technologies ne sont pas entièrement uniques à Tighennif, nous soupçonnons que de futures recherches documenteront des découvertes comparables à d'autres sites d'âge similaire.

Avec le mode 2, on constate une complexité de la séquence opérationnelle et les processus de prise de décision impliqués dans l'évolution anatomiques parallèlement à celle technologique et culturelle.

Les plus anciennes évidences de la présence humaine en Afrique du Nord sont bien attestées au site d'Ain Hanech (Algérie) et le site voisin El-Kherba, dont leur chronologie, basée sur la biochronologie de la faune et les données du paléomagnétisme, est entre 1,77-1,95 Ma (Sahnouni, 1998 ; Sahnouni et Heinzelin, 1998 ; Sahnouni et al., 2002, 2013). Ces

sites ont tous fourni un assemblage lithique de la technologie du mode 1 (Oldowan) semblable à celui d'Olduvai *Bed I* et *Bed II* inférieur et à celui de Koobi Fora (Sahnouni et al., 2002). Le site paléontologique d'Ain Boucherit pourrait avoir un âge approximatif compris entre 2,3-2,1 Ma en utilisant les mesures des taux d'accumulation de sédiments estimé (Parés et al., 2014). Parallèlement, et pas loin des sites sus cités, le site d'Ain Boucherit a révélé de nouvelles preuves archéologique pouvant être considérées parmi les plus anciens (Sahnouni et al., 2017) avec des évidences d'exploitation faunique par les hominidés (Cáceres et al, 2017a), ainsi que les sites est-africains tels que Gona, datés de 2,6-2,5 Ma (Semaw et al., 2003 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2005 ; Cáceres et al., 2017b), Bouri, 2,5 Ma (de Heinzelin et al., 1999) et Kanjera 2,2 Ma (Ferraro, 2007 ; Ferraro et al., 2013).

L'acheuléen, culture qui succède à l'Oldowan, est beaucoup mieux représentée, et de nombreux sites sont répartis dans toute l'Afrique montrant un développement technologique remarquable associé à *Homo erectus / ergaster*. Le plus ancien Acheuléen est daté d'environ 1,75 Ma, est bien documenté Kokiselei au Kenya et à Konso en Ethiopie où il s'étend sur une période de 1,75 à <1,0 Ma (Beyene et al., 2013). Les recherches archéologiques à Gona en Ethiopie, DAN-5, BSN-12, BSN-17 et OGS-12, ont éventuellement livrés des premières assemblages lithiques acheuléens datés entre 1,7-1,6 Ma (Semaw et al., 1997, 2003) .

En Afrique du Nord, précisément au Maghreb, les données disponibles sur l'*Homo erectus sensu lato* sont pauvres, néanmoins la moindre information est fondamentale pour comprendre le comportement humain. Le rôle des comportements et des stratégies de subsistance dans l'évolution et les adaptations des hominidés acheuléens a souvent été soulevé, et différentes évidences indiquent que ces hommes étaient des chasseurs et/ou des charognards actifs par confrontation.

L'histoire taphonomique de l'assemblage de Tighennif

Tighennif, site à hominidés est l'un des gisements acheuléens les plus importants sur le plan évolutif culturel et biologique des *Homo erectus* en Afrique du Nord, notamment au Maghreb. Une association des restes fauniques conservant des évidences d'activités anthropiques (traces de découpe, stigmate de percussion et utilisation de matière dure animale) avec des artefacts lithiques acheuléens et des restes d'*Homo erectus* (Arambourg et Hoffstetter, 1963), a été documentée dans ce site. Ces groupes d'*Homo*

erectus ont conquis cette zone et vivaient dans un environnement à double cachet écologique ; entre un milieu ouvert aride (Geraads, 1981 ; Denys et al., 1986 ; Vrba et al., 1989 ; deMenocal, 1995, 2004 ; Vrba, 1996 ; Antón et al., 2005) et celui fermé humide (Harris et White, 1979 ; Eisenmann, 1884 ; Boucherens et al., 1996 ; Geraads, 2010, 2012 ; Cook, 2007). L'analyse taphonomique de l'assemblage de ce site nous a permis d'identifier les principales phases de l'histoire de fossilisation de ces restes.

Les groupes d'*Homo erectus* ont occupé cet environnement, probablement par rapport à ce qu'il offre comme variation et disponibilité de ressources alimentaires animales, la proximité des points d'eau, la sécurité par rapport aux prédateurs carnivores (présence de zones de refuges boisées) (White, 1983) et matière première lithique pour la fabrication d'outils dans les alentours du site (Sahnouni et al. en préparation).

La première phase est caractérisée par la présence de ces groupes d'hominidés dans l'environnement de Tighennif, où les activités de boucherie et de débitage lithique ont eu lieu *in situ* des carcasses d'animaux obtenues par chasse et/ou charognage actif (Domínguez-Rodrigo et Barba, 2007). Dans ce contexte, le site a été probablement créé dans des zones d'habitats sûres, qui semblent proches des ressources, comme l'eau, la nourriture, la matière première (de Lumley et Boone, 1976). Les hominidés accèderaient en premier aux carcasses d'animaux, transportant certaines carcasses ou parties anatomiques vers ces zones plus protégées, ainsi, ils pourraient bien consommer une partie surplace.

La deuxième phase, après l'accès secondaires des carnivores aux carcasses abandonnées par les hominidés, l'assemblage archéologique est exposé en plein air pour une durée relativement courte, où les restes ont subi différentes altérations et modifications postdépositionnelles, tels que la météorisation, le piétinement et l'abrasion par action de l'eau. Par la suite, dans la troisième phase, les restes fauniques se sont accumulés comme conséquence à une dynamique fluvio-lacustre, dont l'origine des sédiments est indiquée par la structure des dépôts (sables fins et limons). Les flux d'eau semblent avoir été causés par une énergie faible à modérée (variable) impliquant peu de perturbations dans la distribution des éléments, sans orientation préférentielle ou inclinaison des restes, bien qu'il existe peu de déterrement local dans les phases initiales de sédimentation (peu de vestige ne devrait pas être profondément enterrés)

Parallèlement à cette dernière phase s'accordent différentes modifications et altérations tels que l'humidité dans les sédiments renfermant les fossiles favorisant le

développement de la précipitation de l'oxydation, ainsi que les craquelures provoquées par la pression des sédiments.

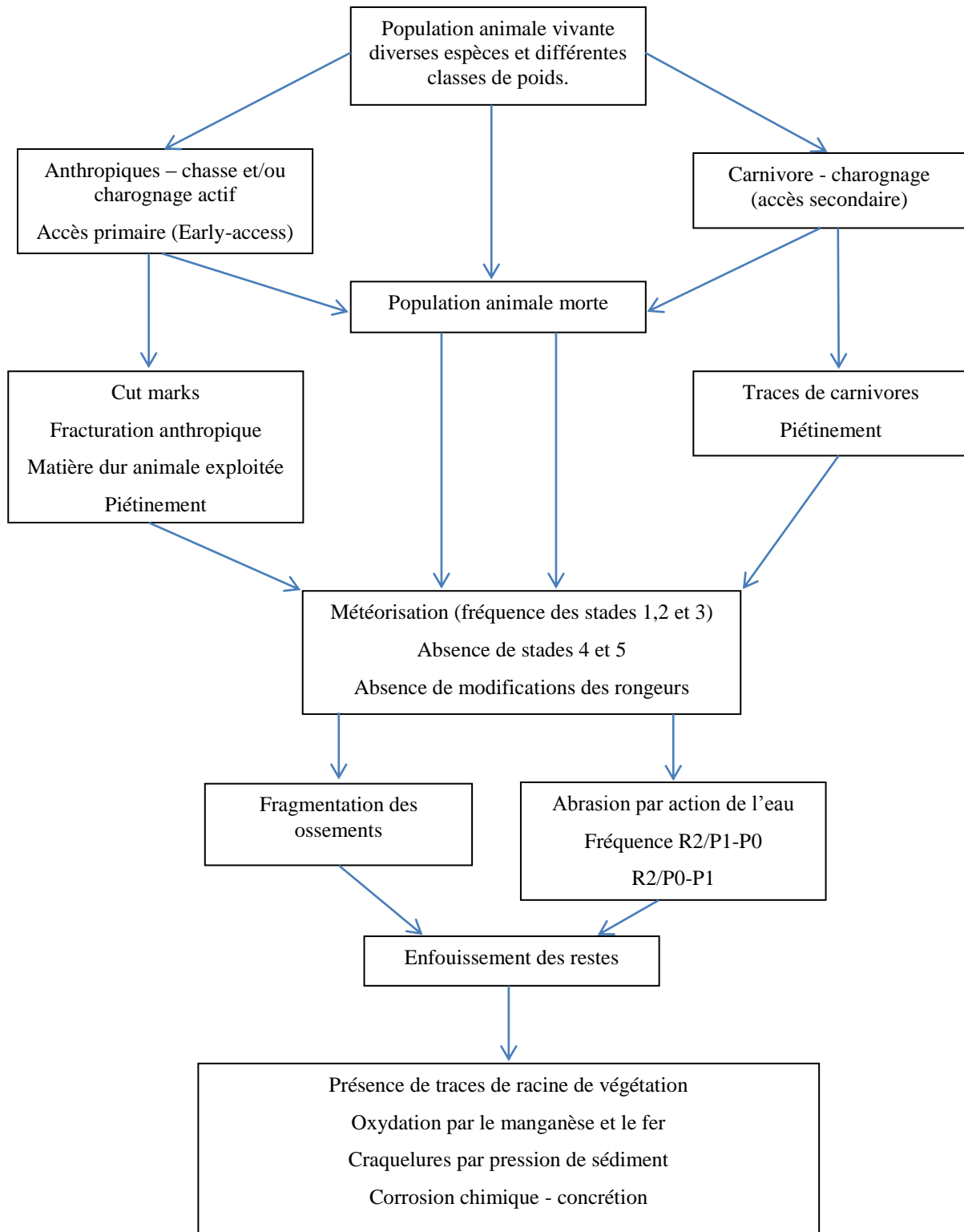


Figure. VII. 63. Schéma modélisant l'évolution de la formation de l'accumulation des fossiles du gisement de Tighennif.

VII. 10. Conclusions

Le site acheuléen de Tighennif a livré un très riche assemblage de micro et macro vertébrés associé aux restes humains et à des artefacts lithiques attribués à la technologie du mode 2 de type Acheuléen. Les travaux de fouille dans ce site ont permis de découvrir les plus anciens restes fossiles humains d'Afrique du Nord, baptisé *Atlanthropus mauritanicus* (= *Homo erectus mauritanicus*) (Arambourg, 1955).

L'analyse taphonomique et archéozoologique de l'assemblage faunique des macro vertébrés de ce site, combinée à d'autres données issues des différents sites paléolithiques inférieurs en Afrique nous a permis d'esquisser certaines caractéristiques comportementales d'*Homo erectus sensu lato*, particulièrement dans cette zone d'Afrique du Nord.

Les résultats de l'analyse taphonomique de l'assemblage faunique de Tighennif montrent une bonne conservation des surfaces osseuses. Les altérations et les modifications postdépositionnelles sont caractéristiques des environnements en plein air, d'un contexte fluvio-lacustre, tels que la météorisation, le piétinement et l'abrasion. Cette dernière, liée à l'activité de l'eau, est attestée dans les deux assemblages étudiés par l'arrondissement des os, et suggère un état d'enfouissement sec avant que les modifications ne commencent. Le contexte sédimentaire responsable de cette modification semble avoir été sableux (sables fins) dans sa grande majorité, et était peut-être l'agent étant à l'origine de l'arrondissement plutôt que du polissage. De plus, aucune modification associée aux déplacements des os après leur enfouissement n'a été observée, bien que l'écoulement de l'eau, à un moment donné (énergie variable), aurait pu déterrer peu de fossile localement sans les déplacer (ré élaboration locale / *local reworking*)

Anatomiquement, l'assemblage osseux étudié comprend toutes les catégories d'éléments anatomiques ou parties squelettiques, ce qui élimine la possibilité d'un éventuel tri important actionné par l'activité de l'eau.

Daté environ 0,8 Ma (Geraads et al., 1986), l'accumulation de Tighennif résulte d'un fait anthropique et économique des groupes d'*Homo erectus*, démontré par les évidences d'activités de subsistance comme les traces à la fois d'os modifiés tels que les cut marks, la fracturation d'os pour exploiter la moelle, l'utilisation de la matière dure animale et les artefacts lithiques associées aux restes fauniques. Ces traces de découpe et

celles de fracturation documentées sur les fossiles osseux représentent les premières évidences démontrant un lien causal entre les artefacts lithiques acheuléens et les processus de traitement des carcasses des vertébrés dans ce gisement (décharnement, dépeçage et fracturation).

Les hominidés à Tighennif, comme ceux du Pléistocène inférieur et moyen en Afrique de l'Est, ont exploité différents taxons pour obtenir leurs ressources alimentaires animales (*Loxodonta atlantica*, *Ceratotherium mauritanicum*, *Hippopotamus sirensis*, *Equus* sp., *Bovini*, *Antilopini*) ainsi que des reptiles (Chélonien), ce qui suggère un degré remarquable de contrôle de l'écosystème environnemental.

Les hominidés de ce site avaient un accès primaire (*Early access*) aux carcasses d'animaux obtenues par la chasse et/ou le charognage actif par confrontation, et ils ont procédé au traitement des carcasses *in situ*, comme le montre les artefacts lithiques associés aux restes osseux portant des traces de découpe, témoignant des activités de boucherie (décharnement, dépeçage et fracturation osseuse). D'autre part, il existe une grande similitude dans la distribution des traces de découpe et celles de percussion anthropique dans les deux assemblages, ce qui indique un traitement des carcasses normalisées et très semblables entre divers taxons et différents poids. L'uniformité en termes de représentation anatomique et de modification de la surface des os des différentes catégories de poids indique que les groupes d'hominidés de ce site avaient une certaine gestion de proies. L'exploitation de la moelle des os des membres est bien pratiquée à Tighennif, ce qui indique que les hominidés de ce site, en plus du décharnement, ils fracturaient les os longs et recherchaient la matière médullaire par rapport à ce qu'elle présente comme valeur nutritive, comme le montre la fracturation des membres des animaux de très grande taille (éléphant, hippopotame et rhinocéros) qui nécessite de déployer de grandes efforts.

D'autres évidences d'activités anthropiques à Tighennif sont attestées par l'utilisation de l'os, probablement comme outil, ce qui permet des constatations pertinentes concernant l'évolution cognitive des hominidés dans cette zone. Cependant, la découverte la plus exceptionnelle à Tighennif est celle de l'utilisation d'ivoire d'hippopotame pour la fabrication des outils, notamment, un éclat débité d'une canine inférieure portant des enlèvements antérieurs sur sa face dorsale. Ces évidences d'exploitation de la matière première dure animale, parallèlement à celle en pierre, permettent d'affiner notre

compréhension concernant la nature complexe des relations humaines / animales durant cette phase de l'évolution humaine.

Les hominidés cohabitent avec les carnivores et partagent les mêmes endroits du paysage et, dans certains cas, se nourrissaient des mêmes ressources. L'activité des carnivores à Tighennif a été interprétée comme faible par rapport à celle anthropique en fonction de la fréquence et de l'emplacement anatomique des marques causées par ces carnivores.

L'examen des marques de carnivores peut évoquer un accès secondaire de ces derniers aux carcasses d'animaux, préalablement consommées par les hominidés, documenté par des cut marks superposées de rainures engendrées par les carnivores sur les membres. De ce fait, selon les travaux d'expérimentation (Selvaggio, 1998), le type d'accès concernant les stratégies de subsistance à Tighennif peut correspondre au modèle Hommes-Carnivores, dans lequel les hominidés pratiquent un accès primaire aux proies obtenues par chasse et/ou charognage actif par confrontation.

L'ensemble faunique du gisement de Tighennif montre le degré élevé de complexité et de variabilité comportementale des groupes d'*Homo erectus*. Bien que n'étant pas en mesure de séparer la totalité de chaque contribution effectuée par ces hominidés, le modèle de stratégie de transport dans le **Locus A** correspond au type *Bulk*, dans laquelle les éléments les plus nutritifs sont les mieux représentés dans l'assemblage, et cela dans la classe de grande et de taille moyenne. Cependant, la stratégie de transport identifiée dans le **Locus D** correspond au type *Unconstrained*, dans laquelle le transport des éléments anatomiques serait lié à une introduction dans le site en fonction de leur abondance dans la proie, mais pas par rapport à leur valeur nutritionnelle (ce dernier type de stratégie est une conclusion préliminaire, du fait que les travaux de fouilles n'ont pas encore été achevés).

La présence des deux types de stratégies de transport combinée avec l'accès primaire aux carcasses d'animaux obtenues par chasse et/ou charognage actif, indique la capacité des hominidés de Tighennif à capturer et à exploiter une grande variété d'espèces de grande et de très grande taille, ce qui suggère la présence d'un degré de contrôle de l'écosystème environnant.

Il est présumé que les hominidés à Tighennif vivaient dans des camps en plein air, dans un habitat riverain, pas loin de l'endroit de l'obtention des ressources. Les zones d'habitat de ces *Homo erectus* dans cette région d'Afrique du Nord n'ont pas été encore

précisément identifiées ainsi que les données pour aborder la question sur l'existence d'une articulation sociale. Cependant, bien que cette dernière fût très rudimentaire, il doit y avoir un certain degré de coopération entre les membres du groupe, mis en évidence par les différentes activités anthropiques (débitage lithique, dépeçage, décharnement et transport).

Il est particulièrement capital de savoir si les schémas de comportement observés chez l'*Homo erectus* de Tighennif, daté autour d'un million d'année (Sahnouni et van der Made, 2009), constituent une réponse locale aux contextes écologiques et paléoenvironnementaux dans cette zone, ou bien ils sont révélateurs d'un schéma acheuléen global en Afrique à cette chronologie. Bien que les antécédents archéologiques et écologiques concernant l'émergence de l'Acheuléen soient encore limités, néanmoins ils démontrent une variabilité dans les paramètres paléoécologiques et dans l'utilisation des matières premières.

Il n'est pas évident d'esquisser une image détaillée lorsque nous faisons face à des preuves numériquement réduites, mais les connaissances actuellement disponibles peuvent certainement nous permettre de cerner les contours du comportement des artisans Acheuléens, qui était fortement influencé et conditionné par des variables environnementales.

Les résultats obtenus par l'analyse taphonomique de l'assemblage de Tighennif ont contribué aux questions liées aux comportements de subsistance d'*Homo erectus sensu lato* d'Afrique du Nord, et ont également soulevé de nouvelles questions concernant la chronologie du site lui-même et les adaptations d'*Homo erectus* à l'environnement et au climat régnant dans la région entre 0,8 et 1,0 Ma.

Le gisement de Tighennif s'ajoute à la carte d'établissement et de dispersion des *Homo erectus sensu lato* à travers le continent Africain. Ainsi, il apporte avec d'autres sites acheuléens une meilleure appréhension des comportements de subsistances qui leur a permis de survivre, de se reproduire et d'assurer la continuité de l'occupation de l'Afrique du Nord depuis le début du Pléistocène inférieur.

Quatrième partie

Chapitre VIII

Discussion générale et conclusions

VIII. 1. Discussion générale

Dans les chapitres précédents nous avons présenté deux associations fauniques fossiles de deux sites archéologiques de formation distinctes ; chacune a été interprétée d'un point de vue taphonomique. L'identification des fossiles anatomiquement et taxonomiquement a été suivie par l'identification et la détermination de toutes les altérations et les modifications superficielles documentées sur ces restes. Cela a permis de classer séquentiellement les différents agents, processus et mécanismes taphonomiques intervenus et impliqués dans la modification et la formation de ces deux accumulations.

Les données obtenues sont discutées séparément pour chacun des deux assemblages, en les caractérisant et en mettant un accent particulier sur le rôle des hominidés dans chacun d'eux. Ces résultats fournissent des informations pertinentes pour l'étude et la compréhension des comportements de subsistance des groupes humains qui ont habité la péninsule italique durant le Pléistocène inférieur et ceux de l'Afrique du Nord, précisément au Maghreb durant la fin du Pléistocène inférieur / début du Pléistocène moyen.

Comme nous l'avons précisé, dans l'introduction de ce travail, les deux associations fauniques ont comme éléments communs l'influence de l'activité humaine, et le type d'occupation en plein air, bien que les différences entre les deux entités soient plus pertinentes par rapport à la chronologie des dépôts et leurs caractéristiques sédimentaires et géographiques. Ces différences pourraient présenter certaines difficultés pour l'étude comparative, du fait qu'elles pourraient pourvoir des données qui ne sont pas comparables entre elles. Cependant, à une échelle réduite, cette comparaison entre les différentes caractéristiques des deux associations montrera la présence des évidences de différents mécanismes et processus taphonomiques ayant abouti à la formation de ces accumulations ; et cela, nous incite à une analyse comparative permettant d'aborder les faits complexes autour de ces processus taphonomiques intervenant dans la formation des sites de plein air et ceux du karst.

Géographiquement, les deux sites sont bien éloignés, bien immergés dans des écosystèmes de grande diversité de biotopes. Le premier complexe est celui de Pirro Nord 13, le plus ancien (Pléistocène inférieur), dans un système karstique (Pavia et al., 2012), situé dans la partie sud de l'Italie. Cette situation représente la confluence biogéographique de la Méditerranée et des influences continentales impliquant la coexistence d'une grande

variété d'espèces de faune (Gliozzi et al., 1997) caractéristique d'un environnement ouvert reflétant principalement des conditions arides avec des milieux humides saisonniers (Bedetti, 2003). Un tel paysage a stimulé le développement d'une communauté importante d'herbivores et de carnivores, notamment des reptiles, des oiseaux et des rongeurs.

Pour sa part, le site de Tighennif (Pléistocène inférieur final /début du Pléistocène moyen) est situé au Nord-ouest de l'Algérie en Afrique du Nord, est une accumulation en plein air dans un espace riverain d'une formation sédimentaire fluvio-lacustre, caractérisée par un environnement aride ouvert avec des zones fermées humides (Boucherens et al., 1996), favorisant l'évolution des ongulés tels que les équidés, les bovidés, les animaux de très grande taille et les carnivores (Geraads et al., 1986 ; Geraads, 2016).

Bien que la situation géographique soit distincte entre les deux sites, les paysages prédominant ont répondu à des écosystèmes de grande diversité, fournissant aux hominidés un large éventail de ressources. Dans les deux dépôts, les restes d'herbivores prédominent ceux des carnivores. Cependant, dans la composition spécifique des deux ensembles, il existe des similitudes et des différences significatives qui sont essentiellement déduites de la localisation géographique.

Quelques analogies sont observées entre le spectre faunique de PN13 et celui de Tighennif, où les équidés, les proboscidiens, les rhinocéros et les grands bovidés ont été récupérés. Les hippopotames, les bovidés de petite et de taille moyenne, les phacochères, les girafes et les camélidés sont des taxons qui caractérisent les milieux de savane d'Afrique ; et à PN13, ce sont les cervidés qui caractérisent cet environnement.

Chronologiquement, la datation des deux dépôts est distincte ; entre l'assemblage le plus ancien étant Pirro Nord, estimé à 1,3-1,6 Ma, et celui de Tighennif daté de 0,78 Ma. Ceci permet de comparer des sites qui, successivement, sont encadrés dans le Pléistocène inférieur et moyen, également d'analyser l'évolution des différents aspects liés principalement au comportement des hominidés avec le genre *Homo* et à leur relation avec l'environnement. Malgré cela, les preuves paléoenvironnementales suggèrent que des conditions climatiques modérées existaient dans les deux sites.

L'un des objectifs de ce travail était l'identification des modifications typiques de différents environnements sédimentaires et d'établir le rôle des hominidés dans ceux-ci, en mettant l'accent sur l'aspect de leur comportements de subsistance dans ces sites. Les deux sites étudiés montrent parfaitement des différentes caractéristiques sédimentaires. En

théorie, Pirro Nord 13 est un remplissage composé d'une matrice de gravier boueux et de sables boueux. Les apports sédimentaires ont deux origines différentes ; d'une part, ils sont d'origine gravitationnelle provenant des alentours de l'extérieur de la fissure PN13, et d'autre part d'origine karstique (intérieur de la fissure). Cependant, les sédiments du site de Tighennif sont définies comme une conséquence d'une dynamique fluvio-lacustre, dont l'origine des sédiments est indiquée par la structure des dépôts formés par des matériaux fins.

Les deux assemblages étudiés présentent un taphosystème caractéristique des associations de plein air, néanmoins, l'assemblage de PN13 a connu une deuxième histoire taphonomique avec le transport hydrique des restes dans un second environnement karstique. Dans les deux assemblages, on observe la présence des modifications produites par l'exposition aux agents atmosphériques ayant permis de confirmer que l'enfouissement des restes n'était pas rapide, néanmoins après une petite exposition aux modifications liées aux phases sub-aériennes et diagénétiques (Capaldo, 1997). De ce fait, il nous a été possible d'identifier avec une certaine rigueur l'évolution des événements uniques encadrés dans un espace chronologique relativement court. La présence de modifications produites par les rongeurs montre que, dans l'assemblage de PN13, les fossiles étaient en surface pour une durée relativement longue ; et c'est durant ce temps que les os ont perdu toute leur graisse et devenus secs, de sorte que les rongeurs interviennent ; et par la suite les restes ont été entraînés à l'intérieur de la fissure (Brain, 1981) ; tandis qu'à Tighennif, cette activité des rongeurs est absente.

Physiquement, les deux sites présentent des similarités, néanmoins, en même temps, des différences. A PN13, le déroulement des modifications postdépositionnelles ont été en plein air, avant que le matériel soit entraîné dans la fissure par le phénomène de transport par l'eau. Par la suite, dans cette fissure, le matériel a subi d'autres modifications et altérations de type karstiques. L'accumulation dans le site de Tighennif est typique de plein air, où toutes les modifications et les altérations sont de formation sédimentaire fluvio-lacustre d'un environnement ouvert.

Les caractéristiques observées jusqu'à ce moment ont donné lieu à une dynamique environnementale similaire générée dans un environnement ouvert de plein air. Cette dynamique a été identifiée sur la base de la présence de certaines modifications taphonomiques, comme la météorisation et le piétinement. Le complexe de la fissure de

PN13 est caractérisé par un milieu de forte humidité donnant lieu à une présence très élevée de manganèse, et de la formation des concrétions sur les fossiles.

Il est à noter que l'action de l'eau est aussi présente dans l'environnement de Tighennif, démontrée par l'altération par l'abrasion (arrondissement/polissage). Les flux d'eau étaient d'une énergie faible impliquant peu de perturbations dans la distribution du matériel fossile. Aussi, aucune modification associée aux mouvements des fossiles après leur enfouissement, bien qu'un ré-élaboration locale a été attestée dans peu de cas. En effet, les écoulements hydriques détectés dans cette partie du site n'étaient pas suffisamment intenses pour orienter préférentiellement les restes et provoquer une perturbation prédépositionnelle. Par contre, l'accumulation (registre lithique et faune) de PN13 est une conséquence d'un transport hydrique en masse d'une énergie forte, ce qui a donné une distribution aléatoire du matériel à l'intérieur de la fissure.

Les modifications taphonomiques produites par les hominidés et les carnivores dans les restes ont permis d'établir l'incidence de ces prédateurs dans la formation des deux associations fauniques. D'une manière générale, dans le site de PN13, la relation établie entre les deux agents montre l'existence d'une faible incidence d'interaction ; et l'analyse des traces de carnivores peut évoquer leur accès primaire aux carcasses d'animaux. Ainsi, l'étude statistique et analytique de ces traces de carnivores indique la possibilité de la présence de plus d'un type de carnivores impliqués dans la modification des restes de cette entité (Selvaggio, 1994 ; Domínguez-Rodrigo et Piqueras, 2003 ; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006 ; Delaney-Rivera, 2009 ; Andrés et al., 2012). Ce que nous concluons est que les hominidés à PN13 vivaient dans un environnement ouvert de plein air, où ils réalisaient leurs activités de débitage et de recherche de nutriments en compétition avec les autres prédateurs carnivores.

La présence du milieu fluvio-lacustre à Tighennif peut être considéré comme un lieu favorable et une source exceptionnelle de ressources de viande pour les prédateurs, hommes et carnivores. L'impact des carnivores dans cet assemblage est faible ; et ils avaient un accès secondaire aux carcasses d'animaux préalablement consommées par les hominidés. De ce fait, le type d'accès concernant les stratégies de subsistance à Tighennif peut correspondre au modèle Hommes-Carnivores (Selvaggio, 1998), dans lequel les hominidés pratiquaient un accès primaire aux proies obtenues par chasse et/ou charognage actif par confrontation ; et procédaient à la préparation de segments ou d'éléments anatomiques entiers pour les transporter vers les camps. Aucune preuve de pratiques

d'accès secondaire des hominidés aux carcasses des animaux préalablement consommés par des carnivores n'est identifiée.

Le fait que Tighennif ait été probablement utilisé comme campement, cela a limité l'intensité d'intervention des carnivores qui ont clairement fait un accès secondaire aux restes abandonnés par les hominidés dans le cadre de stratégies probablement de maraudeuses à la recherche de nutriments. La faible intensité de ses prédateurs est due au fait que l'environnement est de type riverain, dans lequel il y a peu d'interventions des carnivores et la concurrence est donc faible (Isaac, 1978 ; Tappen, 1995 ; Blumenschine et al., 2006 ; Cavallo, 1997 ; Domínguez-Rodrigo, 2001).

Les hominidés de ce site avaient un accès primaire précoce (*Early access*) aux carcasses d'animaux ; et ils ont procédé au traitement des carcasses *in situ*, comme le montre les artefacts lithiques associés aux restes osseux portant des traces de découpe témoignant des activités de boucherie (décharnement, dépeçage et fracturation osseuse).

Les hominidés à Tighennif vivaient en plein air, dans un habitat riverain, probablement un camp, pas loin de l'endroit de l'obtention des ressources ; ils auraient pu effectuer plusieurs activités à ces endroits en plus du traitement des carcasses et de la fabrication d'outils en pierre, ils les ont probablement utilisés comme foyers d'interactions sociales.

L'ensemble faunique de Tighennif montre un degré élevé de complexité et de variabilité comportementale des groupes d'*Homo erectus*. Bien que n'étant pas en mesure de séparer la totalité de chaque contribution effectuée par ces hominidés, néanmoins, il ait été possible d'identifier une stratégie de transport de type *Bulk* (Binford, 1978), dans laquelle les éléments les plus nutritifs sont les mieux représentés (**Locus A**), et ceci uniquement sur la classe de grande et de taille moyenne. En revanche, dans le **Locus D**, c'est la stratégie de type *Unconstrained* (Faith et Gorden, 2007), qui a été identifiée, bien que cette interprétation reste présumée et pas définitive (les travaux de fouille sont encore en cours dans ce **Locus**).

En ce qui concerne l'assemblage de PN13, nous n'avons pas pu établir le type de stratégie d'accès des hominidés aux carcasses d'animaux, ni le modèle de compétition entre les deux prédateurs, hominidés et carnivores. Cela en raison de la nature secondaire de l'assemblage et la rareté du registre.

L'atmosphère à PN13 était en plein air (dépôt primaire), et certainement de cave (système karstique) en second dépôt, avec l'humidité élevée. Cela se traduit par une plus grande présence de précipitation de manganèse à l'intérieur de la fissure. Aussi, nous avons observé la présence des cassures et des craquelures causées par la pression de sédiments, par les blocs et par la chute chaotique des fossiles dans cette fissure (déposition secondaire).

L'assemblage faunique de Tighennif s'est accumulé dans un contexte sédimentaire fluvio-lacustre favorisant ainsi le développement de la précipitation de l'oxyde de manganèse (López-González et al., 2006 ; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016), qui pourrait être le résultat du taux élevé de l'humidité habituellement présent dans un micro environnement comme la plaine d'inondation, bien que cette précipitation d'oxyde ne soit pas étendue ou intense, et elle est généralement arborescentes et dispersée.

A Tighennif, les altérations et les modifications postdépositionnelles sont caractéristiques des environnements en plein air, d'un contexte fluvio-lacustre, tels que la météorisation, le piétinement et l'abrasion. Cette dernière, liée à l'activité de l'eau, est attestée dans les deux assemblages étudiés par l'arrondissement et/ou le polissage des fossiles. Le contexte sédimentaire responsable de cette modification semble avoir été sableux (sables fins) dans sa grande majorité, et était peut-être l'agent étant à l'origine de l'arrondissement plutôt que du polissage. Par conséquent, aucune modification associée aux déplacements des fossiles une fois enfouis n'a été observée, bien que la présence de quelques rainures de racines de plante abrasées montre que l'écoulement de l'eau, à un moment donné (énergie variable), ait pu déterrer peu de fossile localement sans les déplacer (*local reworking*).

Des activités directement liées à l'exploitation des carcasses d'animaux ont été mise en évidence à PN13. Le dépeçage et le décharnement sont les plus documentés ; et l'accès à ces carcasses d'animaux n'a pas été clairement identifié, bien que de temps en temps, certains os aient été fracturés pour extraire la moelle.

L'accumulation de l'assemblage faunique de Tighennif est un fait résultant de l'action anthropique. La présence des deux types de stratégies de transport combinée avec l'accès primaire (*Early access*) aux carcasses d'animaux obtenues par chasse et/ou charognage actif, indique la capacité de ces hominidés à capturer et à exploiter une grande variété d'espèces ; et cela suggère la présence d'un degré élevé de contrôle de l'écosystème environnant.

Les caractéristiques taphonomiques des deux sites étudiés, bien qu'elles soient caractéristiques d'un type d'environnement spécifique, ont été établies à partir de la présence des mêmes modifications. Les différences sont données par le degré distinct d'incidence de chacun des agents, processus et mécanismes taphonomiques parmi lesquels le rôle des hominidés se distingue. Le site de PN13, daté entre 1,3-1,6 Ma, a livré un registre lithique du mode 1 de type Oldowayen associé à des restes fauniques portant des évidences d'activités anthropiques ; et cet ensemble a connu deux milieux avec deux systèmes taphonomiques complètement différents ; le premier de plein air et le seconde dans un système karstique, après l'entraînement des fossiles à l'intérieur de la fissure avec un transport hydrique. Aucun reste humain n'a été identifié dans l'assemblage de PN13, néanmoins très peu de restes humains ont été découverts en Europe (Sima del Elefante et Barranco León, Espagne) et, en fait, attribués à *Homo* sp. (Bermúdez de Castro et al., 2010, 2011 ; Toro-Moyano et al., 2013). Dans le site de Tighennif, daté ~ 1 Ma (Sahnouni et van der Made, 2009), les deux assemblages fauniques sont des accumulations en plein air, dans un contexte sédimentaire fluvio-lacustre. Les restes d'hominidés recueillis dans ce site appartiennent à *Homo erectus sensu lato*, qui est l'artisan des artefacts lithiques de type Acheuléen associés aux restes fauniques portant des évidences d'activités anthropiques.

VIII. 1. 1. Comportements de subsistance - mode 1 en Europe

Le traitement des carcasses d'herbivores est attesté de manière relativement significative dans les assemblages du Paléolithique inférieur. L'impact anthropique sous forme de cut marks, de points d'impacts intentionnels est peu nombreux dans ces sites plus anciens. Il est évident qu'un assemblage faunique de cette chronologie correspond aux différentes interventions durant son accumulation (anthropique, carnivores et post dépôt).

Les groupes d'hominidés porteurs de la technologie du mode 1, exploitent les environnements où ils vivaient en termes de ressources animales et matière première lithique pour fabriquer leurs outils. Ces vestiges lithiques sont dominés par les éclats retouchés ou non et les galets aménagés. Tous les sites du Pléistocène inférieur en Europe, y compris Pirro Nord, sont particularisés et distingués par la production d'éclats à partir de plusieurs plans de frappe, comme but principal de débitage (Arzarello et al., 2017), qui représentent les moyens les plus courts et faciles pour obtenir un grand nombre d'éclats avec un minimum d'investissements techniques.

L'acquisition de la matière première s'exprime essentiellement par l'utilisation de matériaux expédients reflétant la plupart du temps les ressources alimentaires disponibles dans l'environnement immédiat, avec un objectif principal étant l'obtention de ressources alimentaires animales et/ou végétales, et non la fabrication d'outils selon un système envisageable. De concrètes stratégies d'exploitation n'existent pas comme chez les populations du Paléolithique dès l'Acheuléen (chasseurs-cueilleurs) (Féblot-Augustins, 1997 ; Grégoire et al., 2007). Les comportements de subsistance de ces hominidés sont liés à une exploitation de la matière première lithique en relation avec une activité de charognage (Grégoire, 2009).

Les assemblages fauniques des sites associés au mode 1, présentent une grande diversité d'espèces d'herbivores et de carnivores, tels que Pirro Nord (Italie), Barranco León, Fuente Nueva 3, Sima del Elefante (TE9), Gran Dolina (TD6) (Espagne), le Vallonet (France), parmi d'autres. En plus de viande, les hominidés de ces sites récupèrent la moelle osseuse lors de l'exploitation des carcasses d'animaux, bien que les cut marks soient peu nombreuses dans ces sites (à l'exception de TD6). L'exploitation de la moelle par la fracturation anthropique / carnivores est rudimentaire (PN13, Lézignan-la-Cèbe), néanmoins dans d'autres sites, elle est largement attestée (TD6, Fuente Nueva 3 et Barranco León).

La question sur les comportements de subsistance de ces hominidés a été souvent soulevée, et certaines évidences indiquent qu'ils étaient des chasseurs et des charognards liés avec la nature.

Pirro Nord 13 est un exemple d'une des premières occupations humaines fournissant des données sur les activités de subsistance des premiers hominidés en Europe, avec des évidences du processus de traitement des carcasses d'animaux et celles d'utilisation (*use-wear*) sur les artefacts lithiques associées à ces vestiges fauniques. L'étude des industries lithiques de PN13 suggère que les premiers hominidés ont produit des outils fonctionnels adéquats dans le traitement de la viande, en exploitant différentes ressources d'herbivores avec un accès primaire et/ou secondaire. A Atapuerca, le système d'exploitation des ressources animales montre qu'à la Sima del Elefante (TE9), les hominidés avaient un accès primaire immédiat aux proies (Huguet, 2007 ; Huguet et al., 2013, 2017). Pareillement, à Gran Dolina (TD6), la pratique de la chasse opportuniste avec un accès primaire immédiat est attestée (Huguet, 2007 ; Carbonell et al., 2010 ; Saladié et al., 2011) ; et un cannibalisme intergroupe est aussi documentée, pour défendre l'accès aux

ressources sur leurs territoires et d'essayer d'étendre leurs territoires au détriment des groupes voisins (Fernández-Jalvo et al., 1999 ; Saladié et al., 2012).

A Orce (Espagne), en plus de la chasse opportuniste, la plupart des ressources acquises à Fuente Nueva 3 et à Barranco León sont le résultat d'un piégeage naturel et d'un charognage avec accès primaire (Espigares et al., 2013) ; néanmoins, aucun type de gestion de ressources ou de sélection n'ont été identifiées en fonction du poids des animaux et/ou de leurs âges (Huguet, 2007 ; Toro-Moyano et al., 2013).

Dans la grotte du Vallonnet, l'acquisition des ressources animales par les hominidés correspond à un charognage passif dans un repaire de carnivores (Bernal et Moncel, 2004 ; Echassoux, 2009 ; de Lumley et al., 2016). Les hominidés de cette grotte étaient des opportunistes et dans la recherche des matières premières lithiques et dans l'exploitation des ressources animales Grégoire (2009).

D'un point de vue analytique globale sur les sites paléolithiques inférieurs avec mode 1 en Europe, il est possible de tirer quelques caractéristiques comportementales des groupes d'hominidés qui ont habité ce continent. Les sites en grottes correspondent à des occupations relativement courtes, et la quantité des artefacts lithiques recueillis est peu importante (TE9, le Vallonnet). Les différentes activités de traitements de boucherie ont pu avoir lieu à l'extérieur des grottes. Les occupations de plein air telles que Barranco León et Fuente Nueva3 (Espagne) sont prolongées, connues par la grande fréquentation des grands herbivores et carnivores (*Megantereon*, *Pachycrocuta*, *Panthera* et *Homoterium*) et, dans la plupart des cas l'exploitation des carcasses d'herbivores s'effectuent en alternance entre les hominidés et les carnivores.

L'occupation de l'Europe par les représentants du genre *Homo* est attestée depuis le début du Pléistocène inférieur, néanmoins leurs raisons de dispersion restent un large sujet de débat (O'Regan et al., 2010 ; Rolland, 2013 ; Garcia et al., 2014). Les différences documentées dans les stratégies de subsistance entre le Pléistocène inférieur et le Pléistocène moyen forment un sujet de débat intense ; entre une continuité culturelle européenne ou une acculturation par des groupes de l'extérieur du continent européen (Huguet, 2007), bien que les données récentes montrent que les premiers hominidés ont occupé l'Europe au moins 1,2-1,4 Ma (Agustí, 2003 ; Toro-Moyano et al., 2013 ; Huguet et al., 2017 ; Michel et al., 2017).

VIII. 1. 2. Comportements de subsistance – mode 2 en Afrique

Le gisement acheuléen de Tighennif représente un modèle unique en Afrique du Nord concernant les comportements et les stratégies de subsistances d'*Homo erectus/ergaster*, associés à un registre lithique du mode 2 et des restes d'hominidés. Les données issues de notre analyses dans ce travail, corroborées avec d'autres issues des différents sites paléolithiques inférieurs en Afrique nous a permis d'esquisser certaines caractéristiques comportementales de ces hominidés, particulièrement en Afrique du Nord. Les cut marks et les marques de fracturation documentées dans l'assemblage de Tighennif représentent les premières preuves démontrant un lien évident entre les artefacts lithiques acheuléens et les processus de traitement des carcasses des animaux.

Les hominidés de ce site comme ceux du Pléistocène inférieur et moyen en Afrique de l'Est, ont exploité différents taxons d'herbivores pour obtenir leurs ressources alimentaires avec un accès primaire (*early access*) aux carcasses d'animaux obtenues par chasse et/ou charognage actif par confrontation, ce qui suggère un degré élevé de contrôle de l'écosystème environnemental. L'exploitation de la moelle médullaire était pratiquée à Tighennif ; et les hominidés de ce site recherchaient cette matière par rapport à ce qu'elle présente comme valeur nutritive, démontrée par la fracturation des membres des animaux d'une gamme >1000 kg (méga-herbivores) qui nécessite de déployer de grands efforts.

Certains auteurs considèrent que l'exploitation des méga-herbivores comme ressources alimentaire est liée à l'Acheuléen (Yravedra et al., 2010). En revanche, l'exploitation de l'hippopotame est documentée dans le site d'Oldowayan d'Ain Hanech (1,78 Ma) en Algérie (Pléistocène inférieur) (Sahnouni et al., 2013) ; et dans les sites du Pléistocène moyen du Middle Awash (de Heinzelin et al., 2000), à Buia (Fiore et al., 2004 ; Rook et al., 2001), à Koobi Fora (Bunn, 1994 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2002), et à BK (*Upper Bed II*, Olduvai Gorge (Tanzanie) (Domínguez-Rodrigo et al., 2009b).

Plusieurs sites en Afrique et en Europe documentent des occupations de boucheries de méga-herbivores et les mêmes stratégies comportementales semblent se répéter dans le temps (Mosquera et al., 2015). Les sites plio-pléistocène d'Olorgesailie (Kenya), Melka Kunture et Fejej FJ-1 (Ethiopie) (Leakey, 1971 ; Bunn et al., 1986 ; Bunn, 1994 ; Moullée et al., 2001 ; Chavaillon et Berthelet, 2004 ; Pobiner et al., 2008) ont donné des dépôts archéologiques caractérisés par l'association des restes de proboscidiens avec des vestiges lithiques.

En Afrique de l'est, le site de Barogali (Djibouti), daté entre 1,3-1,6 Ma, semble être le plus ancien de ce type, où plusieurs restes d'*Elephas recki ileterensis* sont associés à des vestiges lithiques ; et est interprété comme site de boucherie, où les hominidés ont débité les outils, ont traité, et peut-être ont consommé la viande d'éléphant (Berthelet et Chavaillon, 2001).

Le site de Nadung'a 4 (Turkana, Kenya), attribué à la fin du Pléistocène inférieur-début du Pléistocène moyen, est aussi caractérisé par une association non fortuite des restes d'éléphant (carcasse unique) et des artefacts lithiques Acheuléens (Delagnes et al., 2006)

En revanche, les sites de boucherie les plus jeunes avec une chronologie entre 0,7 Ma en Afrique, montrant l'exploitation des méga-herbivores sont ceux d'Olduvai WK Hippo Cliff (Leakey et Roe, 1994) et l'Olorgesailie Hippo Banda (Isaac, 1977), les deux avec les restes d'hippopotame, et Gombore II-2, avec *Hippopotamus* sp. (Chavaillon et Berthelet, 2004).

De nombreux sites du Pléistocène moyen et du Pléistocène moyen final en Europe montrent l'association des méga-herbivores avec des artefacts lithiques tels que Ficoncella (Italie) (Aureli et al., 2012, 2015), La Polledrara (Italie) (Anzidei et al., 2012), et Áridos 1 et Áridos 2 (Espagne) (Yravedra et al., 2010). Cependant, au Pléistocène inférieur, très peu de localités montrent une telle association entre un outillage lithique et des restes de méga-herbivores. Le plus ancien site est Fuente Nueva 3 (Espagne) daté ~ 1,4 Ma (Agustí et Madurell, 2003), où des restes fauniques de *Mammuthus meridionalis* sont associés à un outillage lithique et des coprolithes de hyènes suggérant que les hominidés et les hyènes se sont concouru la carcasse d'éléphant (Espigares et al., 2013). Une autre localité de boucherie de méga-herbivores, début du Pléistocène moyen, Notarchirico (Italie) Piperno et Tagliacozzo, 2001), présentent plusieurs restes d'éléphant (*Palaeoloxodonta*) associés à des artefacts lithiques. Des accumulations similaires ont également été notés dans les registres ethnoarchéologiques, comme les travaux de Crader (1983) sur les méga-herbivores du peuple Bisa (Zambie) et les travaux expérimentaux (Haynes et Klimowicz, 2015).

La localité de Pit 1, la Boella (Espagne), datée de 0,96-0,78 (Vallverdú et al., 2014a) présente une association entre les restes de méga-herbivores et un outillage acheuléen ; et peut être le plus ancien site d'abattage acheuléen en Europe (Mosquera et al., 2015)

Il est présumé que les hominidés de Tighennif vivaient en plein air dans un habitat riverain, probablement un camp, pas loin des ressources, où ils effectuèrent différentes activités telles que le traitement des carcasses d'animaux, la fabrication d'outils en pierre et probablement son utilisation comme foyers d'interactions sociales ; ce qui diminue la concurrence des carnivores dans de tels contextes.

Le registre lithique recueilli à Tighennif (Sahnouni et al. en préparation) exhibe toutes les caractéristiques technologiques et typologiques d'une activité intense de production des outils *in situ*, et se réfèrent clairement à la tradition et au comportement technologique acheuléens. Cela suggère que les hominidés de ce site ont produit des outils fonctionnels adéquats dans le traitement de la viande qui peut être une composante majeure de leur alimentation.

La fabrication d'outils sur matière dure d'origine animale a été documentée dans le site de Tighennif (Denys et al., 1984 ; Geraads et al., 1986). Cette pratique est bien présente à Konso (Echassoux, 2012), à Swartkrans en Afrique du Sud (Backwell et d'Errico, 2005 ; Harris et al., 2013), à Olduvai Gorge en Afrique de l'Est (Leakey et Rose, 1994). Il est à noter que l'utilisation de la matière d'origine animale, parallèlement à celle en pierre, permet d'affiner nos connaissances sur la nature complexe de la relation homme/animal durant cette chronologie.

Les hominidés de Tighennif ont pratiqué une stratégie de transport de type *Bulk* (Binford, 1978) pour la classe de grande et de taille moyenne où les éléments hautement nutritifs sont les mieux représentés dans l'assemblage, ce qui suggère la présence d'un contrôle de l'écosystème environnant et d'une certaine coopération entre les membres du groupe, mis en évidence par les différentes activités anthropiques (débitage lithique, dépeçage, décharnement et transport).

L'accès primaire des *Homo erectus* aux carcasses animales a été amplement démontré par l'analyse archéozoologique de plusieurs sites du continent africain (Schick et Toth, 1993 ; Domínguez-Rodrigo et al., 2001, 2014 ; Echassoux, 2012 ; Beyene et al., 2013 ; Semaw et al., 2013 ; Sánchez-Yustos et al., 2016). Bien que les sites acheuléens soient variables sur le plan comportemental, très peu d'assemblages ont bénéficié de la suite complète d'analyses taphonomiques. Le site de FLKW, Olduvai Gorge (Tanzanie), daté entre 1,74-1,66 Ma, montre les premières étapes du développement de la technologie acheuléenne et constitue le plus ancien site acheuléen associé spatialement et fonctionnellement à l'exploitation de la faune éventuellement par *Homo erectus sensu lato*.

L'analyse taphonomique indique que la boucherie de carcasses était l'une des activités répétées sur le site avec accès primaire par les hominidés suivi de carnivores et de ravages post-déposition (Diez-Martín et al., 2013).

L'exploitation des petites proie (chélonien) n'est pas exclusive à Tighennif, mais de telles stratégies de subsistance ont été déjà notées à *Bed I* à Olduvai (Tanzanie) où l'exploitation occasionnelle d'hérissons (*Erinaceus broomi*) a été documentée (Fernández-Jalvo et al., 1999a), ainsi qu'à la Sima del Elefante TE9 (Espagne) (Huguet, 2007 ; Carbonell et al., 2008 ; Blasco et al., 2011). D'autres ressources alimentaires végétales d'*Homo erectus* ne peuvent pas être sous-estimées ; tels que les fruits, les noix, les feuilles, les racines, les tubercules et les graines, qui peuvent avoir été d'importants «aliments de secours» en période de stress environnemental (Harris et al., 2013).

Au Maroc, la Grotte à Hominidés (GH) et Grotte de Rhinocéros (GDR) dans la Carrière Thomas 1 et Oulad Hamida 1, Casablanca, ne montrent pas de lien entre les restes d'hominidés de ces sites et les restes fauniques associés, bien que les hominidés étaient une ressource alimentaire pour les carnivores (Daujeart et al., 2012, 2016).

Il n'est pas évident d'esquisser une image détaillée lorsque nous faisons face à des preuves numériquement réduites, néanmoins les connaissances actuellement disponibles peuvent certainement nous permettre de cerner les contours du comportement des artisans Acheuléens, qui était fortement influencé et conditionné par des variables environnementales.

Les résultats obtenus par l'analyse taphonomique de l'assemblage de Tighennif ont contribué aux questions liées aux comportements de subsistance d'*Homo erectus sensu lato* d'Afrique du Nord, et ont également soulevé de nouvelles questions concernant la chronologie du site lui-même et les adaptations d'*Homo erectus* à l'environnement et au climat régnant dans la région entre 0,8 et 1,0 Ma.

VIII. 2. Conclusions générales

Ce présent travail avait comme objectif d'explorer le potentiel archéologique des restes de macro vertébrés de deux sites paléolithiques inférieurs situés dans deux différents continents avec deux chronologies distinctes. Le premier est celui de Pirro Nord 13 (Pléistocène inférieur) en Italie (Europe), et le deuxième est le gisement à hominidés de Tighennif (Pléistocène inférieur final-début du Pléistocène moyen) en Algérie (Afrique du Nord). Les données inédites présentées dans cette thèse ont contribué à une meilleure compréhension des comportements de subsistance du genre *Homo erectus sensu lato* dans ces régions. Bien que nous ayons pu répondre à de nombreuses questions exposées dans la partie introduction, d'autres questions ont été soulevées et feront l'objet d'études dans nos futurs travaux de recherches. A cet égard, les principales conclusions tirées de l'étude de chaque assemblage sont résumées.

Les données concernant le site de Pirro Nord 13 peuvent être exposées comme suit :

Le site de Pirro Nord 13 a livré un riche assemblage de vertébrés associés à des vestiges lithiques attribués à la technologie du mode 1 de type Oldowan, témoignant de la plus ancienne présence humaine en Europe.

Les groupes d'*Homo sp.* ont occupé cet environnement, probablement par rapport à ce qu'il offre comme disponibilité de ressources alimentaires, de sécurité par la présence de zones de refuges boisées et de matière première lithique pour la fabrication d'outils dans les alentours de la ressource.

L'analyse taphonomique effectuée sur cet assemblage, combinée aux données issues d'autres sites du Pléistocène inférieur en Europe nous a permis d'esquisser les caractéristiques comportementales des premiers groupes du genre *Homo* de ce continent.

Dans ce site, l'association des restes osseux conservant différentes traces de boucherie sur leur surface corticale avec des artefacts lithiques portant des traces d'*usewear* ne laisse aucun doute quant à la présence d'hominidés dans cet environnement riche en ressources alimentaires.

Les hominidés à PN13 vivaient dans un environnement de plein air ouvert avec des milieux humides saisonniers à forte densité boisée avec une végétation brièvement ouverte.

L'environnement caractéristique de cette association est d'une humidité élevée à l'intérieur de la fissure, d'une incidence élevée de fissuration et

d'arrondissement/polissage, bien que d'autres altérations taphonomiques soient caractéristiques d'un milieu de plein air tel les modifications sub aériennes.

Il existe des évidences de l'activité de l'eau (abrasion), qui est intense montrant un degré élevé de modification. Cette action s'est produite lors du transport en masse des fossiles (faune et lithique) à l'intérieur de la fissure.

Anatomiquement, l'assemblage faunique comprend toutes les catégories d'éléments anatomiques ou parties squelettiques. Les artefacts lithiques associés à ces restes fauniques apparaissent relativement frais avec un assemblage cohérent de tous les composants d'artefacts y compris des fragments inférieurs à 2 cm.

L'implication des premiers hominidés dans la modification des restes de cette accumulation est démontrée, corroborée par d'autres preuves taphonomiques incluant les données sur les artefacts lithiques.

L'étude des industries lithiques de PN13 suggère que les premiers hominidés ont produit des outils fonctionnels adéquats dans le traitement de la viande.

Daté entre 1,3 et 1,6 Ma, les cut marks et les traces d'utilisation à PN13 représentent les premières évidences européennes démontrant un lien évident entre les artefacts lithiques d'Oldowan et les processus de traitement des carcasses d'animaux pour la viande (décharnement et dépeçage) et pour l'exploitation de la moelle (fracturation par percussion).

L'activité des carnivores est bien présente dans cet assemblage. Ces animaux ont probablement effectué un accès primaire aux carcasses d'animaux et ont réalisé une grande consommation de nutriments.

Il ne nous est pas été possible d'isoler et d'identifier le type d'accès développé par les hominidés d'un côté, et d'un autre côté les preuves liées à l'activité de dépeçage, de déchargement, de fracturation par percussion et l'absence d'éviscération et des cut marks sur les diaphyses de stylopoies et de zeugopodes peuvent faire penser à un accès secondaire des hominidés aux carcasses d'animaux.

En revanche, la présence de certaines cut marks sur des diaphyses d'os longs non identifiables nous laisse penser à une éventuelle présence d'un accès primaire des hominidés aux carcasses d'animaux.

Les résultats de l'analyse tracéologique (*use-wear*) des artefacts lithiques montre que certaines pièces ont été utilisées dans l'exploitation de matières molles de l'animal, probablement des muscles, et d'autres ont été utilisées sur des matières dures comme l'os, ce qui rejoint l'hypothèse présupposée sur l'accès primaire des hominidés aux carcasses.

L'analyse métrique et statistique des morsures des carnivores ne montre aucun modèle d'accès aux carcasses ; et nous ne pouvons identifier si les carnivores sont surtout impliqués dans la fracturation des os et dans la disparition des os plats et d'épiphyse des os longs.

Les résultats obtenus par l'analyse taphonomique de l'assemblage de PN13 ont contribué aux questions liées à la recherche sur l'évolution humaine et ont également soulevé de nouvelles questions qui ont considérablement repoussé la chronologie du premier peuplement humain en Europe au Pléistocène inférieur.

En ce qui concerne le gisement de Tighennif, nous concluons que :

Ce gisement compte parmi les sites Acheuléens les plus significatifs sur le plan évolutif culturel et biologique des *Homo erectus sensu lato* au Maghreb et en Afrique. Ce site a livré un très riche assemblage de micro et macro vertébrés associé aux restes humains et à des artefacts lithiques attribués à la technologie du mode 2 de type Acheuléen.

Les travaux de fouille dans ce site ont permis de découvrir les plus anciens restes fossiles humains d'Afrique du Nord, baptisé *Atlanthropus mauritanicus* (= *Homo erectus mauritanicus*) (Arambourg, 1955).

Le registre faunique étudié est constitué de différents taxons d'herbivores et de carnivores, où les premiers sont les plus abondants, et caractérisent un environnement aride ouvert avec la présence des milieux humides plus fermés, néanmoins la présence d'hippopotames suggère la présence d'eau (Geraads et al., 1986).

Les résultats de l'analyse taphonomique de l'assemblage faunique de Tighennif montrent une bonne conservation des surfaces osseuses. Les altérations et les modifications postdépositionnelles sont caractéristiques des environnements en plein air, d'un contexte sédimentaire fluvio-lacustre, telles que la météorisation, le piétinement et l'abrasion.

Le contexte sédimentaire responsable de l'abrasion semble avoir été sableux (sables fins) dans sa grande majorité, et était peut-être l'agent étant à l'origine de l'arrondissement plutôt que du polissage.

Aucune modification associée aux déplacements des ossements après leur enfouissement n'a été observée, bien que l'écoulement de l'eau, à un moment donné (énergie variable), ait pu déterrer peu de fossile localement sans les déplacer (ré élaboration locale).

Anatomiquement, l'assemblage osseux de Tighennif comprend toutes les catégories d'éléments anatomiques ou parties squelettiques, ce qui élimine la possibilité d'un éventuel tri important actionné par l'activité de l'eau.

Daté environ 0,8 Ma, l'accumulation de Tighennif résulte d'un fait anthropique et économique des groupes d'*Homo erectus*, démontré par les évidences d'activités de subsistance comme les traces d'os modifiés (cut marks, os fracturé), de l'utilisation de la matière dure animale (os et ivoire) et les artefacts lithiques associées à ces restes fauniques.

Les cut marks et les évidences de fracturation documentées sur les fossiles osseux représentent les premières preuves démontrant un lien évident entre les artefacts lithiques acheuléens et les processus de traitement des carcasses des vertébrés dans ce gisement (décharnement, dépeçage et fracturation).

Les hominidés de Tighennif, comme ceux du Pléistocène inférieur et moyen en Afrique de l'Est, ont exploité différents taxons pour obtenir leurs ressources alimentaires animales (*Loxodonta atlantica*, *Ceratotherium mauritanicum*, *Hippopotamus sirensis*, *Equus* sp., *Bovini*, *Antilopini*) ainsi que des reptiles (Chélonien), ce qui suggère un degré remarquable de contrôle de l'écosystème environnemental.

Les hominidés de ce site avaient un accès primaire (*Early access*) aux carcasses d'animaux obtenues par la chasse et/ou le charognage actif par confrontation, et ils ont procédé au traitement des carcasses *in situ*, comme le montre les artefacts lithiques associés aux restes osseux portant des cut marks, témoignant des activités de boucherie tels que le décharnement, le dépeçage et la fracturation osseuse.

Les similitudes dans la distribution des cut marks et les traces de percussion anthropique sur les éléments anatomiques montrent un traitement des carcasses normalisé en termes de représentation anatomique et de modification de la surface des os des

différentes catégories de poids, ce qui indique que les hominidés de ce site avaient une certaine gestion de proies (traitement de carcasses).

L'exploitation de la moelle osseuse est bien pratiquée à Tighennif montrant que les hominidés de ce site, en plus du décharnement, fracturaient les os longs et recherchaient la matière médullaire par rapport à ce qu'elle présente comme valeur nutritive, comme le montre la fracturation des membres des animaux de très grande taille (éléphant, hippopotame et rhinocéros) qui nécessite de déployer de grands efforts.

L'exploitation de la matière dure d'origine animale, tels que l'utilisation de l'os probablement comme outil et la fabrication d'éclats en ivoire d'hippopotame, est attestée à Tighennif ; ce qui permet des constatations pertinentes concernant l'évolution cognitive des hominidés dans cette zone et d'affiner notre compréhension concernant la nature complexe des relations humaines / animales durant cette chronologie.

L'activité des carnivores à Tighennif a été interprétée comme faible par rapport à celle anthropique en fonction de la fréquence et de l'emplacement anatomique des marques engendrées par ces carnivores. L'analyse des traces causées par les carnivores suggère un accès secondaire de ces derniers aux carcasses d'animaux, préalablement consommées par les hominidés, documenté par des cut marks superposées de rainures de carnivores sur les membres.

Le type d'accès concernant les stratégies de subsistance à Tighennif peut correspondre au modèle Hommes-Carnivores, dans lequel les hominidés pratiquent un accès primaire aux proies obtenue par la chasse et/ou le charognage actif par confrontation suivi par les carnivores.

Le modèle de stratégie de transport identifié à Tighennif est de type *Bulk*, dans lequel les éléments les plus nutritifs sont les mieux représentés dans l'assemblage, et cela dans la classe de grande et de taille moyenne. Par contre, la stratégie de transport identifiée dans le **Locus D** correspond au type *Unconstrained*, dans laquelle le transport des éléments anatomiques serait lié à une introduction dans le site en fonction de leur abondance dans la proie, mais pas par rapport à leur valeur nutritionnelle (ce dernier type de stratégie est une conclusion préliminaire, du fait que les travaux de fouilles n'ont pas encore été achevés).

La présence des deux types de stratégies de transport combinée avec l'accès primaire aux carcasses d'animaux obtenues par chasse et/ou charognage actif, indique la capacité des hominidés de Tighennif à capturer et à exploiter une grande variété d'espèces

de grande et de très grande taille, ce qui suggère un degré de contrôle de l'écosystème environnant.

Les hominidés à Tighennif vivaient dans en plein air, dans un habitat riverain, probablement camp, proche des endroits de l'obtention des ressources. Bien que les zones d'habitat et les données concernant l'existence d'une articulation sociale entre les *Homo erectus* dans cette région d'Afrique du Nord ne soient pas encore précisément identifiées, il devrait avoir un certain degré de coopération entre les membres du groupe, mis en évidence par les différentes activités anthropiques (débitage lithique, dépeçage, décharnement et transport de proies).

Il est particulièrement capital de savoir si les schémas de comportement observés chez l'*Homo erectus sensu lato* dans le gisement de Tighennif, daté autour d'un million d'année, constituent une adaptation locale aux contextes écologiques et paléoenvironnementaux dans cette zone, ou bien ils sont révélateurs d'un schéma acheuléen global en Afrique à cette chronologie.

Bien que les antécédents archéologiques et écologiques concernant l'émergence de l'Acheuléen soient encore limités, néanmoins elles démontrent une variabilité dans les paramètres paléoécologiques et dans l'utilisation des matières premières.

Les données obtenues par cette étude ont contribué aux questions liées aux comportements de subsistance d'*Homo erectus sensu lato* d'Afrique du Nord, ont apporté une grande appréhension des comportements de subsistances qui leur a permis de survivre, de se reproduire et d'assurer la continuité de l'occupation de l'Afrique du Nord depuis le début du Pléistocène inférieur. Egalement, de nouvelles questions ont été soulevées concernant la chronologie du site lui-même et les adaptations d'*Homo erectus* à l'environnement et au climat régnant dans la région entre 0,8 et 1,0 Ma.

Cette étude a exhibé l'évolution du comportement et de stratégies de subsistance mis en place par les hominidés porteurs d'une technologie lithique de mode 1 et de mode 2. Cette distinction de comportement nous conduit à mieux explorer ce mode de subsistance mis en place par les représentants du genre *Homo* en Afrique du Nord ainsi qu'en Eurasie.

VIII. 3. Réflexions et perspectives

Les études engagées jusqu'à présent apportent de nombreux éléments de réflexions sur les activités des premiers représentants du genre *Homo*. Une fois les conclusions ont été finalisées et que les objectifs déclarés ont été atteints, de nombreuses questions ont encore besoins de réponses et constitueront le point de départ pour de nouvelles explorations et de travaux de recherches, principalement, ceux qui, par faute de temps, n'ont pas été discutées :

- La question de l'utilisation de la matière première dure d'origine animale telle que l'os et l'ivoire reste peu développée, de ce fait, elle s'inscrit dans le volet des traitements de boucherie.
- Caractériser l'évolution culturelle des groupes humains qui ont occupé la péninsule italique durant le Pléistocène inférieur et étendre l'étude à d'autres sites.
- Caractériser l'évolution culturelle des *Homo erectus sensu lato* qui ont occupé l'Afrique du Nord durant le Pléistocène inférieur final-début du Pléistocène moyen.
- Les comportements de subsistance mis en place par les représentants du genre *Homo* en Afrique du Nord, sont-ils semblables à ceux mis en place par les hominidés évoluant en Europe ?

Chapitre IX

Bibliographie

Bibliographie

- Abbate, E., Albanelli, A., Azzaroli, A., Benvenuti, M., Tesfamariam, B., Bruni, P., Cipriani, N., Clarke, R.J., Ficarelli, G., Macchiarelli, R., Napoleone, G., Papini, M., Rook, L., Sagri, M., Tecle, T.M., Torre, D., Villa, I. 1998. A one million year old *Homo* cranium from the Danakil (Afar) Depression of Eritrea. *Nature*. Vol. 393 : 458-460.
- Abbazzi L., Benvenuti M., Boschian G., Dominici S., Masini F., Mezzabotta C., Piccini L., Rook L., Valleri G. and Torre D., 1996. Revision of the Neogene and Pleistocene of the Gargano region (Apulia, Italy): The marine and continental successions and the mammal faunal assemblages in an area between Apricena and Poggio Imperiale (Foggia). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 51: 383-402.
- Aguirre, E., 2005. La industria ósea primitiva de Torralba. *Antropología-Arkeología* 57. Homenaje a Jesús Altuna:19-52.
- Aiello, L.C., and Wheeler, P., 1995. The expensive-tissue hypothesis: the brain and digestive system in human and primate evolution, *Current Anthropology* 36: 199- 220.
- Aldama, J.J., Beltrán, J.F., Delibes, M., 1991. Energy expenditure and prey requirements of free-ranging Iberian lynx in southwestern Spain. *Journal of Wildlife Management* 55: 635-641.
- Aldama, J.J. 1993. Ecología energética y reproductiva del lince ibérico (*Lynx pardina*, Temminck 1824) en Doñana. PhD thesis, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain.
- Alberdi, M.T and Palombo, M.R. 2013.The late Early to early Middle Pleistocene stenooid horses from Italy. *Quaternary International* 288 : 25-44.
- Alimen, M.H. and Chavaillon, J. 1962. Position stratigraphique et évolution de la pebble-culture au Sahara nord-occidental. Actes du IV Congrès Panafricain de Préhistoire. Tervuren, Belgium, Royal Museum for Central Africa : 3-24.
- Alimen, H. 1978. L'Évolution de l'Acheuléen au Sahara nord-occidental (Saoura, Ougarta, Tabelbala). Meudon, France, Centre National de la Recherche Scientifique.
- Alimen, H. 1981. Présence humaine et paléoclimats au Sahara nord-occidental. In: Roubet, C., Hugot, H., and Souville, G. (eds), *Préhistoire africaine, mélanges offerts au Doyen L. Balout*, Paris, ADPF : 105-112.
- Alperson-Afil, N., and Goren-Inbar, N. 2016. Acheulian hafting : Proximal modification of small flint flakes at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Quaternary International* 411: 34-43.
- Amara, A. 1981. Contribution à l'étude des formations quaternaires et de la préhistoire dans le Hodna Oriental (Algérie du Sud-Est). Ph.D. thesis, Université de Bordeaux, France.
- Anconetani, P., Díez, C., Rosell, J., 1996. Intentional bone fracturing for marrow extraction in Atapuerca (Spain) and Isernia la Pineta (Italy). Lower Palaeolithic sites, III International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Forli 8-14 September Tome 2: 445-451.
- Andrés, M., Gidna, A.O., Yravedra, J., Domínguez- Rodrigo, M., 2012. A study of dimensional differences of tooth marks (pits and scores) on bones modified by small and large carnivores, *Archaeological Anthropological Science* 4: 209-219

- Andrews, P. and Cook, J. 1985. Natural modifications to bones in a temperate setting. *Man*, 20(4): 675- 691.
- Andrews, P. 1990. *Owls, caves and fossils*. University of Chicago Press.
- Andrews, P. 1995. Experiments in Taphonomy. *Journal of Archaeological Science* 22: 147–153.
- Andrews, P. and Fernández-Jalvo, Y. 1997. Surface modifications of the Sima de los Huesos fossil humans. *Journal of Human Evolution* 33: 191-217.
- Andrews, P. and Denys, C. 1999. Cut marks on small mammals at Olduvai Gorge Bed- 1. *Journal of Human Evolution*, 36: 587-589.
- Angelone, C. 2013. Fossil Lagomorpha from Pirro Nord (Apulia, southern Italy). *Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology Stratigraphy* Vol. 298 (1–6): 95–105.
- Antón, S.C. 2004. A natural history of *H. erectus*. *Yearbook of Physical Anthropology* 46: 126-70.
- Antón, M., Galobart, A., Turner, A. 2005. Co-existence of scimitar-toothed cats, lions and hominins in the European Pleistocene. Implications of the post-cranial anatomy of *Homotherium latidens* (Owen) for comparative palaeoecology. *Quaternary Science Reviews* 24: 1287-1301-
- Antón, S. C. 2012. Early *Homo*. Who, When, and Where. *Current Anthropology*, 53(Supplement 6): S278-S298.
- Anzidei, A. P. 2001. Tools from elephant bones at La Polledrara di Cecanibbio and Rebibbia-Casal de' Pazzi A.P. Anzidei. *The World of Elephants - International Congress*: 415-418.
- Anzidei, A.P., Bulgarelli, G.M., Catalano, P., Cerilli, E., Gallotti, R., Lemorini, C., Milli, S., Palombo, M.R., Pantano, W., Santucci, E., 2012. Ongoing research at the late Middle Pleistocene site of La Polledrara di Cecanibbio (central Italy), with emphasis on human-elephant relationships, *Quaternary International* 255: 171-187.
- Arambourg, C. 1948. Observations sur le quaternaire de la region du Hoggar. *Travaux de l'Institut de Recherche Sahariennes*, Vol. 5 : 7-18.
- Arambourg, C. 1954a. L'Atlantrophe de Ternifine, un chaînon complémentaire de l'ascendance humaine fabriquait des bifaces chelléens. *Nature* 3235: 401-404.
- Arambourg, C. 1954b. L'Hominien Fossile de Ternifine (Algérie). *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 239: 893-895.
- Arambourg, C. 1955a. A recent discovery in human paleontology: *Atlantropus* of Ternifine (Algeria). *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 13: 191-202.
- Arambourg, C. 1955b. Le gisement de Ternifine et l'*Atlantropus*. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 52(1-2): 90-95.
- Arambourg, C. and Balout, L. 1955c. L'Ancien lac de Tihodaïne et ses gisements préhistoriques. In: L. Balout (ed), *Actes du Congrès Panafricain de Préhistoire*, Alger, Paris, Arts et Métiers Graphiques : 281-92.
- Arambourg, C. 1956a. Une IIIème mandibule d'*Atlantropus* découverte à Ternifine. *Quaternaria*, Vol. 3 : 1-4.

-
- Arambourg, C. 1956b. Les fouilles du gisement de Ternifine et l'*Atlantropus* (1954-1956). Congrès Préhistoriques de France, Poitiers-Angoulême.
- Arambourg, C. 1957. Les Fouilles du Gisement de Ternifine et l'*Atlantropus*. Congrès Préhistorique de France. Compte Rendu 15: 171-177.
- Arambourg, C. 1958. Les Artisans des Industries Acheuléennes. Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège 13: 1-2.
- Arambourg, C., and Hoffsteter, R. 1963. Le gisement de Ternifine. Memoire de I.P.H. n 32, Paris.
- Arambourg, C. 1967. Procédé d'analyse et questions de terminologie dans l'étude des ensembles industriels du Paléolithique Inférieur en Afrique du Nord. In : W. W. Bishop and J.D. Clark (eds), Background to Evolution in Africa. Chicago, Ill., University of Chicago Press : 707-36.
- Arambourg, C., 1979. Les Vertébrés villafranchiens d'Afrique du Nord (Artiodactyles, Carnivores, Primates, Reptiles, Oiseaux). Paris: Singer-Polignac.
- Arilla, M., Rosell, J., Blasco, R., Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T.R. 2014. The "Bear" Essentials: Actualistic Research on *Ursus arctos arctos* in the Spanish Pyrenees and Its Implications for Paleontology and Archaeology. PLOS ONE, 9 (7) : e102457.
- Armand, D., and Delagnes, A., 1998. Les retouchoirs en os d'Artenac (couche 6c): perspectives archéozoologiques, taphonomiques et expérimentales, Economie Préhistorique. In: Brugal, J. Ph., Meignen, L., Patou-Mathys, M. (Eds.), Les comportements de subsistance au Paléolithique, xvii^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, APDCA, Sophia Antipolis, pp. 205–214.
- Armitage, A., Hills, M. 1982. The Two-Period Crossover Trial. Journal of the Royal Statistical Society. Series D, Vol. 31 (2): 119-131.
- Arriaza, M.C., Domínguez-Rodrigo, M., Martínez- Maza, C., Mabulla, A., Baquedano, E., 2015. Differential predation by Age and sex classes in blue wildebeest in Serengeti: study of a modern carnivore den in Olduvai Gorge (Tanzania), PLoS ONE 10: e0125944.
- Arribas, A., Díez, J.C. and Jordá, F.J., 1997. Primeras ocupaciones en los depósitos Pleistocenos de la Cueva de los Torrejones (Sistema Central Español, Tamajón, Guadalajara): litoestratigrafía y actividad biológica. Cuaternario y Geomorfología 11: 55-66.
- Arribas, A. and Palmqvist, P. 1998. Taphonomy and palaeoecology of an assemblage of large mammals: hyaenid activity in the Lower Pleistocene site at Venta Micena (Orce, Guadix-Baza Basin, Granada, Spain). Geobios 31 (Suppl.): 3-47.
- Arribas, A. 1999. Análisis y Modelización de la Tafonomía del Yacimiento de Venta Micena (Orce, Granada) y su estudio comparativo con otras localidades españolas del Plio-Pleistoceno continental. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 344 pp. Inédita.
- Arribas, A. and Palmqvist, P. 1999a. On the ecological connection between sabre-tooths and hominids: faunal dispersal events in the lower Pleistocene and a review of the evidence for the first human arrival in Europe. Journal of Archaeological Science, 26: 571–585.

- Arribas, A. and Palmqvist, P. 1999b. El modelo de actividad de *Pachycrocuta* en Venta Micena: implicación de los hiénidos en el registro paleomastológico Plio-Pleistoceno español. *Temas Geológico Mineros ITGE*, 26: 173-181.
- Arribas, A., and Palmqvist, P. 1999c. On the ecological connection between sabre-tooths and hominids: faunal dispersal events in the lower pleistocene and a review of the evidence for the first human arrival in Europe. *Journal of Archaeological Science* 26: 571-585.
- Arribas, A., Baeza, E., Bermúdez, D., Blanco, S., Durán, J. J., Garrido, G., Gumiel, J. C., Hernández, R., Soria, J. M. and Viseras, C. 2004. Nuevos registros paleontológicos de grandes mamíferos en la Cuenca de Guadix-Baza (Granada): Aportaciones del Proyecto Fonelas al conocimiento sobre las faunas continentales del Plioceno- Pleistoceno europeo. *Boletín Geológico y Minero*, 115 (3): 567-581.
- Arribas, A. and Garrido, G. 2009. Hiénidos [*Pachycrocuta brevirostris* (Aymard, 1846) y *Hyaena brunnea* Thunberg, 1820] del yacimiento de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada). En Arribas, A. (Ed.), *Vertebrados del Plioceno superior terminal del suroeste de Europa: Fonelas P-1 y el Proyecto Fonelas*. *Cuadernos del Museo Geominero*, 10: 201-230.
- Arribas, A., Garrido, G., Viseras, C., Soria, J. M., Plas, Solano, J. G., Garcés, M., Beamud, E. and Carrión, J. S. 2009. A Mammalian Lost World in Southwest Europe during the Late Pliocene. *Plos One*, 4(9): 71-27.
- Arsuaga, J.L., Martínez, I., Arnold, L.J., Aranburu, A., Gracia-Téllez, A., Sharp, W.D., Quam, R.M., Falguères, C., Pantoja-Pérez, A., Bischoff, J., Poza-Rey, E., Parés, J.M., Carretero, J.M., Demuro, M., Lorenzo, C., Sala, N., Martín-Torres, M., García, N., Alcázar de Velasco, A., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Olivencia, A., Moreno, D., Pablos, A., Shen, C.C., Rodríguez, L., Ortega, A.I., García, R., Bonmatí, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2014. Neandertal roots: Cranial and chronological evidence from Sima de los Huesos, *Science* 344: 1358-1363.
- Arzarello M., Marcolini F., Pavia G., Pavia M., Petronio C. Petrucci M., Rook L. and Sardella R., 2007. Evidence of earliest human occurrence in Europe: the site of Pirro Nord (Southern Italy). *Naturwissenschaften*, 94: 107-112.
- Arzarello, M., Marcolini, F., Pavia, G., Pavia, M., Petronio, C., Petrucci, M., Rook, L., Sardella, R., 2009. L'industrie lithique du site Pléistocène inférieur de Pirro Nord (Apricena, Italie du sud): une occupation humaine entre 1,3 et 1,7 Ma. *Anthropologie* 113: 47-58.
- Arzarello, M., Peretto, C., 2010. Out of Africa: the first evidence of Italian peninsula occupation. *Quaternary International* 223-224, 65-70.
- Arzarello, M., Pavia, M., Peretto, C., Petronio, C., Sardella, R. 2012. Evidence of an Early Pleistocene hominin presence at Pirro Nord (Apricena, Foggia, southern Italy): P13 site. *Quaternary International*, 267: 56-61.
- Arzarello, M., and Peretto, P. 2014. Il primo popolamento della penisola italiana nel contesto della prima occupazione europea. *Annali dell'Università di Ferrara, Sez. Museologia Scientifica e Naturalistica*. Vol. 10 (2): 19-22

-
- Arzarello, M., Peretto, C., Moncel, M.H., 2015. The Pirro Nord site (Apricena, Fg, Southern Italy) in the context of the first European peopling: Convergences and divergences. *Quaternary International* 389; 255–263.
- Arzarello, M., De Weyer, L., Peretto, C., 2016. The first European peopling and the Italian case: Peculiarities and “opportunism.” *Quaternary International* 393: 41–50.
- Arzarello, M., Peretto, C., 2017. Les plus anciens peuplements de la Péninsule italienne The oldest settlements of the Italian Peninsula. *Anthropologie*.
- Asfaw, B., Gilbert, W.H., Beyene, Y., Hart, W.K., Renne, P.R., WoldeGabriel, G., Vrba, E.S. and White, T.D. 2002. Remains of *Homo erectus* from Bouri, Middle Awash, Ethiopia. *Nature* (London, New York, Tokyo), Vol. 416, pp. 317–319.
- Audouze, F., Enloe, J.G. 1997. High resolution archaeology at Verberie: Limits and interpretations. *World Archaeology*, 29, 195–207.
- Auguste, P., 1995. Chasse et charognage au Paléo- lithique moyen: L’apport du gisement de Biache- Saint-Vaast (Pas-de-Calais) *Bulletin de la Societé Préhistorique Française* 92 : 155-167.
- Azzaroli, A., De Giuli C., Ficarelli, G., Torre, D. 1988. Late pliocene to early mid-pleistocene mammals in Eurasia: Faunal succession and dispersal events. *Palaeogeography, palaeoclimatology Palaeoecology* 66 (1-2): 77-100.
- Backwell, L.R., d’Errico, F. 2001. Termite gathering by Swartkrans early hominids. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(4): 1358–1363.
- Backwell, L.R., d’Errico, F., 2004. A reassessment of the Olduvai Gorge ‘bone tools’. *Palaeontologia Africana* 40: 95–158.
- Backwell, L.R., and d’Errico, F., 2005. The origin of bone tool technology and the identification of early hominid cultural traditions. In: d’Errico, F., Backwell, L.R. (Eds.), *From Tools to Symbols From Early Hominids to Modern Humans*. Wits University Press, 238-275.
- Backwell, L.R., d’Errico, F., 2008. Early hominin bone tools from Drimolen. *Journal of Archaeological Science* 35 (11): 2880–2894.
- Bader, K.S. 2008. Insect trace fossils on dinosaur bones from the upper Jurassic Morrison formation, northeastern Wyoming, and their use in vertebrate taphonomy. Thesis master of science, University of Kansas, 119.
- Bagnus, C., 2011. Analisi tafonomica delle associazioni a vertebrati del Pleistocene inferiore di Pirro Nord. Tesi di dottorato. Università degli Studi di Torino.
- Ballais, J.L., Riser, J., Trayssac, J. 1996. La limite Pliocène-Pléistocène en Afrique du Nord et au nord-ouest du Sahara. *Revue d’Analyse Spatiale Quantitative et Appliquée*, Université de Nice, Mélanges Maurice Julian : 39-47.
- Balout, L., Biberson, P., Tixier, J. 1967. L’Acheuléen de Ternifine. *L’Anthropologie* 71, 217-237.
- Baquedano-Pérez, E. 2016. Homínidos y carnívoros. El debate caza v/s carroñeo a la luz de las técnicas tafonómicas. Tesis Doctoral. Facultad De Filosofía Y Letras. Universidad de Valladolid.

- Barham, L. S., Pinto, A. Stringer, C. 2002. Bone tools from Broken Hill (Kabwe) cave, Zambia, and their evolutionary significance. *Before Farming*, 2002, 2(3), 1–16.
- Barham, L.S., and Mitchell, P.J. 2008. *The First Africans: African Archaeology from the Earliest Toolmakers to Most Recent Foragers*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Barone, R. 1976. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tomo 1. Osteologie* (2 fascicules), Vigot Frères, Paris.
- Barsky, D., de Lumley, H., 2010. Early European Mode 2 and the stone industry from the Caune de l’Arago’s archeostratigraphical levels “P”, *Quaternary International* 223–224: 71-86.
- Barsky, D., Sala, R., Menéndez, L., Toro-Moyano, I., 2015. Use and re-use: re-knapped flakes from the Mode 1 site of Fuente Nueva 3 (Orce, Andalucía, Spain). *Quaternary International* 361: 21-33.
- Bartholomew, G.A., Birdsell, J.B. 1953. Ecology and the Protohominids. *American Anthropologist* 55: 481-498.
- Bartram, L.E. 1993. Perspective on skeletal part profiles and utility curves from Eastern Kalahari ethnoarchaeology. From bones to behavior. J. Hudson (Ed.), Southern Illinois University at Carbondale. Occasional Paper (21): 115-1137.
- Bartram J.L., and Marean, C.W. 1999. Explaining the Klasies Pattern: Kua Ethnoarchaeology the Die Kelders Middle Stone Age archaeofauna, long bone fragmentation and carnivore scavaging. *Journal of Archaeological Science* 26: 9-29.
- Bar-Yosef, O and Belfer-Cohen, A. 2001. From Africa to Eurasia : early dispersals. *Quaternary International* 75 : 19-28.
- Bastin, A.H. 1932. Nouvelle contribution à l’étude de l’utilisation de l’os au Paléolithique inférieur. I. l’épieu acheuléen de Saint-Mard (Aisne). II. L’humérus débité de Saratov (U.R.S.S.), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 29 : 458–465.
- Bate, D. M. A. 1937. Paleontology: The fossil fauna of Wady el- Mughara caves. In D. A. E. Garrod and D. M. A. Bate (Eds.), *The Stone Age of Mount Carmel, Part 2* Oxford, UK: Clarendon Press : 137–240.
- Beaudet, G. 1969. *Le plateau central marocain et ses bordures. Étude geomorphologique*. PhD. thesis, Université de Paris, France.
- Bedetti, C. 2003. *Le avifauna fossili del Plio-Pleistocene italiano: sistematica, paleoecologia ed elementi di biocronologia*. Università “La Sapienza” Roma.
- Bedetti, C and Pavia, M. 2013. Early Pleistocene birds from Pirro Nord(Puglia, southern Italy). *Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology – Stratigraphy* Vol. 298 (1-6): 31–53
- Behrensmeyer, A. K. 1975. The Taphonomy and Paleocology of Plio-Pleistocene Vertebrate assemblages East of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. 146 : 476-578.
- Behrensmeyer, A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, Vol. 4 (2): 150-162
- Behrensmeyer, A. K. and Hill, A. P. 1980. *Fossils in the Making*. Chicago: University of Chicago Press
- Beltrán, J. F. C. San José, M. Delibes and F. Braza. 1985. An anlysis of the Iberian

- lynx predation upon fallow deer in the Coto Doñana, SW Spain. *Transactions of the International Union of Game Biologists*, 17: 961-967.
- Behrensmeier, A.K. 1982. Time resolution in fluvial vertebrate assemblages. *Paleobiology* 8(3): 211-27.
- Behrensmeier, A.K., Kathleen, D.G., Yanagi, G.T. 1986. Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo cut marks. *Nature* 319: 768-71.
- Behrensmeier, A.K., Gordon, K.D., Yanagi, G.T. 1989. Nonhuman Bone Modification in Miocene Fossils from Pakistan. In Bonnicksen, R. and Sorg, M. H. (ed.) *Bone Modification*. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans: 99-120.
- Behrensmeier, A.K. 1990. Transport-hydrodynamics: bones. In Briggs, D. E. G. and Crowther, P. R. (ed.) *Palaeobiology: a Synthesis*. Oxford, Blackwell Scientific Publications : 232-235.
- Behrensmeier, A.K. 1991. Terrestrial vertebrate accumulations. In: Allison, P.A., Briggs, D.E.G. (Eds.), *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Plenum Press, NY : 291-327.
- Bekkoussa, B., Jourde, H., Batiot-Guilhe, C., Meddi, M., Khaldi, A., Azzaz, H. 2013. Origine de la salinité et des principaux éléments majeurs des eaux de la nappe phréatique de la plaine de Ghriess, Nord-Ouest algérien. *Hydrological Sciences Journal*: 58 (5), 1-17.
- Bello, S., and Soligo, C. 2008. A new method for the quantitative analysis of cutmark micromorphology. *Journal of Archaeological Science* 35: 1542-1552.
- Bello, S., Prafitt, S.A., Stringer, C. 2009. Quantitative micromorphological analyses of cut marks produced by ancient and modern handaxes. *Journal of Archaeological Science* 36: 1869-1880.
- Bello, M.M. 2010. Butchered but not eaten? New evidence from the analyses of cut-marks on human remains at Gough's Cave (Somerset, England, 14,700 cal BP). *American Journal of Physical and Anthropology* 132(S44): 65.
- Beltran, J.F., Sanjosé, C., Delibes, M., Braza, F. 1985. An analysis of the Iberian Lynx predation upon fallow deer in the coto Donata, SW Spain. XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels September 17-21. *Est. Biol. Donana, CSIC, Apdo. 1056, SP-41013 Sevilla*.
- Benn, D.I. 1994. Fabric shape and the interpretation of sedimentary fabric data. *Journal of Sedimentary Petrology*, A64: 910-915.
- Bennett, W.C., and Zingg, R.M., 1935. *The Tarahumara: An Indian tribe of northern Mexico*, University of Chicago Press, Chicago.
- Berger, W.H., and Jansen, E., 1994. Mid-Pleistocene climate shift The Nansen Connection. In: Johannessen, O.M. et al. (Eds.), *The Polar Oceans and Their Role in Shaping the Global Environment*, *Geophys. Monogr.*, Am. Geophys. Union: 295-311.
- Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I., Mosquera, M., 1997. A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible ancestor to Neandertals and Modern Humans, *Science* 276: 1392-1333.

- Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Gómez-Robles, A., Prado, L., Sarmiento, S. 2007. Comparative analysis of the Gran Dolina-TD6 (Spain) and Tighennif (Algeria) hominin mandibles. *Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 19 (3-4): 149-167.
- Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Robles, A.G., Prado, L., Carbonell, E., 2010. New human evidence of the Early Pleistocene settlement of Europe, from Sima del Elefante site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain), *Quaternary International* 223- 224: 431-433.
- Bernal, M.T., and Monce, M.H. 2004. Contribution à l'étude de la technologie du Paléolithique « archaïque » du sud de l'Europe selon le Système Logique Analytique (SLA). Application aux sites du Vallonet (Roquebrune-Cap-Martin, France), de Gran Dolina TD6 (Burgos, Espagne), de Ca'Belvedere de Monte Poggiolo (Forli, Italie) et de Barranco León et Fuente Nueva 3 (Orce, Espagne). *L'Anthropologie* 108: 307-327.
- Berthelet, A and Chavaillon, J. 2001. The Early Palaeolithic butchery site of Barogali (Republic of Djibouti). *The World of Elephants - International Congress, Rome*.
- Bertini, A. 2010. Pliocene to Pleistocene palynoflora and vegetation in Italy: State of the art. *Quaternary International* 225 (1), 5-24).
- Beyene, Y. 2003. The emergence and development of the Early Acheulean at Konso, Ethiopia. *Anthropology Science* 111(3): 58.
- Beyene, Y. 2004. The Beginning and Development of the Acheulean: as Recorded at Konso Sites (Abstract). In *Climats, Cultures et Sociétés Aux Temps Préhistoriques de l'Apparition des Hominidés jusqu'au Néolithique*. Institut De France, Colloque Inter-Académique, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Academie Des Sciences, Paris.
- Beyene, Y. 2008. The Konso Paleoanthropological Site and Its Importance. Paper presented at the International Conference on "Transforming the Might of a Century Long Research Output into Development." Sponsored by the Authority for Research and Conservation of Cultural Heritage and the Ethiopian Millennium Festival National Council Secretariat Office, January 12–15, Addis Ababa, Ethiopia.
- Beyene, Y., Katoh, S., Gabriel, G.W., Hart, W.K., Uto, K., Sudo, M., Kondo, M., Hyodo, M., Renne, P.R., Suwa, G., Asfaw, B. 2013. The characteristics and chronology of the earliest Acheulean at Konso, Ethiopia. *PNAS*. Vol. 110 (5) : 1584–1591.
- Beyries, S. and Roche, H. 1982. Technologie et traces d'utilisation: application à des industries acheuléennes (Carrières Thomas, Casablanca, Maroc). *Studia Prehistorica Belgica*, vol. 2: 267-77.
- Biberson, P. 1954. Stations paléolithiques des Regs du Draa inférieur. *Comptes Rendus Société des Sciences Naturelles du Maro*, Vol. 2 : 56-57.
- Biberson, P. 1961a. Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc Atlantique. Rabat, Service des Antiquités du Maroc.

-
- Biberson, P. 1961b. Le Paléolithique inférieur du Maroc Atlantique. Rabat, Service des Antiquités du Maroc.
- Biberson, P. 1965. Observations sur le Pléistocène et la Préhistoire de la province de Tarfaïa (Maroc méridional). Actes du Ve Congrès Panafricain de Préhistoire et de l'Etude du Quaternaire, 1963 Santa Cruz de Tenerife : 157-71.
- Biberson, P. 1971. Essai de redefinition des cycles climatiques du Quaternaire continental du Maroc. Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Vol. 26 : 3-13.
- Biddittu, I., and Celletti, P., 2001. Plio-Pleistocene Proboscidea and Lower Palaeolithic bone industry of Southern Latium (Italy). The world of elephants. In: Cavarretta, G., Gioia, P., Mussi, M., Palombo, M.R. (Eds.), Proceedings of the First International Congress. Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Rome: 91-96
- Binford, L.R. 1978. Nunamiut Ethnoarchaeology. Academic Press, New York.
- Binford, L.R. 1980. Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45 : 4-20.
- Binford, L.R. 1981. Bones: Ancient Men and Modern Myths. Academic Press, New York.
- Binford, L.R. 1983. Reply to Freeman. *Current Anthropology*, 24: 372-376.
- Binford, L.R. 1984a. Faunal remains from Klassies River Mouth. Academic Press, New-York.
- Binford, L.R. 1984b. Butchery sharing and the archaeological record. *Journal of Anthropological Archaeology*, 3: 235-237.
- Binford, L.R. 1985. Human ancestors: changing views of their behavior, *Journal of Anthropological Archaeology* 4: 292-327.
- Binford, L.R. and Stone, N. M. 1986. Zhoukoudian: A Closer Look. *Current Anthropology*. 27(5): 453-475.
- Binford, L.R. 1987. Were there elephant hunters at Torralba?, en: M.H. Nitecki, D.V. Nitecki (Eds.), *The evolution of humans hunting*, Plenum Press, New York: 47-105.
- Binford, L.R. 1988a. Etude taphonomique des restes fauniques de la Grotte Vaufrey, Couche VIII, en: J.P. Rigaud (Ed.), *La Grotte Vaufrey: Paléoenvironnement, chronologie, activités humaines*, Mémoires de la Société Préhistorique Française : 535-564.
- Binford, L.R. 1988b. The hunting hypothesis, archaeological methods and the Past. *Yearbook of Physical Anthropology* 30: 1-9.
- Binford, L.R. 1988c. Fact and Fiction about the Zinjanthropus Floor: Data, Arguments, and Interpretations. *Current Anthropology*, 29(1): 123-149.
- Binford, L.R. 1989. The new archaeology: then and now. In (Lamberg-Karlovsky, C.C., ed.) *Archaeological Thought in America*. Cambridge: Cambridge University Press: 50-62.
- Bird, R.B., Scelza, B., Bird, D.W., Smith, E.A., 2012. The hierarchy of virtue: mutualism, altruism and signaling in Martu women's cooperative hunting. *Evolution and Human Behavior* 33: 64-78.
- Blain, H.A. 2003. Los anfibios y reptiles de los yacimientos del Pleistoceno Inferior de Barranco León y Fuente Nueva 3 (Orce, Granada, España). In Toro, I., Agustí, J. et

- Martínez Navarro, B. (Eds.), *El Pleistoceno Inferior de Barranco León y Fuente Nueva 3, Orce (Granada)*. Memoria Científica campañas 1999-2002. Junta de Andalucía. 17: 159-172.
- Blain, H.-A., Delfino, M., Berto, C., Arzarello, M., 2016. First record of *Pelobates syriacus* (Anura, Amphibia) in the early Pleistocene of Italy. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* 96.
- Blasco, R. and Sancho, F. 1995. *Hombres y Fieras*. Estudio Zooarqueológico y Tafonómico del Yacimiento del Paleolítico Medio de la Cueva de Gabasa 1 (Huesca), Monografías de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Blasco, M. F. 1997. In the pursuit of game: The Mousterian cave site of Gabasa I in the Spanish Pyrenees. *Journal of Anthropological Research* 53: 177–217.
- Blasco R., Rosell J., Fernández-Peris J.F., Cáceres I., Verges J.M. 2008a - A new element of trampling: an experimental application on the Level XII faunal record of Bolomor Cave (Valencia, Spain), *Journal of Archaeological Science*, 35: 1605-1618.
- Blasco, R., 2008b. Human consumption of tortoises at Level IV of Bolomor Cave (Valencia, Spain), *Journal of Archaeological Science* 35: 2939-2948.
- Blasco, R and Rosell, J. 2009a. Who was the first? An experimental application of carnivore and hominid overlapping marks at the Pleistocene archaeological sites. *C. R. Palevol* 8 : 579–592.
- Blasco, R., and Fernández-Peris, J. 2009b. Middle Pleistocene bird consumption at level XI of Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Journal of Archaeological Science* 36: 2213–2223.
- Blasco, R., Rosell, J., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2010. The hunted hunter: the capture of a lion (*Panthera leo fossilis*) at the Gran Dolina site, Sierra de Atapuerca, Spain. *Journal of Archaeological Science* 37: 2051-2060.
- Blasco, R., 2011, *La amplitud de la dieta cárnica en el Pleistoceno medio peninsular: una aproximación a partir de la Cova del Bolomor (Tavernes de la Vall- digna, Valencia) y del subnivel TD10-1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)*. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. Tesis doctoral.
- Blasco, R., Rosell, J., Domínguez-Rodrigo, M., Lozano, S., Pastó, I., Riba, D., Vaquero, M., Peris, J.F., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. 2013a. Learning by Heart: Cultural Patterns in the Faunal Processing Sequence during the Middle Pleistocene. *Plos One*, Vol. 8 (2): e55863.
- Blasco, R., Rosell, J., Fernández Peris, J., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2013b. Environmental availability, behavioural diversity and diet: a zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain), *Quaternary Science Reviews* 70: 124-144.
- Blumenshine, R. J. 1986a. Early Hominid Scavenging Opportunities: Implications of Carcass Availability in the Serengeti and Ngorongoro Ecosystems. Oxford, British Archaeological Reports, *International Series*, 238.
- Blumenshine, R.J. 1986b. Carcass Consumption Sequences and the Archaeological Distinction of Scavenging and Hunting. *Journal of Human Evolution* 15: 639-659.

-
- Blumenschine, R.J., 1987. Characteristics of an early hominid scavenging niche. *Current Anthropology* 28: 383-407.
- Blumenschine, R.J. and Selvaggio, M.M. 1988a. Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behaviour. *Nature* 333: 763-765.
- Blumenschine, R.J., 1988b. An experimental model of the timing of hominid and carnivore influence on archaeological bone assemblages, *Journal of Archaeological Science* 15, 483-502.
- Blumenschine, R.J. 1989. A landscape taphonomic model of the scale of prehistoric scavenging opportunities. *Journal of Human Evolution* 18: 345-371
- Blumenschine, R.J. 1991. Hominid carnivory and foraging strategies and the socio-economic function of early archaeological sites. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 334 : 211-21
- Blumenschine, R.J., and Madrigal, T.C., 1993. Variability in long bone marrow yields of East African ungulates and its zooarchaeological implications, *Journal of Archaeological Science* 20: 555-587.
- Blumenschine, R.J., and Marean, C.W., 1993. A carnivore's view of archaeological bone assemblages. In: Hudson, J. (eds.), *From Bones to Behavior*. The Center for Archaeological Investigations at Southern Illinois University, Carbondale: 273-300.
- Blumenschine, R.J. 1995. Percussion marks, toothmarks, and experimental determinations of the timing of hominid and carnivore access to long bones at FLK Zinjanthropous, Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Human Evolution*, 29: 21-51.
- Blumenschine, R.J. 1996. Blind Tests of Interanalyst Correspondence and Accuracy in the Identification of Cut Marks, Percussion Marks, and Carnivore Tooth Marks on Bone Surfaces. *Journal of Archaeological Science* 23: 493–507
- Blumenschine, R.J., Prassack, K.A., Kreger, C.D., Pante, M.C. 2007a. Carnivore tooth-marks, microbial bioerosion, and the invalidation of Domínguez-Rodrigo and Barba's (2006) test of Oldowan hominin scavenging behavior. *Journal of Human Evolution*, 53: 420-426.
- Blumenschine, R.J, and Pobiner B. 2007b. Zooarchaeology and the ecology of Oldowan hominin carnivory. In *Evolution of the Human Diet: The Known, the Unknown, and the Unknowable*, Ungar PS (ed.). Oxford University Press: US; A167– A190.
- Blumenschine, R.J., Stanistreet, I.G., Njau, J.K., Bamford, M.K., Masao, F.T., Albert, R.M., Stollhofen, H., Andrews, P., Prassack, K.A., McHenry, L.J., Fernández-Jalvo, Y., Camilli, K.E., Ebert, J.I. 2012. Environments and hominin activities across the FLK Peninsula during Zinjanthropus times (1.84 Ma), Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Human Evolution* 63: 364-383.
- Boaz, N.T., and Behrensmeyer, A. K. 1976. Hominid taphonomy: transport of human skeletal parts in an artificial fluvatile environment. *American Journal of Physical Anthropology*, 45: 53–60.
- Boaz, N.T., Ciochon, R.L., and Xu, Q.Q. 2000. Large mammalian carnivores as a taphonomic factor in the bone accumulation at Zhoukoudian. *Acta Anthropologica Sinica* 19: 224-234.

- Bobe, R., Behrensmeyer, A.K., Chapman, R.E., 2002. Faunal change, environmental variability and late Pliocene hominin evolution. *Journal of Human Evolution* 42: 475-497.
- Bobe, R., and Behrensmeyer, A.K., 2004. The expansion of grassland ecosystems in Africa in relation to mammalian evolution and the origin of the genus *Homo*, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 207: 399-420
- Bochenski, Z.M., Tomek, T., Wilczyński, J., Svoboda, J., Wertz, K., Wojtal, P., 2009. Fowling during the Gravettian: the avifauna of Pavlov I, the Czech Republic, *Journal of Archaeological Science* 36: 2655-2665.
- Bocherens, H., Koch, P.L., Mariotti, A., Geraads, D. and Jaeger, J.J. 1996. Isotopic biogeochemistry (13C, 18O) of mammalian enamel from African Pleistocene hominid sites. *Palaios*, Vol. 11: 306-318.
- Bonnichsen, R. 1979. Pleistocene Bone Technology in the Beringian Refugium. *Archaeological Survey of Canada Paper N° 89, Mercury Series*. Ottawa: National Museum of Man.
- Boschian, G., and Saccá, D. 2015. In the elephant, everything is good: Carcass use and re-use at Castel di Guido (Italy). *Quaternary International* 361: 288-296.
- Bose, P.N. 1880. On undescribed fossil Carnivora from the Siwalik Hills. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 36: 119-136.
- Boule, M. 1900. Etude Paléontologique et archéologique sur la station paléolithique du Lac Karar (Algérie). *L'Anthropologie* 11 : 1-21.
- Bourguignon, L., Crochet, J.-Y., Capdevila, R., Ivorra, J., Antoine, P.-O., Agustí, J., Barsky, D., Blain, H.-A., Boulbes, N., Bruxelles, L., Claude, J., Cochard, D., Filoux, A., Firmat, C., Lozano-Fernández, I., Magniez, P., Pelletier, M., Rios-Garaizar, J., Testu, A., Valensi, P., De Weyer, L., 2016. Bois-de-Riquet (Lézignan-la-Cèbe, Hérault): A late Early Pleistocene archeological occurrence in southern France. *Quaternary International* 393: 24–40.
- Bourlière, F., and Spitz, F. 1975. Les critères d'âge chez les Mamifères. In *Problèmes D'écologie: La démographie des populations de Vertébrés*. (Lamotte M and Bourlière F, eds.). Paris: Masson et Cie: 53- 76.
- Brain, C.K., 1967. Bone Weathering and the Problem of Bones Pseudo-Tools. Scientific Papers of the Namib Desert Research Station, Vol. (32).
- Brain, C.K. 1980. Some Criteria for the Recognition of Bone-Collecting Agencies in African Caves. In Behrensmeyer, A., and Hill, A. P. (ed.) *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*. Chicago, University of Chicago: 108 -130.
- Brain, C. K. 1981. *The hunters or the hunted? An introduction to African cave taphonomy*. University of Chicago Press, Chicago. Cáceres, I. 2002. *Tafonomía de yacimientos antrópicos en karst. Complejo Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos), Vanguard cave (Gibraltar) y Abric Romaní (Capellades, Barcelona)*. Área de prehistoria. Universitat Rovira i Vilgili. Tarragona.
- Brain, C.K., Churcher, C.S., Clark, J.D., Grine, F.E., Shipman, P., Susman, R.L., Turner, A., and Watson, V. 1988. New Evidence of Early Hominids, their Culture and Environments from the Swartkrans Cave, South Africa. *South African Journal of Science* 84: 828–835.

-
- Brain, C.K. 1993. The occurrence of burnt bones at Swartkrans and their implications for the control of fire by early hominids. In: Brain CK, editor. Swartkrans: A Cave's Chronicle of Early Man, Transvaal Museum Monograph, n.8. Pretoria: 229–242.
- Brain, C.K., and Shipman, P. 1993. In Swartkrans: A Cave's Chronicle of Early Man, ed. Brain, C. K. (Transvaal Mus. Monograph, Pretoria, South Africa): 195–215.
- Bramble, D.M., and Lieberman, D.E., 2004. Endurance running and the evolution of *Homo*. *Nature* 432: 345- 352.
- Brantingham, P.J. 1998a. Hominid-carnivore coevolution and invasion of the predatory guild. *Journal of Anthropological Archaeology* 17 : 327– 353.
- Brantingham, P.J. 1998b. Mobility, competition, and Plio-Pleistocene hominid foraging groups. *Journal of Archaeological Method Theory* 5: 57– 98.
- Braun, D.R., Harris, J.W.K., Levin, N.E., McCoy, J.T., Herries, A.I.R., Bamford, M.K., Bishop, L.C., Richmond, B.G., Kibunjia, M. 2010. Early hominin diet included diverse terrestrial and aquatic animals 1.95 Ma ago in East Turkana, Kenya. *PNAS*, 107 (22): 10002-10007.
- Brett, C.E. 1990. Ostracod deposits. In: D.E.K. Briggs and P.R. Crowther (eds) *Palaeobiology: a synthesis*: 239-243. Oxford, Blackwell.
- Breuil, H. 1932. Pointe d'épieu en os du Moustérien de la caverne du Castillo (Santander). *L'anthropologie* 42 : 679–680.
- Breuil, H. 1938. The use of bone implements in the Old Paleolithic period. *Antiquity* 12: 56–67.
- Bromage, T. G. 1984a. Interpretation of Scanning Electron Microscope Images of Abraded Forming Bone Surfaces. *American Journal of Physical Anthropology*. 64 :161-78.
- Bromage, T.G., and Boyde, A. 1984b. Microscopic Criteria for the Determination of Directionality of Cut-Marks on Bone. [American Journal of Physical Anthropology](#) 65 (4) : 359-66.
- Brugal, J.P., and Defleur, A. 1989. Approche expérimentale de la fracturation des os des membres de grands mammifères. *Artefacts* 7 : 15-20.
- Brown, W.A.B., and Chapman, N. 1991a. Age assessment of red deer (*Cervus elaphus*): from a scoring scheme based on radiographs of developing permanent molariform teeth. *Journal of zoology* 225: 85-97.
- Brown, W.A.B., and Chapman, N. 1991b. The dentition of red deer (*Cervus elaphus*): a scoring scheme to assess age from wear of permanent molariform teeth. *Journal of zoology* 224: 519-536.
- Brugal, J.P., and Jaubert, J., 1991. Les gisements paléontologiques pléistocènes à indices de fréquentation humaine: un nouveau type de comportement de prédation ?, *Palép* 3: 15-41.
- Brugal, J.P., 1995. Middle palaeolithic subsistence on large bovids: La Borde and Coudoulous I (Lot, France). Problems and methods., en: Gaudzinski, S., and Turner, E. (Eds.), *The role of early humans in the accumulation of European lower and middle palaeolithic bone assemblages*, Forschungsbereich Altsteinzeit des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, Schloss Monrepos, Neuwied: 30-31.

- Brugal, J.P., Fosse, P., Guadelli, J. L. 1997. Comparative study of bone assemblages made by recent and Pleistocene hyenids. In Proceedings of the 1993 Bone Modification Conference, Hot Springs, South Dakota, Hannus LA, Rossum L and Winham RP (eds). Occasional Publication N° 1, Archaeology Laboratory, Augusta College: Sioux Falls, SD: 158–187.
- Brugal, J.P., and Fosse. P. 2004. Carnivores et Hommes au Quaternaire en Europe de L'Ouest. *Revue de Paléobiologie*, Genève 23(2): 575-595.
- Brugal, J.P., Díez Fernández-Lomana, J.C., Huguet, R., Michel, P., Rosell, J., 2006. Karstic cavities, natural bone accumulations and discrete human activities in the European palaeolithic: some case studies, en: J.A. Haws, B.S. Hockett, J.P. Brugal (Eds.), *Paleolithic zooarchaeology in practice*. BAR international series, Oxford: 1-12.
- Bunn, H.T., 1981. Archaeological evidence for meat-eating by Plio-Pleistocene hominids from Koobi Fora and Olduvai Gorge. *Nature* 291: 574-576.
- Bunn, H.T. 1982a. Meat-eating and Human Evolution: Studies on the Diet and Subsistence Patterns of Plio-Pleistocene Hominids in East Africa. Tesis doctoral Universidad de California, Berkeley.
- Bunn, H.T., 1982a. Animal bones and archaeological inference. *Science* 215: 494-495.
- Bunn, H.T. 1983b. Bunn, H.T. (1983b). Comparative analysis of modern bone assemblages from a San hunter-gatherer camp in the Kalahari desert, Botswana and from spotted hyena den near Nairobi, Kenya. En Clutton-Brock, J., Grigson, C. (Eds.), *Animals and Archaeology*. Vol. 1. *Hunters and their prey*. Oxford British. Archaeological reports International Series, 163: 143-148.
- Bunn, H.T. and Kroll, E. M. 1986. Systematic butchery by Plio/Pleistocene hominids at Olduvai Gorge, Tanzania. *Current anthropology* 27 (5): 431-452.
- Bunn, H.T. and Kroll, E. M. 1988. Fact and fiction about the Zinjanthropus floor: Data, arguments, and interpretations. *Journal of Archaeological Science* 29: 135–149.
- Bunn, H.T., and Ezzo, J.A. 1993. Hunting and scavenging by Plio-pleistocene hominids: nutritional constraints, archaeological patterns, and behavioural implications. *Journal of Archaeological Science* 20: 365-398.
- Bunn, H.T. 1994. Early Pleistocene hominid foraging strategies along the ancestral Omo River at Koobi Fora, Kenya. *Journal of Human Evolution* 27 (1-3): 247-266.
- Bunn, H.T. 1995. Reply to Tappen. *Current Anthropology* 36: 250–251.
- Bunn, H.T. 1996. Reply to Rose and Marshall. *Current Anthropology* 37: 321–323.
- Bunn, H.T, 2001. Hunting, power scavenging, and butchering by Hadza foragers and by Plio-Pleistocene Homo, en: Bunn, H., Stanford, C.B. (Eds.), *Meat-eating and human evolution*, Oxford University Press, Oxford: 199-218.
- Bunn, H.T. 2006. *Evolution of the Human Diet: The Known, the Unknown, and the Unknowable*. Oxford University press.
- Bunn, H.T., Pickering, T.R. 2010a. Methodological recommendations for ungulate mortality analyses in paleoanthropology, *Quaternary Research* 74, 388- 394.

-
- Bunn, H.T., Pickering, T.R. 2010b. Bovid mortality profiles in paleoecological context falsify hypotheses of endurance running–hunting and passive scavenging by early Pleistocene hominins. *Quaternary Research* 74 (3), 395-404.
- Bunn, H.T., Gurtov, A.N., 2014. Prey mortality profiles indicate that Early Pleistocene Homo at Olduvai was an ambush predator, *Quaternary International* 322–323, 44-53.
- Bunn, P.A., Hoffman, S.J., Norris, D., Golitz, L.E., Aeling, J.L. 1994. Systemic Therapy of Cutaneous T-Cell Lymphomas (Mycosis Fungoides and the Sézary Syndrome). *Annals of Internal Medicine* 121: 592-602.
- Burke, A., d’Errico, F. 2008. A Middle Palaeolithic bone tool from Crimea (Ukraine). *Antiquity*. Vol. 82 (318): 843-852.
- Butzer, K.W. 1971. *Environment and archaeology: an ecological approach to Prehistory*. Aldine, Chicago.
- Butzer, K.W. 1989. *Arqueología, una ecología del hombre*. Ediciones Bellaterra.
- Cáceres, I. 1995. Estudio Tafonómico de los Procesos de Formación del Nivel I del Abric Romaní (Capellades, Barcelona): La influencia de la actividad antrópica. Dpt. d’Història i Geografia. Tarragona, Universita Rovira i Virgili. Tesis de licenciatura inédita.
- Cáceres, I. 2002. Tafonomía de yacimientos antrópicos en karst. Complejo Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos), Vanguard cave (Gibraltar) y Abric Romaní (Capellades, Barcelona). Área de pehistoria. Universitat Rovira i Vilgili. Tarragona.
- Cáceres, I., Bennásar, M., Huguet, R., Rosell, J., Saladié, P., Allué, E., Solé, A., Blasco, R., Campeny, G., Esteban-Nadal, M., Fernández-Laso, C., Gabucio, M.J., Ibáñez, N., Martín, P., Muñoz, L., Rodríguez-Hidalgo, A. 2012. Taphonomy of level J of Abric Romaní. In: Carbonell, E. (Ed.), *High Resolution Archaeology and Neanderthal Behavior. Time and Space in Level J of Abric Romaní (Capellades, Spain)*. Springer, New York, pp. 159-187.
- Cáceres, I., Kandi, N., Sahnouni, M., Harichane, Z., van der Made, J. 2017a. Taphonomy of the Early Pleistocene fossil assemblages from Ain Boucherit (Ain Hanech, Algeria). *Proceedings of the II Meeting of African Prehistory. Actas de las II Jornadas de Prehistoria Africana*. Burgos 15-16 April, 2015: 172-196.
- Cáceres, I., Rogers, M.J., Semaw, S., Leiss, A.C. 2017b. Hominin exploitation of animal resources at the Gona Plio-Pleistocene Archaeological sites (Afar, Ethiopia). In: Mohamed Sahnouni, Sileshi Semaw, Joseba Rios Garaizar (Ed.), *Proceedings of the II Meeting of African Prehistory, Burgos April 15-16, 2015, CENIEH, Burgos*: 265-296.
- Camarós, E., Cueto, M., Teira, L.C., Tapia, J., Cubas, M., Blasco, R., Rosell, J., Rivals, F. 2013. Large carnivores as taphonomic agents of space modification: an experimental approach with archaeological implications. *Journal of Archaeological Sciences* 40: 1361-1368.
- Capaldo, S.D., and Blumenschine, R.J., 1994. A quantitative diagnosis of notches made by hammerstone percussion and carnivore gnawing in bovid long bones. *American Antiquity* 59: 724-748
- Capaldo, S.D., 1995a, *Inferring hominid and carnivore behavior from dual patterned archaeofaunal assemblages*, Rutgers University. Tesis doctoral.

- Capaldo, S.D., and Peters, C.R., 1995b. Skeletal inventories from Wildebeest drownings at Lakes Masek and Ndutu in the Serengeti ecosystem of Tanzania. *Journal of Archaeological Science* 22: 385-408.
- Capaldo, S.D. 1997. Experimental determinations of carcass processing by Plio-Pleistocene hominids and carnivores at FLK 22 (Zinjanthropus), Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Human Evolution* 33: 555–597.
- Capaldo, S.D. 1998a. Simulating the Formation of Dual-Patterned Archaeofaunal Assemblages with Experimental Control Samples. *Journal of Archaeological Science* 25: 311-30.
- Capaldo, S.D., 1998b. Methods, marks, and models for inferring hominids and carnivore behavior, *Journal of Human Evolution* 35: 323-326.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., Sala, R., Vergès, J.M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M. 2003. Les premiers comportements funéraires auraient-ils pris place à Atapuerca, il y a 350 000 ans ? *L'anthropologie* 107 : 1–14.
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Parés, J.M., Pérez-González, A., Cuenca-Bescós, G., Ollé, A., Mosquera, M., Huguet, R., Made van der, J., Rosas, A., Sala, R., Vallverdú, J., García, N., Granger, D.E., Martínón-Torres, M., Rodríguez, X.P., Stock, G.M., Vergès, J.M., Allué, E., Burjachs, F., Cáceres, I., Cals, A., Benito, A., Díez, J.C., Lozano, M., Mateos, A., Navazo, M., Rodríguez, J., Rosell, J., J.L., A., 2008. The first hominin of Europe. *Nature* 452: 465- 469.
- Carrier, D.R., Kapoor, A.K., Kimura, T., Nickels, M.K., Satwanti, Scott, E.C., So, J.K., Trinkaus, E., 1984. The energetic paradox of human running and hominid evolution [and Comments and Reply]. *Current Anthropology* 25: 483-495.
- Cauche, D. 2009. Les stratégies de débitage dans les industries lithiques archaïques des premiers habitants de l'Europe. *L'Anthropologie* 113: 178-190.
- Cavallo, J.A., and Blumenschine, R. J. 1989. Tree-stored leopard kills: expanding the hominid scavenging niche. *Journal of Human Evolution*, 18: 393-9.
- Cerling, T.E. 1992. Development of grasslands and Savannas in East Africa during the Neogene. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 97: 241-247.
- Cerling, T.E., Manthi, F.K., Mbua, E.N., Leakey, L.N., Leakey, M.G., Leakey, R.E., Brown, F.H., Grine, F.E., Hart, J.A., Kaleme, P., Roche, E., Uno, K.T., Wood, B.A. 2013. Stable isotope based diet reconstructions of Turkana Basin hominins. *PNAS*. Vol. 110 (26): 10501–10506.
- Chaix, L., and Meniel, P. 1996. *Eléments d'archéologie*. Edition Errance, Paris : 112.
- Chaline, J. 1988. Les rongeurs de la grotte du Vallonnet (Alpes Maritimes) ; l'environnement et l'âge du site. *L'Anthropologie*, 92 : 497-499.
- Chavaillon, J. 1964. *Les formations quaternaires du Sahara Nord-Occidental*. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique.
- Chavaillon, J., and Piperno, M. (eds). 2004. *Studies on the Early Paleolithic Site of Melka Kunture, Ethiopia*. Rome, Istituto Italiana de Preistoria e Protostoria.

-
- Chazan, M., Ron, H., Matmon, A. 2008. Radiometric dating of the earliest Stone Age sequence in Excavation I at Wonderwerk Cave, South Africa: Preliminary results. *Journal of Human Evolution* 55: 1-11.
- Clark, J.D. 1960. A note on early river-craft and fishing-practices in south-east Africa. *South African Archaeological Bulletin* 15: 77-9.
- Clark, J.D., Asfaw, B., Assefa, G., Harris, J.W.K., Kurashina, H., Walter, R.C., White, T.D., Williams, M.A.J. 1984. Palaeoanthropological discoveries in the Middle Awash Valley, Ethiopia. *Nature* Vol 307 : 423-428.
- Clark J.D. 1992. Earlier Stone Age/Lower Palaeolithic Northwest Africa in North Africa and Sahara. In: F. Klees and R. Kuper (ed.), *New light on the Northeast African Past*. Koln, Heinrich-Barth-Institut: 17-37.
- Clark, J.D. 1994. The Acheulian industrial complex in Africa and elsewhere. En: en: R.S. Corrucini, R.L. Ciochon (Eds.), *Integrative paths to the past. Paleo- anthropology advances in honor of F. Clark Howell.*, Prentice-Hall, New Jersey: 451-469.
- Clark, J.D. 2001a. Variability in primary and secondary technologies of the later Acheulean in Africa. In S. Milliken and J. Cook (eds), *A very Remote Period Indeed: Papers on the Palaeolithic Presented to Derek Roe*. Oxford: Oxbow Books: 11-18.
- Clark, J.D. 2001b. *Kalambo Falls Prehistoric Site, Vol. 3: The Earlier Cultures: Middle and Earlier Stone Age*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clark, J.D. 2003. *Multiple Approaches to the Study of Bifacial Technologies*. University of Pennsylvania. Museum of Archaeology and Anthropology.
- Clark, J.D., Beyene, Y., Woldegabriel, G. 2003. Stratigraphic, chronological and behavioural contexts of Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 423: 747-52.
- Clark, D.L. 1973. Archaeology: the loss of innocence. *Antiquity* 47: 6-18.
- Cleghorn, N., and Marean, C.W. 2004. Distinguishing Selective Transport and In Situ Attrition: A Critical Review of Analytical Approaches. *Journal of Taphonomy* Vol. 2 (1-4): 43-67
- Coard, R. 1999. One bone, two bones, wet bones, dry bones: transport potentials under experimental conditions. *Journal of Archaeological Science* 26: 1369-1375.
- Cochard, D. 2004. *Les Léporidés dans la subsistance Paléolithique du sud de la France*. Ph.D. Université Bordeaux I, France.
- Cochard, D., Brugal, J.P., Morin, E., Meignen, L. 2012. Evidence of small fast game exploitation in the Middle Paleolithic of Les Canalettes Aveyron, France. *Quaternary International* 264: 32-51.
- Colopi, F. 2016. *Le faune Villafranchiane di Pirro 13 (Apricena, Puglia)*. Università degli studi di Ferrara.
- Cook, J. 1986. The application of scanning electron microscopy to taphonomic and archaeological problems. En: ROE, D.A. (ed.): *Studies in the Upper Paleolithic of Britain and Northwest Europe*. BAR IS 296: 143-163, Oxford.

- Cook, H.B.S. 2007. Stratigraphic variation in Suidae from the Shungura Formation and some coeval deposits. In *Hominin Environments in the East African Pliocene* (Ed. By Bobe, R., Alemseged, Z., and Behrensmeyer, A.K.): 107-127. Springer, Dordrecht.
- Coque, R., and Jauzein, J. 1965. Le Quaternaire moyen de l'Afrique du Nord. In: *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire*, Vol. 2(2) : 117-132.
- Costamagno, S., 1999. Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le sud de la France. Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux I, Bordeaux
- Costamagno, S., 2003. Exploitation de la grande faune au Magdalénien dans le sud de la France. In: Costamagno, S., Laroulandie, V. (Eds.), *Mode de vie au Magdalénien : les apports de l'archéozoologie*, BAR International Series Vol. S1144: 73-88. Oxford.
- Costamagno, S., and Laroulandie, V. 2006. L'exploitation des petits vertébrés dans les Pyrénées françaises du Paléolithique au Mésolithique : un inventaire taphonomique et archéozoologique. XXIVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Antibes, 2004.
- Costamagno, S., Liliane, M., Cédric, B., Bernard, V., Bruno, M., 2006. Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France): A Mousterian reindeer hunting camp? *Journal of Anthropological Archaeology* 25: 466-484.
- Courty, M.A., Goldberg, P., and MacPhail, R. 1989. *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Crader, D.C., 1983. Recent single-carcass bone scatters and the problem of butchery sites in the archaeological record. In: Clutton-Brook, J., Grigson, C. (Eds.), *Animals and Archaeology: 1. Hunters and Their Prey*. BAR Int., Ser. 163, Oxford: 107-141.
- Crochet, J.-Y., Welcomme, J.L., Ivorra, J., Ruffet, G., Boulbes, N., Capdevilla, R., Claude, J., Firmat, C, Metais, G., Michaux, J. Pickford, M. 2009. Une nouvelle faune de vertébrés continentaux associée à des artefacts dans le Pléistocène inférieur de l'Hérault (Sud de la France), Vers 1,57 Ma. *Comptes rendus Palevol*, 8: 725-736.
- Cruz-Uribe, K. 1991. Distinguishing hyena from hominid bone accumulations. *Journal of Field Archaeology*, 18: 467-486.
- Cruz-Uribe, K., and Klein, R.G. 1994. Chew marks and cut marks on animal bones from Kasteelberg B and Dune Field Midden Later Stone Age sites, Western Cape Province, South Africa. *Journal of Archaeological Science*, 21: 35-49.
- d'Errico, F., and Villa, P. 1997. Holes and grooves: The contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins. *Journal of Human Evolution* 33: 1-31.
- d'Errico, F., Zilhao, J., Baffier, D., Julien, M. and Pelegrin, J. 1998. Neanderthal acculturation in western Europe? A critical review of the evidence and its interpretation. *Current Anthropology*, 39: S1-S44.
- d'Errico, F., Henshilwood, C., 2007. Additional evidence for bone technology in the southern African Middle Stone Age. *Journal of Human Evolution* 52(2): 142-163.
- d'Errico, F., Backwell, L. 2009. Assessing the function of early hominin bone tools. *Journal of Archaeological Science* 36: 1764-1773.

-
- Dart, R. 1953. The predatory transition from ape to man. *International Anthropological and Linguistic Review* 1: 201-219.
- Dart, R. 1957. The Osteodontokeratic Culture of Australopithecus Prometheus, Publication of the Transvaal Museum, Pretoria.
- Daujeard, C., Geraads, D., Gallotti, R., Mohib, A., Raynal, J.P. 2012. Carcass Acquisition and Consumption by Carnivores and Hominins in Middle Pleistocene Sites of Casablanca (Morocco). *Journal of Taphonomy* 10 (3-4): 349-372.
- Daujeard, C., Geraads, D., Gallotti, R., Lefèvre, D., Mohib, A., Raynal, J.P. 2016 Pleistocene Hominins as a Resource for Carnivores: A c. 500,000-Year-Old Human Femur Bearing Tooth-Marks in North Africa (Thomas Quarry I, Morocco). *PLOSone* 0152284: 1-22.
- David Cochard, D., Brugal, J.P., Morin, E., Meigne, L. 2012. Evidence of small fast game exploitation in the Middle Paleolithic of Les Canalettes Aveyron, France. *Quaternary International* 264: 32-51.
- David, F., Karlin, C., Diachenki, V., 2010. Slaughter and carcass processing of reindeer in Siberia: Patterns and distribution of tasks in prehistory and ethnoarchaeology, en: E. Zubrow, F. Audouze, J.G. Enloe (Eds.), *The Magdalenian household: Unraveling domesticity*, State University of New York Press, Albany: 245- 268.
- De Giuli, C., and Torre, D. 1984. A microfauna with *Allophaiomys pliocaenicus* from Gargano (Southern Italy). *Paleontogr. Ital.*, 73: 116-128, Pisa
- De Giuli, F., Masini, F., Torre, D., 1986. The latest Villafranchian faunas in Italy: the Pirro Nord Fauna (Apricena, Gargano). *Palaeontogr. Ital.* 74: 51-62.
- De Giuli, C., Masini, F., Torre, D. 1987. The latest Villafranchian Faunas in Italy: the Pirro Nord Fauna (Apricena, Gargano). *Palaeontogr. Ital.*, 74, 51-62, Pisa.
- De Heinzelin, J., Clark, D., White, T., Hart, W., Renne, P., Wolde Gabriel, G., Beyene, Y., Vrba, E. 1999. Environment and behavior of 2.5 million year old Bouri hominids *Science* 284: 625-629.
- De Heinzelin, J., Clark, J. D., Schick, K.D. and Gilbert, W. H. 2000. The Acheulean and the Plio-Pleistocene Deposits of the Middle Awash Valley, Ethiopia (Royal Museum of Central Africa, Tervuren, Belgium; *Ann. Sci. Geol.*,104.
- de la Torre, I., Domínguez-Rodrigo, M., Luque, L., Alcalá, L. 2003. The Oldowan industry of Pénjic and its bearing on the reconstruction of the: 203-24.
- De Lombera-Hermida, A., Bargalló, A., Bernal, M.T., Huguet, R., Vallverdú, J., Antón, M.D.G., Mosquera, M., Ollé, A., Sala, R., Carbonell, E., Rodríguez-Álvarez, X.P. 2015. The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *Journal of Human Evolution* 82 (0) : 95-106.
- de Lumley, H., and Boone Y. 1976. Les structures d'habitat au paléolithique moyen. En Lumley de, H. (Ed), *La préhistoire française* : 644-655. Centre Nationale de Recherche Scientifique, Paris

- de Lumley, H., Kahlke, H.D., Moigne, A.M., Moullé, P.-E., 1988b. Les faunes de grands mammifères de la grotte du Vallonnet, Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes. *L'Anthropologie* 92 : 465-496.
- de Lumley, H. 2005. Cadre géochronologique, biostratigraphique, biochronologique et paléoclimatique du Paléolithique inférieur en Europe Méridionale. In Acte du colloque : Cadre biostratigraphique de la fin du Pliocène et du Pleistocène inférieur (3 Ma à 780 000 ans) en Europe Méridionale, Tende.
- de Lumley, H., Michel, V., Moullé, P.E., Roussel, B., Valensi, P. 2016. Le Vallonnet, Terra Amata, le Lazaret. Guides archéologiques de la France, Editions du Patrimoine, 112.
- de Mortillet, G. 1890. Origines de la chasse, de la pêche et de l'agriculture, Vol. 1. Harvard University, 516.
- de Ruitter, D.J., and Berger, L.R., 2000. Leopards as taphonomic agents in Dolomitic caves e implications for bone accumulations in the hominid- bearing deposits of South Africa. *Journal of Archaeological Science* 27: 665-684.
- Delagnes, A., Lenoble, A., armand, S., Brugal, J.P., Prat, S., Tiercelin, J.J., Roche, H. 2006. Lower and Early Middle Pleistocene record: A multidisciplinary approach to the site of Nadung'a 4 (Kenya). *Journal of Anthropological Archaeology* 25: 448-465.
- Delaney, C.R., Plummer, T.W., Hodgson, J.A., Forrest, F., Hertel, F., Oliver, J.S. 2009. Pits and pitfalls: taxonomic variability and patterning in tooth mark dimensions. *Journal of Archaeological Science* 35: 2597-2608.
- Delfino, M., and Bailon, S. 2000. Early Pleistocene herpetofauna from Cava Dell'Erba and Cava Pirro (Apulia, Southern Italy). *Herpetological Journal*, Vol. 10: 95-110
- Delfino, M., and Atzori, M. 2013. An update on the Early Pleistocene herpetofauna from Pirro Nord. *Palaeontographica abteilung a palaeozoologie, stratigraphie* 298. Università Degli Studi di Torino.
- Delpech F., and Villa P. 1993. Activités de chasse et de boucherie dans la grotte des Eglises. In : J Denys, C. 2002. Taphonomy and experimentation. *Archaeometry* 44: 469-484.
- deMenocal, P.B. 1995. Plio-Pleistocene African Climate. *Science, News Series*, Vol 270 (5233): 53-59.
- deMenocal, P.B. 2004. African Climate Changes and Faunal Evolution During the Plio-Pleistocene. *Earth and Planetary Science Letters* 220: 3-24.
- Denys, C., Patou, M., and Djemmali, N. 1984. Tighennif (Ternifine, Algérie). Premiers résultats concernant l'origine de l'accumulation du matériel osseux de ce gisement pléistocène. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* Vol. 299 : 481-86.
- Denys, C., Geraads, D., Hublin, J.J. and Tong, H. 1987. Méthode d'étude taphonomique des microvertébrés. Application au site pléistocène de Tighennif (Ternifine, Algérie). *Archaeozoologia*, Vol 12 : 53-82.
- Derradji, A. 2006. Le site acheuléen d'Errayah (Mostaganem, Algérie) dans son contexte géologique. *C. R. Palvol* 5, 229-235.

-
- Derradji, A., Chemerik, F., Medig, M., Harichane, Z., Chibane, S. 2017. Errayah, un site Acheuléen récent dans la partie littorale nord-occidentale de l'Algérie (Sidi-Ali, Mostaganem). *L'anthropologie* 121, 179–188.
- Desclaux, E. 1992. Les petits vertébrés de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales). Paléontologie, écologie, modalités d'apport du matériel. Thèse de Doctorat, MNHN, Paris.
- Despriée, J., Gageonnet, R., Voinchet, P., Bahain, J.-J., Falguères, C., Varache, F., Courcimault, G. & Dolo, J.-M. 2006. Une occupation humaine au Pléistocène inférieur sur la bordure nord du Massif central. *Comptes Rendus Palevol* 5: 821-828.
- Despriée, J., Voinchet, P., Gageonnet, R., Dépont, J., Bahain, J.J., Falguères, C., Tissoux, H., Dolo, J.M. Courcimault, G. 2009. Les vagues de peuplements humains au Pléistocène inférieur et moyen dans le bassin de la Loire moyenne, région Centre, France. Apports de l'étude des formations fluviatiles. *L'Anthropologie*, 113, pp. 125-167.
- Despriée, J., Voinchet, P., Tissoux, H., Moncel, M.-H., Arzarello, M., Robin, S., Bahain, J.-J., Falguères, C., Courcimault, G., Dépont, J., Gageonnet, R., Marquer, L., Messenger, E., Abdessadok, S., Puaud, S., 2010. Lower and middle Pleistocene human settlements in the middle Loire River Basin, Centre Region, France. *Quaternary International* 223-224: 345-359
- Desse, J., and Audoin-Rouzeau, F. 1996. Exploitation des animaux sauvages à travers le temps. In: *L'Homme*, 1996, tome 36 (138): 191-192.
- Dewbury, A.G., Russell, N. 2007. Relative frequency of butchering cutmarks produced by obsidian and flint: an experimental approach. *Journal of Archaeological Science* 34: 354-357.
- Dietrich-Kahlke, R. 2000. The Early Pleistocene (Epivillafrachian) Faunal Site of Untermassfeld (Thuringia, Central Germany), Synthesis of New Results. *ERAUL* 92: 123 -138.
- Díez Fernández-Lomana, J.C., Moreno, V., Rodríguez, J., Rosell, J., Cáceres, I., Huguet, R., 1999b. Estudio arqueológico de los restos de macrovertebrados de la Unidad GIII de Galería (Sierra de Atapuerca), en: E. Carbonell, A. Rosas, J.C. Díez (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, Zamora : 265-282.
- Díez, J.C. 1992. Zooarqueología de Atapuerca (Burgos) e implicaciones paleoeconómicas del estudio tafonómico de yacimientos del Pleistoceno Medio. Dpto. de Prehistoria y Etnología. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Díez, J.C., and Rosell, J. 1998. Estrategias de subsistencia de los homínidos de la Sierra de Atapuerca. *Atapuerca y la Evolución Humana*. E. Aguirre (Ed.). Madrid, Fundación Ramón Areces: 361-390.
- Díez-Martín, F., Román, C.P., González, A.A. 2013. Efecto del plazo de ejecución estratégica sobre la obtención de legitimidad organizativa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* 19: 120–125.
- Díez-Martín, F., Sánchez-Yustos, P., Uribe Larrea, D., Baquedano, E., Mark, D.F., Mabulla, A., Fraile, F., Duque, J., Díaz, I., Pérez-González, A., Yravedra, J., Egeland, C.P., Organista, E

- and Domínguez-Rodrigo, M. 2015. The Origin of the Acheulean: The 1.7 Million-Year-Old Site of FLK West, Olduvai Gorge (Tanzania). *Scientific Reports*: 1-9
- Discamps, E. 2011. Hommes et hyènes face aux recompositions des communautés d'Ongulés (MIS 5-3) : éléments pour un cadre paléoécologique des sociétés du Paléolithique moyen et supérieur ancien de l'Europe de l'Ouest. *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 109 (2): 349-351.
- Discamps, E., Delagnes, A., Lenoir, M., Tournepiche, J.F. 2012. Human and Hyena Co-occurrences in Pleistocene sites: Insights from Spatial, Faunal and Lithic Analyses at Camiac and La Chauverie (SW France). *Journal of Taphonomy* 10 (3-4): 291-316.
- Djemali, N. 1985. L'industrie lithique acheuléenne du gisement de Tighennif (Ternifine), Algérie. *Université Paris VI*: 184.
- Dobosi, V.T. 1998. Ex Proboscideis - Proboscidean remains as raw material at four Palaeolithic sites, Hungary. *The World of Elephants - International Congress, Rome*: 429-431.
- Dodson, P. 1973. The Significance of Small Bones in Paleoecological Interpretation. *Contributions to Geology, University of Wyoming*. 12: 15-19.
- Dominato, V.H., Mothé, D., Santos-Avilla L., Bertoni-Machado, C. 2009. Ação de insetos em vértebras de *Stegomastodon Waringi* (Mammalia, Gomphotheriidae) do Pleistoceno de Águas de Araxá, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12: 77-82
- Domínguez-Rodrigo, M. 1993a. La formación de las formaciones óseas de macrofauna : Revisión de los criterios de discernimiento de los agentes biológicos no antrópicos desde un enfoque ecológico. *Zéphirus* 46: 103-122.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1993b. La analítica espacial micro como herramienta tafonomica: aplicación al entorno de una charca africana. *Procesos postdeposicionales. Arqueología Espacial* 16-17: 41-56.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1994. Dinámica trófica, estrategias de consumo y alteraciones óseas en la sabana africana: resumen de un proyecto de investigación etoarqueológico (1991-1993). *Trabajos de Prehistoria* 51: 15-37.
- Domínguez-Rodrigo, M., and Martí Lezana, R. 1996. An ethnoarchaeological study of a Ndorobo (Maasai), temporary camps site in Kulalu (Kenya). *Trabajos de Prehistoria* 53 (2): 131-143.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1997a. Meat-eating by early hominids at the FLK 22 *Zinjanthropus* site, Olduvai Gorge, Tanzania: An experimental approach using cut mark data. *Journal of Human Evolution* 33: 669-690.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1997b. Areassessment of the study of cut mark patterns to infer hominid manipulation of fleshed carcasses at the FLK Zinj 22 site, Olduvai Gorge, Tanzania. *Trabajos de Prehistoria* 54: 29-42.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1998. Estudio del conjunto oseo de un asentamiento de cazadores furtivos Mwalangulu en Galana (Kenya). *Complutum* 9: 161-166.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1999a. Flesh availability and bone modification in carcasses consumed by lions. *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology* 149: 373-388.

-
- Domínguez-Rodrigo, M. 1999b. Meat-eating and carcass procurement by hominids at the FLK 22 Zinj Site, Olduvai Gorge (Tanzania): a new experimental approach to the old hunting-versus-scavenging debate. In (H. Ullrich, Ed.) *Life styles and Survival Strategies in Pliocene and Pleistocene Hominids*: 89–111. Schwelm: Edition Archaea.
- Domínguez-Rodrigo, M. 2001a. A study of carnivore competition in riparian and open habitats of modern savannas and its implications for hominid behavioral modelling. *Journal of Human Evolution*, 40: 77–98.
- Domínguez-Rodrigo, M., Serrallonga, J., Tresserras, J.J., Alcalá, L., Luque, L. 2001b. Woodworking activities by early humans: a plant residue analysis on Acheulian stone tools from Peninj (Tanzania). *Journal of Human Evolution* 40: 289–299.
- Domínguez-Rodrigo, M. 2002a. Hunting and scavnging by early humans: the state of the debate. *Journal of World Prehistory* 16: 1–54.
- Domínguez-Rodrigo, M., de La Torre, I., de Luque, L., Alcalá, L., Mora, R., Serrallonga, J., Medina, V., 2002b. The ST Site Complex at Peninj, West Lake Na- tron, Tanzania: Implications for early hominid behavioural models. *Journal of Archaeological Science* 29, 639-665.
- Domínguez-Rodrigo, M., and Pickering, T.R. 2003a. Early Hominid Hunting and Scavenging: A Zooarcheological Review. *Evolutionary Anthropology* 12: 275–282.
- Domínguez-Rodrigo, M. 2003b. On cut marks and statistical inferences: methodological comments on Lupo and O’Connell (2002). *Journal of Archaeological Science*, 30:381-386.
- Domínguez-Rodrigo, M., and Piqueras, A. 2003c. The use of tooth pits to identify carnivore taxa in tooth-marked archaeofaunas and their relevance to reconstruct hominid carcass processing behaviours. *Journal of Archaeological Science* 30: 1385–1391.
- Domínguez-Rodrigo, M., and Barba, R., 2005a. A study of cut marks on small-sized carcasses and its application to the study of cut-marked bones from small mammals at the FLK Zinj site. *Journal of Taphonomy* 3 (3): 121-134.
- Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T.R., Semaw, S., Rogers, M.J., 2005b. Cutmarked bones from Pliocene archaeological sites at Gona, Afar, Ethiopia: implica- tions for the function of the world’s oldest stone tools, *Journal of Human Evolution* 48: 109-121.
- Domínguez-Rodrigo, M., and Barba, R. 2006. New estimates of tooth marks and percussion marks from FLK Zinj, Olduvai Gorge (Tanzania): the carnivore-hominid carnivore hypothesis falsified. *Journal of Human Evolution*, 50: 170-194.
- Domínguez-Rodrigo, M., Barba, R., Egeland, C.P., 2007a. *Deconstructing Olduvai*, Springer, New York.
- Domínguez-Rodrigo, M., Egeland, C.P., Barba, R., 2007b. The Hunting-versus-scavenging debate, en: M. Domínguez-Rodrigo, R. Barba, C.P. Egeland (Eds.), *Deconstructing Olduvai: A Taphonomic Study of the Bed I Sites*, Springer: 11-22.
- Domínguez-Rodrigo, M., Egeland, C.P., Pickering, T.R., 2007c. Models of passive scavenging by early hominids: problems arising from equifinality in carni- vore tooth mark frequencies and the extended concept of archaeological palimpsests, en: T.R. Pickering, K. Schick, N.

- Toth (Eds.), African taphonomy: A tribute to the career of C.K. “Bob” Brain, CRAFT Press (Indiana University), Bloomington.
- Domínguez-Rodrigo, M., Barba, R., 2007d. Five more arguments to invalidate the passive scavenging version of the carnivore-hominid-carnivore model: a reply to Blumenshine et al. (2007a), *Journal of Human Evolution* 53: 427-433.
- Domínguez-Rodrigo, M., Olduvai Bed I, en: M. Domínguez-Rodrigo, R. Barba, C.P. Egeland (Eds.), *Deconstructing Olduvai: a taphonomic study of the Bed I sites*, Springer, New York: 201-215.
- Domínguez-Rodrigo, M., 2008. Arqueología neoprocesual: “Alive and kicking”. *Algunas reflexiones desde el Paleolítico*. *Complutum* 19: 195-204.
- Domínguez-Rodrigo, M., de Juana, S., Galán, A.B., Rodríguez, M., 2009a. A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks, *Journal of Archaeological Science* 36: 2643-2654.
- Domínguez-Rodrigo, M., Mabulla, A., Bunn, H.T., Barba, R., Diez-Martín, F., Egeland, C.P., Espílez, E., Egeland, A., Yravedra, J., Sánchez, P., 2009b. Unraveling hominin behavior at another anthropogenic site from Olduvai Gorge (Tanzania): new archaeological and taphonomic research at BK, Upper Bed II, *Journal of Human Evolution* 57: 260-283.
- Domínguez-Rodrigo, M., Mabulla, A.Z.P., Bunn, H.T., Diez-Martin, F., Baquedano, E., Barboni, D., Barba, R., Domínguez-Solera, S., Sánchez, P., Ashley, G.M., Yravedra, J., 2010. Disentangling hominin and carnivore activities near a spring at FLK North (Olduvai Gorge, Tanzania), *Quaternary Research* 74: 363-375.
- Domínguez-Rodrigo, M., and Martínez-Navarro, B. 2012. Taphonomic analysis of the early Pleistocene (2.4 Ma) faunal assemblage from A.L. 894 (Hadar, Ethiopia). *Journal of Human Evolution* 62 : 315–327.
- Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T.R., Baquedano, E., Mabulla, A., Mark, D.F., Musiba, C., Bunn, H.T., Urbelarrea, D., Smith, V., Diez-Martin, F., Pérez-González, A., Sánchez, P., Santonja, M., Barboni, D., Gidna, A., Ashley, G., Yravedra, J., Heaton, J.L., Arriaza, M.C. 2013. First Partial Skeleton of a 1.34-Million-Year-Old Paranthropus boisei from Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania. *PLOS ONE* Vol. 8 (12): e80347.
- Domínguez-Rodrigo, M., Bunn, H.T., Mabulla, A.Z.P., Baquedano, E., Urbelarrea, D., Pérez-González, A., Gidna, A., Yravedra, J., Diez-Martin, F., Egeland, C.P., Barba, R., Arriaza, M.C., Organista, E., Ansón, M., 2014. On meat eating and human evolution: A taphonomic analysis of BK4b (Upper Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania), and its bearing on hominin mega-faunal consumption. *Quaternary International* 322– 323: 129-152.
- Domínguez-Rodrigo, M., Saladié, P., Cáceres, I., Huguet, R., Yravedra, J., Rodríguez-Hidalgo, A., Martín, P., Pineda, A., Marín, J., Gené, C., Aramendi, J., Sánchez, L.C. 2017. Use and abuse of cut mark analyses: The Rorschach effect. *Journal of Archaeological Science* 86: 14-23
- Driver, J.C., 1990. Meat in due season: the timing of communal hunts, en: L.B. Davis, B.O.K. Reeves (Eds.), *Hunters of the Recent Past.*, Unwin Hyman, London: 11-33.

-
- Driver, J.C., 1995. Social hunting and multiple predation, en: D.V. Campana (Ed.), Before farming: Hunter-gatherer society and subsistence, MASCA, University of Pennsylvania Museum of Archeology and Antgro- pology, Philadelphia, pp. 23-28.
- Driver, J.C., Maxwell, D., 2013. Bison death assemblages and the interpretation of human hunting behaviour, *Quaternary International* 297: 100-109.
- Duval, M. 2008. Evaluation du potentiel de la méthode de datation par Résonance de Spin Electronique (ESR) appliquée aux gisements du Pléistocène inférieur: études des gisements d'Orce (bassin de Guadix Baza, Espagne) et contribution à la connaissance des premiers peuplements de l'Europe. Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris : 522.
- Dzaparizde, V., Bosinski, G., Bugiabisbili, V., Gabunia, L., Justus, A., Klopotovskaja, N., Kvavazde, E., Lordkinapizde, D., Majsuradze., G., Mgeladze, N., Nioradze, M., Pavnelisvili. E., Schmincke. H.U., Sologasvili, D., Tusabramisvili, D., Tvalcrelizde, M., Vekua, A. 1989. Der Altpaläolithische Fundplatz Dmanisi in Georgien (Kaukasus) Lage und Entdeckung. *Jahrb Römish-Ger Zent mus Mainz* 36: 67–116
- Echassoux, A. 2001. Étude taphonomique, archéozoologique et paléoécologique des faunes de grands mammifères de la fin du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes). Thèse de Doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 605 p.
- Echassoux, A. 2004. Etude taphonomique, paléoécologique et archéozoologique des faunes de grands mammifères de la seconde moitié du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, France). *L'Anthropologie* 108: 11-53.
- Echassoux, A. 2012. Comportements de subsistance et modifications osseuses à l'aube de l'Acheuléen à Konso, Éthiopie. *L'anthropologie* 116: 291–320.
- Efremov, I. A. 1940. Taphonomy: a new branch of paleontology. *Pan American Geologist* 74: 81-93.
- Efremov, I.A. 1953. Taphonomie et annales géologiques. *Annales du Centre d'Études et Documents Paléontologiques* 4: 164.
- Egeland, C.P. 2003. Carcass processing intensity and cutmark creation: An experimental approach, *Plains Anthropologist* 48: 39-51.
- Egeland, C.P., Pickering, T.R., Domínguez-Rodrigo, M., Brain, C.K., 2004. Disentangling Early Stone Age palimpsests: determining the functional independence of hominid- and carnivore-derived portions of archaeofaunas, *Journal of Human Evolution* 47: 343- 357.
- Egeland, C.P., 2007, Zooarchaeological and taphonomic perspectives on hominid and carnivore interactions at Olduvai Gorge, Tanzania Department of Anthropology, Indiana University. Tesis doctoral.
- Egeland, C.P. 2008. Patterns of early hominid site use at Olduvai Gorge. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* 17: 9.
- Egeland, C.P. 2012. The use of bone surface modifications to model hominid lifeways during the Oldowan. In: Domínguez-Rodrigo. 2012. *Stone Tools and Fossil Bones. Debate on the Archaeology of Human Evolution*. Cambridge.

- Eisenmann V., 1984. Sur quelques caractères adaptatifs du squelette d'*Equus* et leurs implications paléoécologiques. *Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris*, 4ème série, 6, section C 2: 185-195.
- Eisenmann, V. 1979a. Les chevaux (*Equus sensu lato*) fossiles et actuels: étude craniologique. Université Pierre et Marie Curie: 21-25.
- Eisenmann, V. 1979b. Les métapodes d'*Equus sensu lato* (Mammalia, périssodactyla). *Géobios* 12, Fasc 6: 863-886.
- El Guennouni, K. 2001. Les lapins du Pléistocènes moyen et supérieur de quelques sites préhistoriques de l'Europe méditerranéenne: Terra-Amata, Orgnac 3, Baume Bonne, Grotte du Lazaret, Grotte du Boquete de Zafarraya, Arma delle Manie. Etude paléontologique, taphonomique et archéozoologique. Thèse de doctorat du MNHN, Paris.
- El-Hamouti, N., Gibert, L., Scott, G., Gibert, J. 2008. Diatomées et paléoenvironnements d'âge Plio-Pléistocène inférieur de la dépression de Baza (ESPAGNE). N. El Hamouti et al., Actes RQM4, Oujda: 130-136.
- Emerson, A.M. 1993. The role of body part utility in small-scale hunting under two strategies of carcass recovery. En: *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*. Hudson, J. (Ed.). Carbondale, Southern Illinois University at Carbondale. Center for Archaeological Investigation: 138-155.
- Enloe, J.G. 1983. Site structure: A methodological approach to analysis. *Haliksa'i: UNM Contributions to Anthropology* 2: 28-39
- Enloe, J.G., and David, F. 1992. Food Sharing in the Paleolithic: Carcass Refitting at Pincevent. In Hoffmann, J.L. and Enloe, J.G. (ed.) *Putting the Pieces Together: An Introduction to Refitting*, BAR International Series 578: 296-315.
- Enloe, J.G., and David, F., 1997. Rangifer herd behavior: seasonality of hunting in the magdalenian of the Paris basin, en: L.J. Jackson, P.T. Thacker (Eds.), *Caribou and Reindeer Hunters of the Northern Hemisphere*, Avebury Press, Aldershot.
- Enloe, J.G., David, F., G. Baryshnikov. 2000. Hyenas and Hunters: Zooarchaeological Investigations at Prolom II Cave, Crimea. *International Journal of Osteoarchaeology* 10: 310-324.
- Enloe, J.G., 2003. Acquisition and processing of reindeer in the Paris Basin, en: S. Costamagno, V. Laroulandie (Eds.), *Mode de Vie au Magdalénien: Les Apports de l'Archéozoologie*. British Archaeological Reports, International Series Oxford: 23-31.
- Enloe, G.J. 2006. Geological Processes and Site Structure: Assessing Integrity at a Late Paleolithic Open-Air Site in Northern France. *Geoarchaeology. An International Journal*. Vol. 21 (6): 523-540.
- Ennouchi, E. 1969. Découverte d'un Pithécantropien au Maroc. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* Vol. 269 : 763-65.
- Ennouchi, E. 1972. Nouvelle découverte d'un archanthropien au Maroc. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Vol. 274 : 3088-90.

-
- Ervynck, Anton. 1997. Detailed recording of tooth wear (Grant, 1982) as an evaluation of the seasonal slaughtering of pigs? Examples from Medieval sites in Belgium. *Archaeofauna* 6: 67-79.
- Espigares, M.P., 2010. Análisis y modelización del contexto sedimentario y los atributos tafonómicos de los yacimientos pleistocénicos del borde nororiental de la cuenca de Guadix-Baza. Ph. D. Dissertation, University of Granada (Spain).
- Espigares, M.P., Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Ros-Montoya, S., Toro, I., Agustí, J., Sala, R., 2013. Homo vs Pachycrocuta: Earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva-3 (Orce, Spain). *Quaternary International* 295: 113-125.
- Esteban-Nadal, M., Cáceres, I., Fosse, P. 2010. Characterization of a current coprogenic sample originated by *Canis lupus* as a tool for identifying a taphonomic agent. *Journal of Archaeological Science* 37: 2959-2970
- Faith, J.T., Behrensmeyer, A.K., 2006. Changing patterns of carnivore modification in a landscape bone assemblage, Amboseli Park, Kenya, *Journal of Archaeological Science* 33: 1718-1733.
- Faith, J.T., and Gordon, A.D. 2007. Skeletal element abundances in archaeofaunal assemblages: economic utility, sample size, and assessment of carcass transport strategies. *Journal of Archaeological Science* 34, 872-882.
- Faith, J.T., Domínguez-Rodrigo, M., Gordon, A.D. 2009. Long-distance carcass transport at Olduvai Gorge? A quantitative examination of Bed I skeletal element abundances. *Journal of human evolution* 56(3): 247-256.
- Fanfani, F. 1999. Revisione degli insettivori (Mammalia) tardo Neogenici e quaternary dell Italia peninsulare. Modena: Unpub. PhD. Thesis ., Univ. Modena.
- Fanfani, F., 2001. Insettivori fossili Italiani del Neogene e Quaternario. Thèse de doctorat Consortium Universitaire, Modena, Bologna, Firenze and Roma “La Sapienza”.
- Féblot-Augustins (J.), 1997. La circulation des matières premières au Paléolithique. E.R.A.U.L., 75, Liège, tome 1 et 2.
- Fejfar, O., and Kaiser, T.M. 2005. Insect bone-modification and paleoecology of Oligocene mammal-bearing sites in the Doupov mountains, Northwestern Bohemia, *Palaeontologia Electronica* Vol. 8(1), 8A: 11.
- Fernández, I.F., Banúls-Cardona, S., Blain, H.A., López-García, J.M., Vallverdú, J., Agustí, J., Cuenca-Besco, G. 2014. Biochronological data inferred from the Early Pleistocene small mammals of the Barranc de la Boella site (Tarragona, north-eastern Spain). *Journal of Quaternary Science*. ISSN 0267-8179. DOI: 10.1002/jqs.2744.
- Fernández-Jalvo, Y. 1992. Tafonomía de microvertebrados del complejo córstico de Atapuerco (Burgos). Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid.
- Fernández-Jalvo, Y., Díez, J.C., Cáceres, I., Rosell, J., 1999. Human cannibalism in the Early Pleistocene of Europe (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain), *Journal of Human Evolution* 37, 591-622.

- Fernandez-Jalvo, Y., and Andrews, P. 2000. The taphonomy of pleistocene caves, with particular reference to Gibraltar. *Nenaderthals on the edge*. C. B. Stringer;N. E. Barton y C. Finlayson (Ed.). Oxford, Oxbow Books: 171-182.
- Fernández-Jalvo, Y., and Andrews, P. 2003. Experimental Effects of Water Abrasion on Bone Fragments, *Journal of Taphonomy* 1 (3): 147-163.
- Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P., Pesquero, D., Smith, C., Marín-Monfort, D., Sánchez, B., Geigl, M.E., Alonso, A. 2010a. Early bone diagenesis in temperate environments Part I: Surface features and histology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology Paleocology* 288: 62-81.
- Fernández-Jalvo, Y. 2010b. *Tafonomía e Industria Lítica: marcas de corte y materias primas*. Cuaternario y Arqueología: Homenaje a Francisco Giles Pachec: 277-290.
- Fernández-Jalvo, Y., and Andrews, P. 2016. *Atlas of Taphonomic Identifications*. 1001+ Images of Fossil and Recent Mammal Bone Modification. Springer.
- Fernández-López, S. 1995. Taphonomie et intreprétation des paléoenvironnements. En Gayet, M, Courtinat, B (Eds.), *First European, Paleontological Congress, Lyon, 1993*. *Geobios* 18: 137-154.
- Fernández-López, S. 2000. Ammonite taphocycles in carbonate epicontinental platforms. In Hall R.L. and Smith P.L. (Eds.): *Advances in Jurassic Research 2000*. *GeoResearch Forum* 6: 293-300, Zurich.
- Ferraro J.V. 2007. *Broken bones and shattered stones: on the foraging ecology of Oldowan hominins [PhD dissertation]*. Los Angeles: University of California, Los Angeles: 340.
- Ferraro, J.V., Plummer, T.W., Pobiner, B.L., Oliver, J.S., Bishop, L.C., Braun, D.R., Ditchfield, T.W., Seaman, J.W III., Binetti, K.M., Seaman, J.W.Jr, Hertel, F., Potts, R. 2013. Earliest Archaeological Evidence of Persistent Hominin Carnivory. *PLoSone*. Vol. 8(4): e62174.
- Filoux, A. 2011. *Le comportement de subsistance des premiers européens du pourtour méditerranéen ; étude des assemblages osseux de Barranco León, Fuente Nueva 3, la grotte du Vallonet et des niveaux inférieurs de la Caune de l'Arago*. Thèse de Doctorat. Université Paul Valéry- Montpellier III.
- Fiore, I., Bondioli, L., Coppa, A., Macchiarelli, R., Russom, R., Kashay, H., Solomon, T., Rook, L., Libsekal, Y. 2004. Taphonomic analysis of the late early Pleistocene bone remains from buia (Dandiero basin, Danakil depression, Eritrea): Evidence for large mammal and reptile butchering. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Vol 110 : 89-97.
- Fiorillo, A.R. 1989. An Experimental Study of Trampling: Implications for the Fossil Record. In Bonnicksen, R. and Sorg, M.H. (ed.) *Bone Modification*. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans: 61-71.
- Fisher, J.Jr. 1995. Bone surface modifications in zooarchaeology, *Journal of Archaeological Method and Theory* 2: 7-68
- Flynn, L.J., Jacobs, L.L. (Eds.), *Advances in Vertebrate Paleontology and Geochronology*. National Science Museum Monographs 14, Tokyo: 215-242.

-
- Forrest, F.L., Stynder, D.D., Bishop, L.C., Levin, N.E., Lehmann, S.B., Patterson, D.B., Matthews, T., Braun, D.R. 2018. Zooarchaeological reconstruction of newly excavated Middle Pleistocene deposits from Elandsfontein, South Africa. *Journal of Archaeological Science: Reports* 17 : 19–29.
- Fosse, P. 1994. Taphonomie paléolithique: les grands mammifères de Soleilhac (Haute-Loire) et de Lunel-Viel (Hérault). *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* 3: 211-215.
- Fosse, P. 1995. Le rôle de l'hyène dans la formation des assemblages osseux : 150 ans de controverses. L'apport des anciens textes de préhistoire et de paléontologie du Quaternaire aux études taphonomiques actuelles. *Paleo* 7: 49-84.
- Fosse, P. 1996. La grotte n°1 de Lunel-Viel (Hérault, France), repaire d'hyènes du Pléistocène moyen, *Paléo*, 8: 47-81.
- Fosse, P., 1998. Les proboscides dans les sites archéologiques de plein air paléolithiques origine anthropologique ou naturelle?, XVIII Rencontres internationale d'Archeologie et d'histoire d'Antibes-October: 105-117.
- Fosse, P., Brugal, J.P., Morel, P. 2002. Taphonomie et éthologie des ursidés pléistocènes. In : Tillet, T., Binford, L.R. (Eds), *L'Homme et l'Ours*, ERAUL 100: 79-101.
- Fosse, P., Fourvel, J.B., Madelaine, S., Esteban-Nadal, M., Cáceres, I., Yravedra, J., Brugal, J.P., Prucca, A., Haynes, G. 2012. Bone Modification by Modern Wolf (*Canis lupus*): A Taphonomic Study From their Natural Feeding Places. *Journal of Taphonomy* 10 (3-4): 197-217.
- Fourvel, J.B., Fosse, P., Fernandez, P., Antoine, P.O. 2015. The Cave of Fouvent, also called Abri Cuvier (Fouvent-le-Bas, Haute-Saône, France) : Taphonomical analysis of a Late Pleistocene Hyena Den (OIS3). *PALEO* 25. Varia.
- Frostick, L. and Reid, I. 1983. Taphonomic Significance of Sub-aerial Transport of Vertebrate Fossils on Steep Semi-arid Slopes. *Lethaia* 16:157-164.
- Furgal, C.M., Innes, S., Kovacs, K.M., 2002. Inuit spring hunting techniques and local knowledge of the ringed seal in Arctic Bay (Ikpiarjuk), Nunavut, *Polar Research* 21: 1-16.
- Furió-Bruno, M. 2003. Los insectívoros (Mammalia) del Pleistoceno inferior de Fuente Nueva 3 y Barranco León (Orce, Granada). In Toro, I., Agustí, J. et Martínez Navarro, B. (Eds.), *El Pleistoceno Inferior de Barranco León y Fuente Nueva 3, Orce (Granada)*. Memoria Científica campañas 1999-2002. Junta de Andalucía 17: 147-157.
- Furió, M., Santos-Cubedo, A., Blain, H. A., Blaya, I. E., Casanovas-Vilar, J., Madurell-Malapiera, J. and Martínez-Alba, D. 2005. Síntesis sobre las faunas fósiles del complejo cárstico de Almenara-Casablanca (Castellón). En Meléndez, G., Martínez-Pérez, C., Ros, S., Botella, H., Plasencia, P., *Miscelánea Paleontológica. Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza SEPAZ*, 6, Zaragoza, Spain: 273–286.
- Gabunia, L., Vekua, A., Lordkipanidze, D., Swisher, C.C., Ferring, R., Justus, A., Nioradze, M., Tval-chrelidze, M., Antón, S.C., Bosinski, G., Jöris, O., Lumley, M.A.d., Majsuradze, G., Mouskhelishvili, A., 2000. Earliest Pleistocene Hominid Cranial Remains from Dmanisi, Republic of Georgia: Taxonomy, Geological Setting, and Age. *Science* 288: 1019-1025.

- Galán, A.B., Rodríguez, M., de Juana, S., Domínguez-Rodrigo, M. 2009. A new experimental study on percussion marks and notches and their bearing on the interpretation of hammerstone-broken faunal assemblages. *Journal of Archaeological Science* 36: 776–784.
- Galán, A.B., and Domínguez-Rodrigo, M. 2013. An Experimental Study of the Anatomical Distribution of Cut Marks Created by Filleting and Disarticulation on Bone end. *Archaeometry* 55, (6): 1132–1149.
- Galán, A.B., and Domínguez-Rodrigo, M. 2014. Testing the Efficiency of Simple Flakes, Retouched Flakes and Handaxes During Butchery. *Archaeometry* 56 (6): 1054–1074
- Galobart, A., Pons-Moyà, J., Antón, M. and Maroto, J. 2003. Descripción del material de *Homo* *therium latidens* (Owen) de los yacimientos del Pleistoceno inferior de Incarcàl (Girona, NE de la Península Ibérica). *Paleontología i Evolució*, 34: 99-141.
- Gamble, C., 1986. *The Paleolithic settlement of Europe*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Gamble, C., 1987. The man The Shoveler: alternative models for Middle Pleistocene colonization and occupation in northern latitudes, en: O. Soffer (Ed.), *The Pleistocene Old World, regional perspectives*, Plenum Press, New York: 81-89.
- Gamble, C.S. 1995. The earliest occupation of Europe: the environmental background. *The earliest occupation of Europe*. Roebroeks, W., and Kolfschoten, T. (Ed.). Leiden, University of Leiden: 279-295.
- García-Antón, M.D., Morant, N., Mallol, C., 2002. L'approvisionnement en matières premières lithiques au Pléistocène inférieur et moyen dans la Sierra de Atapuerca, Burgos (Espagne). *L'Anthropologie* 106: 41-55.
- García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., Díez, C., Carbonell, E., 2014. The earliest Acheulean technology at Atapuerca (Burgos, Spain): oldest levels of the Galería site (GII Unit). *Quaternary International* 353: 170-194.
- Gaudzinski, S., Bittmann, F., Boenigk, W., Frechen, M., Kolfschoten, T.V., 1996. Palaeoecology and Archaeology of the Kärlich–Seeufer Open-Air Site (Middle Pleistocene) in the Central Rhineland, Germany. *Quaternary Research* 46: 319-334.
- Gaudzinski, S., and Turner, E. (Eds.), 1999. *The Role of Early Humans in the Accumulation of European Lower and Middle Palaeolithic Bone Assemblages*. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums: 42, Mainz.
- Gaudzinski, S., and Roebroeks, W. 2000. Adults only. Reindeer hunting at the Middle Palaeolithic site Salzgitter Lebenstedt, Northern Germany. *Journal of Human Evolution* 38: 497-521.
- Gaudzinski, S., Turnera, E., Anzidei, A.P., Alvarez-Fernández, E., Arroyo-Cabrales, J., Cinq-Mars, J., Dobosi, V.T., Hannus, A., Johnson, E., Münzeli, S.C., Scheer, A., Villa, P. 2005a. The use of Proboscidean remains in every-day Palaeolithic life. *Quaternary International*: 126–128 : 179–194.
- Gaudzinski-Windheuser, S., 2005b. Subsistenzstrategien frühpleistozäner Hominiden in Eurasien. Taphonomische Faunenbetrachtungen der Fundstellen der 'Ubeidiya Formation (Israel). *Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 61, Mainz.

-
- Gautier, A. 1984. How do I Count You, Let Me Count the Ways? Problems of Archaeozoological Quantification. In *Animals and Archaeology, 4: Husbandry in Europe*, edited by Grigson, C. and Clutton-Brock, J.. British Archaeological Reports, International Series 227: 237–251.
- Gautier, A. 1986. Une histoire de dents: les soi-disant incisives travaillées du Paléolithique moyen de Sclayn. *Hélium* 26: 177–181.
- Geraads, D. 1980. La faune des sites à *Homo erectus* des Carrières Thomas (Casablanca, Maroc). *Quaternaria* Vol. 22: 65–94.
- Geraads, D., 1981. Bovidae et Giraffi dae (Artiodactyla, Mammali) du Pléistocène de Ternifine (Algérie). *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série, 3: section C, 1: 47-86.*
- Geraads, D., Amani, F., Hublin, J.J. 1992. Le gisement pléistocène moyen de l'Ain Maarouf près d'El Hadjeb, Maroc: présence d'un hominidé. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. 314, Series II: 319–23.*
- Geraads, D., Hublin, J.-J., Jaeger, J.-J., Tong, H., Sen, S., Toubreau, P. 1986. The Pleistocene Hominid Site of Ternifine, Algeria: New Results on the Environment, Age, and Human Industries. *Quaternary Research* 25: 380-386.
- Geraads, D. 2010. Biogeographic relationships of Pliocene and Pleistocene North-western African mammals. *Quaternary International* 212: 159-168.
- Geraads, D. 2012. The Faunal Context of Human Evolution in the Late Middle/Late Pleistocene of Northwestern Africa. In: *Modern, A North African Perspectives Origins* (eds), Hublin, J.J., Mcpherron, S.P: 49-60.
- Geraads, D. 2016. Pleistocene Carnivora (Mammalia) from Tighennif (Ternifine), Algeria. *Geobios* 49: 445–458.
- Ghosh, A.K. 1974. Osteodontokeratic industry from India. *Premier Colloque International sur le l'industrie de l'os dans le prehistoire. Ababaye de Semanque* 1: 151–155.
- Gibbard, P.L., and Head, M.J., 2010. The newly-ratified definition of the Quaternary System/Period and redefinition of the Pleistocene Series/Epoch, and comparison of proposals advanced prior to formal ratification. *Episodes* 33: 152-158.
- Gibbo, R. J., Granger, D.E., Kuman, K., Partridge, T.C. 2009. Early Acheulean technology in the Rietputs Formation, South Africa, dated with cosmogenic nuclides. *Journal of Human Evolution* 56: 152-60.
- Gidna, A.O., Kisui, B., Mabulla, A., Musiba, C., Domínguez-Rodrigo, M., 2014. An ecological neotaphonomic taphonomic study of carcass consumption by lions in Tarangire National Park (Tanzania) and its relevance for human evolutionary biology, *Quaternary International* 322–323, 167-180.
- Gifford-Gonzalez, D. P., Damrosch, D. B., Damrosch, D. R., Pryor, J. and Thunen, R. L. 1985. The Third Dimension in Site Structure: An Experiment in Trampling and Vertical dispersal. *American Antiquity* 50(4) : 803-818.

- Gifford-Gonzalez, D. 1989a. Overview-Modern Analogues: Developing an Interpretative Framework. In Bonnichsen, R. and Sorg, M.H. (ed.) Bone Modification. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans: 43-52.
- Gifford-Gonzalez, D. 1989b. Ethnographic Analogues for Interpreting Modified Bones: Some Cases from East Africa. In Bonnichsen, R., and Sorg, M.H. (ed.) Bone Modification. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans: 179-246.
- Gifford-Gonzalez, D. 1991. Bones are not enough: analogues, knowledge, and interpretive strategies. In : Journal of Anthropological Archaeology 10(3): 215-254
- Giusti, D., 2012. L'applicazione di tecnologie spaziali al sito paleolitico di Pirro Nord (P13) Apricena (Italia). Università degli Studi di Ferrara.
- Gliozzi, E., Abbazzi, L., Argenti, P., Azzaroli, A., Caloi, L., Capasso Barbato, L., Di Stefano, G., Esu, D., Ficcarelli, G., Girotti, O., Kotsakis, T., Masini, F., Mazza, P., Mezzabotta, C., Palombo, M.R., Petronio, C., Rook, L., Sala, B., Sardella, R., Zanalda, E., Torre, D., 1997. Biochronology of selected mammals, molluscs and ostracods from the middle pliocene to the late pleistocene in Italy. The state of the art. Riv. Ital. di Paleontol. e Stratigr. 103: 369–388.
- Gloria Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J.M., Blain, H.A., De Marfá, R.J., Galindo-Pellicena, M.A., Lluç Bennàsar-Serra, M.L., Melero-Rubio, M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. 2010. Biochronology of Spanish Quaternary small vertebrate faunas. Quaternary International 212: 109-119.
- Gobert, E. 1950. Le gisement paléolithique de Sidi Zin. *Karthago, vol 1, pp. 1-51.*
- Gordon, C.C. and Buikstra, J. E. 1981. Soil pH, Bone Preservation, and Sampling Bias at Mortuary Sites. American Antiquity 48(3): 566-571.
- Goren-Inbar, N., Sharon, G., Melamed, Y., Kislev, M., 2001. Nuts, nut cracking, and pitted stones at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 99: 2455-2460.
- Goren-Inbar, N., Werker, E., Feibel, C.S., 2002. The Acheulian Site of Gesher Benot Ya'aqov: The Wood Assemblage. Oxbow Books, Oxford.
- Goren-Inbar, N., Alperson, N., Kislev, M.E., Simchoni, O., Melamed, Y., Ben-Nun, A., Werker, E. 2004. Evidence of Hominin Control of Fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. Science Vol. 304: 725-727.
- Gowlett, J.A.J., and Crommaslinton, R.H. 1994. Karianduri: Acheulean morphology and the question of allometry. African Archaeological Review 12: 3-42.
- Gragueb, A. and Oueslati, A. 1990. Les formations quaternaires des côtes nord-est de la Tunisie et les industries préhistoriques associées. L'Anthropologie Vol. 91: 259-92.
- Grayson, D.K. 1984. Quantitative Zooarchaeology. Topics in the Analysis of Archaeological Faunas. Academica Press Inc., Orlando, San Diego, New York, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo
- Grayson, D.K. 1988. Danger Cave, Last Supper Cave, and Hanging Rock Shelter: the Faunas. American Museum of Natural History Anthropological Papers 66(1): 1-130.

-
- Grayson, D.K., and Delpech, F., 1994. The evidence for Middle Palaeolithic scavenging from Couche VIII, Grotte Vaufray (Dordogne, France), *Journal of Archaeological Science* 21: 359-375.
- Grayson, D. K., Delpech, F., Rigaud, J.-P. y Simek, J. F. 2001. Explaining the development of dietary dominance by a single ungulate taxon at Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science* 28: 115-125.
- Grayson, D.K., and Delpech, F., 2002. Specialized Early Upper Palaeolithic hunters in Southwestern France? *Journal of Archaeological Science* 29: 1439-1449.
- Greenfield, H.J. 2002. Distinguishing Metal (Steel and Low-Tin Bronze) From Stone (Flint and Obsidian) Tool Cut-marks on Bone: An Experimental Approach; in James Mathieu, ed., *Experimental Archaeology: Replicating Past Objectsy Behaviorsy and Processes*. BAR International Series 1035. Oxford: Archaeopress : 35-54.
- Grégoire, S., Moigne, A.M., Barsky, D., de Lumley, H. 2007. Gestion et sélection des ressources au sein d'un territoire. Un exemple de comportement économique au Paléolithique inférieur dans le sud de la France. In Moncel, M.H., Moigne A.M., Arzarello M., Peretto C. (Eds.), *Aire d'approvisionnement en matières premières et aires d'approvisionnement en ressource alimentaires*. Actes du XV ème Congrès UISPP, Lisbonne, Portugal, 4-9 septembre 2006. *British Archaeological Reports International Series*, 1725 : 27-46.
- Grégoire, S. 2009. Nature des roches et aires d'approvisionnement en matière première des industries lithiques archaïques des premiers habitants de l'Europe. *Exploitation des territoires*. *L'Anthropologie* 113: 168-177.
- Griggo, C., 2004. Mousterian fauna from Dederiyeh Cave and comparisons with Fauna from Umm El Tlel and Douara Cave. *Paléorient* 1: 149-162
- Hadjouis, D., and Sahnouni, M. 2006. *Pelorovis howelli nov. sp.* (Mammalia, Artiodactyla): a new bovine from the Lower Pleistocene site of Ain Hanech (El-Kherba locus), north-eastern Algeria. *Geobios* Vol. 39: 663-78.
- Hanson, C.B. 1980. Fluvial Taphonomic Processes: Models and Experiments. In Behrensmeier, A. K. H., A.P (ed.) *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*. Chicago, University of Chicago Press: 156-181.
- Harris, J.W.K., Capaldo, S.D., 1993. The earliest stone tools, en: A. Berthelet, J. Chavaillon (Eds.), *The use of tools by human and non-human primates*, Clarendon Press, Oxford, pp. 196-200.
- Harmand, S., Lewis, J.E., Feibel, C.S., Lepre, C.J., Prat, S., Lenoble, A., Boes, X., Quinn, R.L., Brenet, M., Arroyo, A., Taylor, N., Clement, S., Daver, G., Brugal, J.-P., Leakey, L., Mortlock, R.A., Wright, J.D., Lokorodi, S., Kirwa, C., Kent, D.V., Roche, H., 2015. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature* 521: 310-315.
- Harris, J. M., and White, T. D. 1979. Evolution of the Plio-Pleistocene African Suidae. *Transactions of the American Philosophical Society* 69: 1-128.
- Harris, J.M. 1983. Family Suidae. In *The fossil ungulates: Proboscidea, Perissodactyla, and Suidae* (Ed. by J.M. Harris): 215-302. Clarendon Press, Oxford.

- Harris, J.W.K., Isaac, G.L. 1997. Sites in the Upper KBS, Okote, and Chari Members: reports. In G.L. Isaac (ed.), *Koobi For a Research Project*, vol. 5: Plio-Pleistocene Archaeology. Cambridge University Press: 115-236.
- Harris, J.M., and Cerling, T.E. 2002. Dietary adaptations of extant and Neogene African suids. *Journal of Zoology* 256: 45-54.
- Harris, J.W.K., Braun, D.R., Pante, M. 2007. 2,7 Myr–300 000 Years Ago in Africa. Rutgers University. New Brunswick USA. Vol. 1: 63-72.
- Harris, J.W.K., Braun, D.R., Pante, M., 2013. 2.7 Myr–300 000 Years Ago in Africa. Vol. 1: 63–72. Rutgers Universit. New Brunswick, NJ, USA.
- Haug, G.H., and Tiedemann, R. 1998. Effect of the formation of the Isthmus of Panama on Atlantic Ocean thermohaline circulation. GEOMAR, Forschungszentrum Für Marine Geowissenschaften, Universita`t Kiel, Wischhofstrasse 1-3, D-24148 Kiel, Germany.
- Hawkes, K., Hill, K., O’Connell, J.F., 1982. Why hunt- ers gather: optimal foraging and the Aché of eastern Paraguay. *American Ethnologist* 9: 379-398.
- Hawkes, K., O’Connell, J.F. Blurton-Jones, N.G., Oftedal, O.T., Blumenschine, R.J. 1991. Hunting Income Patterns among the Hadza: Big Game, Common Goods, Foraging Goals and the Evolution of the Human Diet. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, Vol. 334, No. 1270, Foraging Strategies and Natural Diet of Monkeys, Apes and Humans: 243-251.
- Hayden, B., 1981. Subsistence and ecological adapta- tions of modern hunter/gatherers, en: R.S.O. Harding, G. Teleki (Eds.), *Omnivorous Primates*, Columbia University Press, New York: 344-421.
- Haynes, G. 1980. Evidence of carnivore gnawing on Pleistocene and recent mammalian bones. *Paleobiology* (6)3: 341-351.
- Haynes, G. 1983a. Frequencies of spiral and green-bone fractures on ungulates limb bones in modern surface assemblages. *American Antiquity* 48(1): 102-114.
- Haynes, G. 1983b. A guide for differentiating mammalian carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones. *Paleobiology* 9(2): 164-172.
- Haynes, G. 1985a. On watering holes, mineral licks, death, and predation. In: J. I. Mean et D.J. Meltzer (Eds.). *Environments and extinctions: Man in late glacial North America*. Center for the study of early man, Orono, Maine: 53-71.
- Haynes, G., 1985b. Age profiles in elephant and mam- moth bone assemblages. *Quaternary Research* 24: 333 -345.
- Haynes, G. 1988. Longitudinal studies of african elephant death and bone deposits. *Journal of Archaeological Sciences* Vol. 15 (2): 131-157.
- Haynes, G. 1991. *Mammoths, Mastodonts, and Elephants: Biology, Behavior, and the Fossil Record*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Haynes, G., 2005. Las acumulaciones modernas de huesos de elefante como modelo para interpretar Ambrona y otras areas con fauna fosil a orillas del agua (Modern elephant-bone assemblages as models for interpreting Ambrona and other fossil waterside deathsites). In: Santonja, M., Pérez Gonzalez, A. (Eds.), *Los yacimientos paleoliticos de Ambrona y*

- Torralba (Soria), Zona Arqueológicas Numero 5. Museo Arqueológico Regional (Madrid), Alcala de Henares, pp. 154-174.
- Haynes, G., and Klimowicz, J. 2015. Recent elephant-carcass utilization as a basis for interpreting mammoth exploitation. *Quaternary International* 359-360: 19-37
- Head, M.J., and Gibbard, P.L. 2005. Early-Middle Pleistocene transitions: an overview and recommendation for the defining boundary. In: (eds), *Early-Middle Pleistocene Transitions: The Land-Ocean Evidence*. Geological Society, London, Special Publications 247: 1-18.
- Heddouche, A. 1980–81. Découverte d'une industrie à galets aménagés au Sahara nord-oriental. *Libyca*, Vol. 28-29 : 105-12.
- Herrscher, S. and Goude, G. 2015. Biogéochimie isotopique et anthropologique : reconstitution des modes de vie du passé. Message d'os. *Archéométrie du squelette animal et humain*, Edition des Archives Contemporaines: 259-275.
- Hesse, B., and Wapnish, P. 1985. *Animal Bone Archaeology: From Objectives to Analysis*. Manuals on Archaeology 5 Taraxacum, Washington, D. C.
- Hewlett, B.S., Fouts, H.N., Boyette, A.H., Hewlett, B.L., 2011. Social learning among Congo Basin hunter-gatherers.
- Hill, A.P. 1989a. Bone Modification by Modern Spotted Hyenas. In Bonnichsen, R., and Sorg, M.H. (ed.) *Bone Modification*. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans: 169-78.
- Hockett, B.S., and Bicho, N., 2000. The rabbits of Picareiro Cave: Small mammal hunting during the Late Upper Palaeolithic in the Portuguese Estremadura. *Journal of Archaeological Science* 27: 715-723.
- Holen, S.R. 2007. The age and taphonomy of mammoths at Lovewell Reservoir, Jewell County, Kansas, USA. *Quaternary International* 169-170 : 51-63.
- Hope-Simpson, R., and Lazenby, J.F. 1970. Notes from the Dodecannese, 2e partie, *Bulletin of the British School at Athens*, 65: 47-77.
- Horwitz, L.K., and Smith, P. 1988. The Effects of Striped Hyaena Activity on Human Remains. *Journal of Archaeological Science* 15: 471-81.
- Howell, F.C., Cole, G.H., Kleindienst, M.R., Szabo, B.J., Oakley, K.P. 1972. Uranium dating of bone from the Isimila Prehistoric site, Tanzania. *Nature* 237: 51-2.
- Howell, N., 1998. The Populations of the Dole Area !Kung, en: R.B. Lee, I. DeVore (Eds.), *Kalahari hunter-gatherers. Studies of the Kung San and their neighbors*, Harvard University Press, London: 137-15.
- Hublin, J.J. 1985. Human fossils from the North African Middle Pleistocene and the origin of *Homo sapiens*. In: E. Delson (ed), *Ancestors: The Hard Evidence*, New York, Alan. R. Riss : 283-88.
- Hublin, J.J. 1992. Le fémur humain pléistocène moyen de l'Ain Maarouf (El Hadjeb, Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Vol. 314, Series II: 975-80.

- Hublin, J.J., 2001. Northwestern Africa Middle Pleistocene hominids and their bearing on the emergence of *Homo sapiens*. In: Barham, L., Robson-Brown, K. (Eds.), *Human Roots. Africa and Asia in the Middle Pleistocene*. CHERUB. Western Academic and Specialist Press Ltd, Bristol: 99-121
- Hublin, J.J., 2009. The origin of Neandertals, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 16022-16027.
- Hugot, H. 1955. Un gisement à pebble tools à Aoulef. *Travaux de l'Institut de Recherche Saharienne*, Vol. 8 : 131-53.
- Huguet, R., Cáceres, I., Díez, J.C., Rosell, J., 1999. Estudio tafonómico y zooarqueológico de los restos óseos de macromamíferos de la unidad GII de Galería (Sierra de Atapuerca), en: E. Carbonell, A. Rosas, J.C. Díez (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleoeología del Yacimiento de Galería*, Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, Burgos: 245-264.
- Huguet, R., Díez Fernández-Lomana, J.C., Rosell, J., Cáceres, I., Moreno Lara, V., Ibáñez, N., Saladié, P., 2001. Le gisement de Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne): un modèle archéozoologique de gestion du territoire durant le Pléistocène. *L'Anthropologie* 105: 237-258.
- Huguet, R., 2007. Primeras ocupaciones humanas en la Península Ibérica: Paleoeconomía en la Sierra de Atapuerca (Burgos) y la Cuenca de Guadix-Baza (Granada) durante el Pleistoceno Inferior, Área de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili. Tesis doctoral.
- Huguet, R., Saladié, P., Cáceres, I., Díez, C., Rosell, J., Bennàsar, M., Blasco, R., Esteban-Nadal, M., García, M.J., Rodríguez-Hidalgo, A., Carbonell, E., 2013. Successful subsistence strategies of the first humans in south-western Europe. *Quaternary International* 295: 168-182.
- Huguet, R., Vallverdú, J., Rodríguez-Álvarez, X.P., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., Lombra-Hermida, A., Menéndez, L., Modesto-Mata, M., Van der Made, J., Soto, M., Blain, H.A., García, N., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Merino, G., Pérez-Martínez, R., Expósito, I., Allué, E., Rofes, J., Burjachs, F., Canals, A., Bennàsar, M., Nuñez-Lahuerta, C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2017. Level TE9c of Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Spain): A comprehensive approach. *Quaternary International* 433: 278–295.
- Isaac, G.L. 1971. The diet of early man: aspects of archaeological evidence from Lower and Middle Pleistocene sites in East Africa. *World Archaeology* 2: 278- 299.
- Isaac, G., 1976a. Early hominids in action: a commentary on the contribution of archaeology to understanding the fossil record in East Africa., *Yearbook of Physical Anthropology for 1975.*, DC:AAPA, Washington: 19-35.
- Isaac, G., 1976b. Stages of cultural elaboration in the pleistocene: possible archaeological indicators of the development of language capabilities, en: S.R. Harnad, S.R., Steklis, H.D., Lancaster, J. (Eds.), *Evolution of language and speech*, New York Academy of Science, New York: 275-288.
- Isaac, G.L. 1977. *Ologesailie Chicago* : University of Chicago Press.

-
- Isaac, G.L. 1978a. Food sharing and human evolution: archaeological evidence from the Plio-Pleistocene of East Africa. *Journal of Anthropological Research* 34: 311-325.
- Isaac, G.L. 1978b. The food-sharing behaviour of proto human hominids. *Scientific American* 238: 90-108.
- Isaac, G.L., and Crader, D.C. 1981. To what extent were early hominids carnivorous? An archaeological perspective”, in R. S. O. Harding, and G. Teleki (eds.), *Omnivorous primates: gathering and hunting in human evolution*, Columbia University Press, New York: 37-103.
- Isaac, G.L. 1983. *Early Stages In the Evolution of Human Behavior. The Adaptive Significance of Stone Tools. Sixtieth Kroon Lecture.* Amsterdam, Stichting, Nederlands Museum voor Anthropologie en Prehistorie.
- Isaac, G.L. 1997. Site-formation processes. 5.1. Introduction. In: G.L. Isaac and B. Isaac (eds.) *Koobi Fora research project. Vol. 5: Plio-Pleistocene archaeology.* Oxford University Press, New-York: 237–238.
- Jaeger, J.J. 1975. The mammalian faunas and hominid fossils of the Middle Pleistocene of the Maghreb. In: Butzer, K.W., and Isaac, G.L. (eds), *After the Australopithecines.* The Hague, Mountain : 399-418.
- Jaubert, J., Lorblanchet, M., Laville, H., Slott-Moller, R., Turq, A., Brugal, J.P., 1990. *Les chasseurs d'Aurochs de la Borde: un site du Paleolithique moyen- en (Livernon, Lot),* Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- Jaubert, J., Kervazo, B., Bahain, J. J., Brugal, J.P., Chalard, P., Falgueres, C., Jarry, M., Jeannet, M., Lemorini, C., Louchart, A., Maksud, F., Mourre, V., Quinif, Y., Thiebaut, C., 2005. La séquence Pléistocène moyen de Coudoulous I (Tour-de-Faure-Lot). Bilan pluridisciplinaire, en: N. Molines, M.H. Moncel, J.L. Monnier (Eds.), *Les premiers peuplements en Europe: Données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique ancien et moyen en Europe,* British Archaeological Report International Series, Rennes: 227-252.
- Jiménez Moreno, G. 2003. Análisis polínico de las secciones de Barranco León y Fuente Nueva de Orce (Granada). Primeros resultados. In Toro, I., Agustí, J., and Martínez-Navarro, B. (Eds.), *El Pleistoceno Inferior de Barranco León y Fuente Nueva 3,* Orce (Granada). *Memoria Científica campañas 1999-2002.* Junta de Andalucía, 17: 173-181.
- Johnson, E., 1983. A framework for interpretation in bone technology. In: LeMoine, G.M., MacEachern, A.S. (Eds.), *Carnivores, HumanScavengers and Predators: A Question of Bone Technology.* Archaeological Association, University of Calgary, Alberta: 55–93.
- Johnson, E. 1985. Current Developments in Bone Technology. In Schiffer, M. B. (ed.) *Advances in Archaeological Method and Theory.* New York, Academic Press 8: 157-235.
- Johnson, E., 1987. Cultural activities and interactions. In: Johnson, E. (Ed.), *Lubbock Lake. Late Quaternary Studies on the Southern High Plains,* Texas A&M University Press, College Station: 120–158.

- Johnson, E. 2007. Along the ice margin-The cultural taphonomy of Late Pleistocene mammoth in southeastern Wisconsin (USA). *Quaternary International* 169–170: 64–83.
- Jones, K.T., 1983. Forager Archaeology: The Aché of Eastern Paraguay, en: Lemoine, G.M., MacEachern, A.S. (Eds.), *Carnivores, human scavengers, and predators: a question of bone technology*, Archaeological Association, University of Calgary: 171-191.
- Jones, P.R. 1994. Results of experimental work in relation to the stone industries of Olduvai Gorge. *Olduvai Gorge Volume 5 Excavations in Beds III, IV and the Masek Beds (1968–71)* eds Leakey MD, Roe D (Cambridge Univ Press, Cambridge, United Kingdom): 254–298.
- Joulian, F., 1993. Chasse, charognage et hominisation, *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* : 7-4.
- Juana, S., Galán, A.B., Domínguez-Rodrigo, M. 2010. A taphonomic identification of cut marks made with lithic handaxes: an experimental study. *Journal of Archaeological Science* 37: 1841-1850.
- Julien, M.A., Rivals, F., Serangeli, J., Bocherens, H., Conard, N.J. 2015. A new approach for deciphering between single and multiple accumulation events using intra-tooth isotopic variations: Application to the Middle Pleistocene bone bed of Schöningen 13 II-4. *Journal of Human Evolution* 89: 114-128.
- Kahlke, R.D. 2000. The early Pleistocene (epivillafranchian) faunal site of Untermassfeld (Thuringia, central Germany) synthesis of new results. *ERAUL* 92: 123-138.
- Kaiser, T.M. 2000. Proposed fossil insect modification to fossil mammalian bone from Plio-Pleistocene Hominid-bearing deposits of Laetoli (Northern Tanzania). *Annals of the Entomological Society of America*: 693-700.
- Kaplan, H., Hill, K., Lancaster, J., Hurtado, A.M., 2000. A theory of human life history evolution: Diet, intelligence, and longevity, *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 9: 156-185.
- Karampatsou, T. 2017. New data on stratigraphy and formation processes from Pirro 13 site of Pirro Nord (Apulia, Italy). *Università degli Studi di Ferrara*.
- Kelly, R.L., 2013. *The lifeways of hunter-gatherers. The foraging spectrum*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paulo, Delhi, Mexico City.
- Kerbis-Peterhans, J.C. 1990. The role of porcupines, leopards and hyenas in ungulate carcass dispersal: implications for paleoanthropology. Ph.D. Thesis. University of Chicago.
- Kitanishi, K., 1996. Variability in the subsistence activities and distribution of food among different aged males of the Aka hunter-gatherers in Northeastern Congo. *African Study Monographs* 17: 35-57.
- Klein, R.G. 1975. Paleontological implications of the Neolithic bone assemblage from Swartklip I, South-Western Cape Province. *South Africa Quaternary Research* 5: 275-288.

-
- Klein, R.G., 1978. Stone age predation on large African bovids. *Journal of Archaeological Science* 5: 195-217.
- Klein, R.G., 1982. Age (mortality) profiles as a means of distinguishing hunted species from scavenged ones in Stone Age archaeological sites. *Paleobiology* 8: 151-158.
- Klein, R.G., and Cruz-Uribe, K. 1984. *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*. Chicago
- Klein, R.G., and Cruz-Uribe, K., 1996. Exploitation of large bovids and seals at Middle and Later Stone Age sites in South Africa. *Journal of Human Evolution* 31: 315-334.
- Klein, R.G. 1999. *The Human Career: Human Biological and Cultural Origins*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Klein, R.G. 2000. The Earlier Stone Age of southern Africa. *South African Archaeological Bulletin* 55: 107-22.
- Kohn, M.J. 1996. Predicting animal ~180. Accounting for diet and physiological adaptation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Vol. 60 (23): 4811-4829.
- Korth, W. W. 1979. Taphonomy of Microvertebrate Fossil Assemblages. *Ann. Carnegie, Mus.* 48: 235-285.
- Kos, A.M., 2003a. Characterisation of post-depositional taphonomic processes in the accumulation of mammals in a pitfall cave deposit from southeastern Australia. *Journal of Archaeological Science* 30: 781-796.
- Kotsakis, T., and Masini, F. 1989: Late Turolian bats from Brisighella (Northern Italy). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 28: 281-285.
- Kreutzer, L.A. 1992. Bison and deer bone mineral densities: comparisons and implications for the interpretation of archaeological faunas. *Journal of archaeological Science* 19: 271-294.
- Kruuk, H. 1972. *The spotted hyena. A study of predation and social behavior*, Chicago University press, Chicago: 335.
- Kuhn, B.F. 2006. *The collecting behaviour and taphonomic signatures of hyaenids*. Phd University of Pretoria: 361.
- Kuhn, B.F., Berger, L.R., Skinner, J.D. 2010. Examining criteria for identifying and differentiating fossil faunal assemblages accumulated by hyenas and hominins using extant hyenid accumulations. *International Journal of Osteoarchaeology* 20: 15-35.
- Kuman, K. 2007. The Earlier Stone Age in South Africa: site context and the influence of cave studies. In: T.R. Pickering, K. Schick and N. Toth (eds.) *Breathing Life into Fossils: Taphonomic Studies in Honor of C.K. (Bob) Brain*. Bloomington, Indiana, Stone Age Institute Press: 181–198.
- Laudet, F., Antoine, P.O. 2004. Des chambres de pupations de Dermestidae (Insecta : Coleoptera) sur un os de mammifère tertiaire (phosphorites du Quercy) : implications taphonomiques et paléoenvironnementales. *Geobios* 37: 376–381.
- Lavocat, R. 1966. *Faunes et flores préhistoriques de l'Europe Occidentale*. Boubee, Paris.

- Le Gros Clark, W.E., 1964. The fossil evidence for human evolution: an introduction to the study of palaeoanthropology, 2nd ed. University of Chicago Press, Chicago, 201.
- Leakey, L.S.B., Tobias, P.V., Napier, J.R. 1964. A new species of the genus *Homo* from Olduvai Gorge. *Nature* 202: 7-9.
- Leakey, M.D. 1971. Olduvai Gorge. Vol.3. Excavations in Beds I and II, 1960-1963. Cambridge, Uk, Cambridge University Press.
- Leakey, M.D. 1975. Cultural patterns in the Olduvai sequences. In: K.W. Butzer and G.L. Isaac (eds), *After the Australopithecines*. The Hague, Mouton: 477-93
- Leakey, M.D., and Walker, A. 1985. Early *Homo erectus* skeleton from west Lake Turkana, Keny. *Nature*, 316: 788-792.
- Leakey, M., and Roe, D.A. (eds). 1994. Olduvai Gorge. Vol. 5. Excavations in Beds III, IV, and the Masek Beds 1968–1971. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Lee, R.B., and Daly, R.H. 1999. *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers*, Cambridge University Press, New York
- Lepre, C.J., Roche, H., Kent, D.V., Harmand, S., Quinn, R.L., Brugal, J.P., Texier, J.P., Arnaud, Lenoble, A., Feibel, C.S. 2011. An early origin for Acheulean. *Nature* 447: 82-5.
- Leroy, S.A.G., Arpe, K., Mikolajewicz, U. 2011. Vegetation context and climatic limits of the Early Eleistocene hominin dispersal in Europe. *Quaternary Science Reviews* 30, 1448–1463.
- Lewis, M.E., 1997. Carnivoran paleoguilds of Africa: implications for hominid food procurement strategies. *Journal of Human Evolution* 32: 257-288.
- Liebenberg, L., 2006. Persistence hunting by modern hunter-gatherers. *Current Anthropology* 47: 1017- 1026.
- Linder, K. 1950. *La chasse préhistorique*. Payot (Ed.), Paris, 480.
- Lippi, P., Masini, F., Maul, L.C., Abbazzi, L., 1998. Evolutionary changes of enamel differentiation in Pleistocene Mediterranean and Middle European populations of *Microtus* (Rodentia, Arvicolidae). *Paludicola* 2: 50–61
- Llorente, M., Riba, D., Mosquera, M., Ventura, M., Feliu, O., 2012. Hunting activity among naturalistically housed chimpanzees (*Pan troglodytes*) at the Fundació Mona (Girona, Spain). Predation, occasional consumption and strategies in rehabilitated animals. *Animals* 3: 363-376.
- Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., 2008. Taphonomic study of leporid remains accumulated by Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*). *Geobios* 41 (1): 91-100.
- Lombard, M., Phillipson, L., 2010. Indications of bow and stone-tipped arrow use 64000 years ago in Kwa-Zulu-Natal, South Africa. *Antiquity* 84: 635-648.
- Lona, F., and Bertoldi, R., 1973. La storia del Plio-Pleistocene italiano in alcune sequenze v vegetazionali lacustri emarine. *Memorie Accademia Nazionale Lincei* 8,11 (3): 1–35.
- Lopez-García, J.M., Luzi, E., Berto, C., Peretto, C., Arzarello, M., 2015. Chronological context of the first hominin occurrence in southern Europe: The *Allophaiomys ruffoi* (Arvicolinae,

- Rodentia, Mammalia) from Pirro 13 (Pirro Nord, Apulia, southwestern Italy). *Quaternary Science Reviews* 107 : 260–266.
- López-González, F., Grandal-d'Anglade, A., Vidal-Roman, J.R. 2006. Deciphering bone depositional sequences in caves through the study of manganese coatings. *Journal of Archaeological Science* 33: 707-717.
- Lordkipanidze, D., Ponce de León, M.S., Margvelashvili, A., Rak, Y., Rightmire, G.P., Vekua, A., Zollikofer, C.P.E. 2013. A Complete Skull from Dmanisi, Georgia, and the Evolutionary Biology of Early Homo. *Science* Vol. 342: 326-331.
- Loveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J. 2008. Taphonomic analysis of leporid remains obtained from modern Iberian lynx (*Lynx pardinus*) scats. *Journal of Archaeological Science* 35: 1-13.
- Lozano-Fernández, I., Banúls-Cardona, S., Blain, H.A., López-García, J.M., Vallverdú, J., Agustí, J., Cuenca-Bescós, G. 2014. Biochronological data inferred from the Early Pleistocene small mammals of the Barranc de la Boella site (Tarragona, north-eastern Spain). *Journal of Quaternary Science*. Issn 0267-8179. Doi: 10.1002/jqs.2744.
- Lupo, K. D. 1998. Experimentally derived extraction rates for marrow: implications for body part exploitation strategies of Plio-Pleistocene hominid scavengers. *Journal of Archaeological Science* 25: 657- 675.
- Lupo, K.D., 2001. Archaeological skeletal part profiles and differential transport: An ethnoarchaeological example from Hadza bone assemblages. *Journal of Anthropological Archaeology* 20: 361-378.
- Lupo, K.D., and O'Connell, J.F., 2002a. Cut and tooth Marks distributions on large animal bones: Ethnoarchaeological data from the Hadza and their implications for current ideas about early human carnivory. *Journal of Archaeological Science* 29: 85-109.
- Lupo, K.D., and Schmitt, D., 2002b. Upper Paleolithic net hunting, small mammal procurement and women's work effort: a view from the ethnographic and ethnoarchaeological record of the Congo Basin. *Journal of Archaeological Method and Theory* 9: 147-180.
- Lupo, K.D., and Schmitt, D.N., 2005. Small prey hunting technology and zooarchaeological measures of taxonomic diversity and abundance: ethnoarchaeological evidence from Central African forest foragers. *Journal of Anthropological Archaeology* 24: 335-353.
- Lyman, R. L. 1987a. Archaeofaunas and butchery studies: a taphonomic perspective. In: *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 10 (edited by M.B. Schiffer). New York: Academic Press: 249-337.
- Lyman, R.L. 1992. Anatomical considerations of utility curves in Zooarchaeology. *Journal of Archaeological Science* 19 (1): 7-22.
- Lyman, R.L., 1994. *Vertebrate taphonomy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lyman, R. L., and G. L. Fox. 1997. A Critical Evaluation of Bone Weathering Data as an Indication of Bone Assemblage Formation. In *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*: 223-247. Boca Raton, FL: CRC Press.

- Lyman, R.L. 2004. The Concept of Equifinality in Taphonomy. *Journal of Taphonomy* 2 (1): 15-26.
- MacDonald, K., 2007. Cross-cultural Comparison of learning in human hunting. implications for life history evolution. *Hum Nat* 18: 386-402.
- Madsen, B., and Goren-Inbar, N., 2004. Acheulian giant core technology and beyond: an archaeological and experimental case study. *Eurasian Prehistory* 2: 3–52.
- Madurell-Malapeira, J., Alba, D. M. Moyà-Solà, S. 2009. Carnivora from the late Early Pleistocene of Cal Guardiola (Terrassa, Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *Journal Paleontology*, 83(6): 969–974.
- Madurell-Malapeira, J., Alba, D.M., Espigares, M.P., Vinuesa, V., Palmqvist, P., Martínez-Navarro, B., Moyá-Solá, S. 2017. Were large carnivorans and great climatic shifts limiting factors for hominin dispersals? Evidence of the activity of *Pachycrocuta brevirostris* during the Mid-Pleistocene Revolution in the Vallparadís Section (Vallès-Penedès Basin, Iberian Peninsula). *Quaternary International* 431: 42-52.
- Magri, D., Di Rita, F., Palombo, M.R. 2010. An Early Pleistocene interglacial record from an intermontane basin of central Italy (Scoppito, L'Aquila). *Quaternary International* 225: 106-113.
- Maguire, J. M., Pemberton, D., Collett, M. H. 1980. The Makapansgat Limeworks grey breccia: Hominids, hyaenas, hystricids or hillwash? *Paleontologia Africana*. 23 : 75-98.
- Manzi, G., Magri, D., Palombo, M.R. 2001. Early Middle Pleistocene environmental changes and human evolution in the Italian peninsula. *Quaternary Science Reviews* 30: 1420-1438
- Marçais, J. 1934. Découverte de restes humains fossiles dans les grès quaternaires de Rabat (Maroc). *L'Anthropologie* Vol. 44 : 579-83.
- Marcel Otte, 2012. L'extension Africaine en Europe Méridionale: Le Solutrén. *Prehistoria y Arqueología*, t. 5: 99-117.
- Marcolini, F., Masini, F., Argenti, P., 2013. The rodents of the Pirro Nord fauna (Foggia, Southern Italy). *Palaeontogr. Abt. A Palaeozoology - Stratigr.* 298, 73–85.
- Marean, C.W. 1989. Sabertooth cats and their relevance for early hominid diet and evolution. *Journal of Human Evolution* 18: 559-582.
- Marean, C.W., Ehrhart, C.L., Mudida, N. 1990. Late Quaternary mammalian fauna in eastern Africa: Its relevance for environmental change and faunal extinctions. Paper Presented at the Sixth International Conference of the International Council For Archaeozoology, Washington, DC, May.
- Marean, C.W., and Spencer, M.A., 1991. Impact of carnivore ravaging on zooarchaeological measures of element abundance. *American Antiquity* 56: 645-658.
- Marean, C.W., Spencer, L.M., Blumenschine, R.J., Capaldo, S.D., 1992. Captive hyaena bone choice and destruction, the schlepp effect and Olduvai archaeofaunas. *Journal of Archaeological Science* 19: 101-121
- Marean, C.W., and C. Ehrhardt 1995 Paleoanthropological and paleoecological implications of the taphonomy of a sabertooth's den. *Journal of Human Evolution* 29: 515–547.

-
- Marean, C.W., Frey, C.J. 1997. Animal bones from caves to cities: Reverse utility curves as methodological artifacts. *American Antiquity* 62: 698-716.
- Marean, C.W., Kim, S.Y., 1998a. Mousterian large-mammal remains from Kobeh Cave: behavioral implications for neanderthals and early modern humans. *Current Anthropology* 39, S79-S113
- Marean C.W. 1998b. A critique of the evidence for scavenging by Neandertals and early modern human : new data from Kobeh Cave (Zagros Mountains, Iran) and Die Kelders Cave 1 Layer 10 (South Africa). *Journal of Human Evolution* 35: 111-136.
- Marean, C.W., Abe, Y., Frey, C.J., Randall, R.C., 2000. Zooarchaeological and taphonomic analysis of the Die Kelders Cave 1 Layers 10 and 11 Middle Stone Age larger mammal fauna. *Journal of Human Evolution* 38: 197-233.
- Marean, C.W. and Clerghorn, N. 2003. Large mammal skeletal element transport: Applying foraging theory in a complex taphonomic system. *Journal of Taphonomy* 1, 15-42.
- Marín-Arroyo, A.B. 2013. Palaeolithic Human Sub- sistence in Mount Carmel (Israel). A taphonomic assessment of Middle and Early Upper Palaeolithic faunal remains from Tabun, Skhul and elWad, *International Journal of Osteoarchaeology* 23: 254-273.
- Marín-Arroyo, A.B and Moreno-García, M. 2014. Taphonomy and archaeozoological research: Recent approaches. *Quaternary International* 330: 1-2
- Marks, S. 1976. Large mammals and a brave people: subsistence hunters in Zambia, University of Wash- ington Press, Seattle.
- Marlowe, F.W. 2010. The Hadza hunter-gatheres of Tanzania, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.
- Márquez, B., Ollé, A., Sala, R., Vergés, J.M., 2001. Perspectives méthodologiques de l'analyse fonctionnelle des ensembles lithiques du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos Espagne). *L'Anthropologie* 105: 281-299.
- Martin, L., West, D.L. 1995. The recognition and use of dermestid (Insecta, Coleoptera) pupation chambers in paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 113, pp. 303-310.
- Martínez, K., Garcia, J., Carbonell, E., Agustí, J., Bahain, J.J., Blain, H.A., Burjachs, F., Cáceres, I., Duval, M., Falguères, C., Gómez, M., Huguet, R. 2010. A new Lower Pleistocene archeological site in Europe (Vallparadís, Barcelona, Spain). *PNAS*. Early Edition, 1-6.
- Martínez-Navarro, B. 1991. Revisión Sistemática y Estudio Cuantitativo de la Fauna de Macromamíferos de Venta Micena (Orce, Granada). Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 264. Inédita.
- Martínez-Navarro, B., and Palmqvist, P. 1995. Presence of the African Machairodont *Megantereon whitei* (Broom, 1937) (Felidae, Carnivora, Mammalia) in the Lower Pleistocene site of Venta Micena (Orce, Granada, Spain), with some considerations on the origin, evolution and dispersal of the genus. *Journal of Archaeological Science* 22: 569-582.

- Martínez-Navarro, B. and Palmqvist, P. 1996. Presence of the African saber-toothed felid *Megantereon whitei* (Broom, 1937) (Mammalia, Carnivora, Machairodontinae) in Apollonia-1 (Migdonia Basin, Macedonia, Greece). *Journal of Archeological Science* 23: 869-872.
- Martínez-Moreno, J. 1998. El modo de vida Neandertal: Una reflexión en Torno a la ambigüedad en la interpretación de la subsistencia durante el Paleolítico Medio Cantábrico. Tesis Doctoral, inédita. U.A.B.
- Martínez-Navarro, B., Turq, A., Ballester, J.A., Oms, O., 1997. Fuente Nueva-3 (Orce, Granada, Spain) and the first human occupation of Europe. *Journal of Human Evolution* 33: 611-620.
- Martínez-Navarro, B., and Rook, L. 2003. Gradual evolution in the African hunting dog lineage. Systematic implications. *C. R. Palevol*, 2: 695–702.
- Martínez-Navarro, B. 2004. Hippos, pigs, bovids, sabertoothed tigers, monkeys and hominids dispersals during late Pliocene and early Pleistocene times through the levantine corridor. En Goren-Inbar, N., Speth, J.D. (Eds.), *Human Paleoeology in the Levantine Corridor*, Oxbow Books: 37-51.
- Martín-Torres, M., Bermúdez de Castro, J.M., Goómez-Robles, A., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Lordkipanidze, D., Manzi, G., Margvelashvili, A. 2007, Dental evidence on the hominin dispersals during the Pleistocene, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 104: 13 279-13 282.
- Martos, J.A., 1998. Elefantes e intervención humana en los yacimientos del Pleistoceno Inferior y Medio de África y Europa. *Trabajos de Prehistoria* 55: 19-38.
- Masini, F., 1989. I bovini villafranchiani in Italia. Ph. D. Thesis in Palaeontology, Modena.
- Masini, F., and Santini, G., 1991. *Microtus* (Allophaiomys) (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia) from Cava Pirro (Apricena, Gargano) and other Italian localities. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 30: 355-380.
- Masini, F., and Sala, B. 2007. Large and small mammal distribution patterns and chronostratigraphic boundaries from the Late Pliocene to the Middle Pleistocene of the Italian peninsula. *Quaternary International* 160: 43–56.
- Maslin, M.A., Brierley, C.M., Milner, A.M., Shultz, S., Trauth, M.H., Wilson, K.E. 2014. East African climate pulses and early human evolution. *Quaternary Science Reviews* 101: 1-17.
- Maté-González, M.A., Palomeque-González, J.F., Yravedra, J., González-Aguilera, D., Domínguez-Rodrigo, M. 2016. Micro-photogrammetric and morphometric differentiation of cut marks on bones using metal knives, quartzite, and flint flakes. *Archaeological and Anthropological Sciences*. DOI 10.1007/s12520-016-0401-5.
- Mazza P., and Rustioni M., 1992. Morphometric revision of the Eurasian species *Ursus etruscus* Cuvier. *Palaeontographia Italica* 79: 101-146.
- Mazza P., Fortelius M., Sala, B. 1993. A small latest Villafranchian (late Early Pleistocene) rhinoceros of Pietrafitta (Perugia, Umbria, Central Italy), with notes on the Pirro and Westeroven rhinoceros. *Palaeontographia Italica* 80: 25-50.

-
- Mazza, P., Bertini, A., Magi, M., 2004. The Late Pliocene site of Poggio Rosso (Central Italy): taphonomy and palaeoenvironment. *Palaios* 19: 227–248
- McBrearty, S., and Brooks, A.S. 2000 .The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behaviour. *Journal of Human Evolution* 39: 453–563
- McCarthy, F.D., 1957. *Australian Aborigines: Their life and culture*, Colorgravure Publications, Melbourne.
- McPherron, S.P. (2000). Handaxes as a measure of the mental capacities of early hominids. *Journal of Archaeological Science* 27: 655-663.
- Mech, L.D. 1970. *The Wolf: The Ecology and Behavior of an Endangered Species*. University of Minnesota Press, Minneapolis
- Melamed, Y., 2003. Reconstruction of the Hula Valley vegetation and the hominid vegetarian diet by the Lower Palaeolithic botanical remains from Gesher Benot Ya'aqov. PhD. Dissertation, Bar-Ilan University.
- Mellars, P.A., 1996. *The Neandertal legacy*, Princeton.
- Mellars, P.A., 2004. Reindeer specialization in the early Upper Palaeolithic: the evidence from south west France. *Journal of Archaeological Science* 31: 613-617.
- Meltzer, D., 2006. *New archaeological investigations of a classic paleoindian bison kill*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.
- Metcalfi, D., Jones, K.J. 1988. A reconsideration of animal body-part utility indices. *American Antiquity* 53(3): 486-504.
- Mgeladze, A., Lordkipanidze, D., Moncel, M.H., Desprée, J., Chagelishvili, R., Nioradze, M., Nioradze, G. 2011. Hominin occupations at the Dmanisi site, Georgia, Southern Caucasus: Raw materials and technical behaviours of Europe's first hominins. *Journal of Human Evolution* 60: 571-596.
- Michel, V., Shen, C.C., Woodhead, J., Hu, H.M., Wu, C.C., Moullé, P.E., Khatib, S., Cauche, D., Moncel, M.H., Valensi, P., Chou, Y.M., Gallet, S., Echassoux, A., Orange, F., de Lumley, H. 2017. New dating evidence of the early presence of hominins in Southern Europe. *Scientific Reports*. 7-10074: 1-8.
- Minelli, A., Pretto, C., Terzani, C. 2006. Preistoria in Molise. Gli insediamenti del territorio di Isernia. *Preistoria*. Vol. 33: 17-26.
- Moigne, A.M. 1983. Taphonomie des faunes quaternaires de la Caune de l'Arago, Tautavel, Thèse de 3e Cycle, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris 6 : 344 p.
- Monahan, C. M. 1996. New zooarchaeological data from Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania: implications for hominid behavior in the Early Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, 31: 93–128.
- Monahan, C.M., 1998. The Hadza carcass transport debate revisited and its archaeological implications, *Journal of Archaeological Science* 25, 405-424.
- Moncel, M.H., Moigne, A.M., Combier, J., 2012a. Towards the Middle Palaeolithic in Western Europe: The case of Orgnac 3 (southeastern France). *Journal of Human Evolution* 63: 653-666.

- Monchot, H. 2005. Un assemblage original au Paléolithique moyen: le repaire à hyènes, porcs-épics et hominidés de la grotte Geula (Mont Carmel, Israël). *Paléorient* Vol. 31 (2): 27-42.
- Monnier, G.F., and Bischoff, E. 2014. Size matters. An evaluation of descriptive and metric criteria for identifying cut marks made by unmodified rocks during butchery. *Journal of Archaeological Sciences* 50: 305-317
- Morin, E. 2007. Fat composition and Nunamiut decision-making: a new look at the marrow and bone grease indices. *Journal of Archaeological Science* 34: 69-82
- Morin, E., and Ready, E. 2013. Foraging Goals and Transport Decisions in Western Europe during the Paleolithic and Early Holocene. In: Jamie L. Clark and John D. Speth (eds.), *Zooarchaeology and Modern Human Origins: Human Hunting Behavior during the Later Pleistocene, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*: 227-269
- Morlan, R.E. 1980. Taphonomy and archaeology in the Upper Pleistocene of the northern Yukon Territory: a glimpse of the peopling of the New World. 94 Mercury Series. Ottawa.
- Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., 2013. From Atapuerca to Europe: tracing the earliest peopling of Europe. *Quaternary International* 295 : 130-137.
- Mosquera, M., Saladié, P., Ollé, A., Cáceres, I., Huguet, R., Villalaín, J.J., Carrancho, A., Bourlès, D., Braucher, R., Vallverdú, J. 2015. Barranc de la Boella (Catalonia, Spain): an Acheulean elephant butchering site from the European late Early Pleistocene. *Journal of Quaternary Science* 30(7): 651–666
- Mosquera, M., Ollé, A., Saladié, P., Cáceres, I., Huguet, R., Rosas, A., Villalaín, J., Carrancho, A., Bourlès, D., Braucher, R., Pineda, A., Vallverdú, J. 2016. The Early Acheulean technology of Barranc de la Boella (Catalonia, Spain). *Quaternary International* 393: 95-111.
- Moullé, P.E. 1992. Les grands mammifères du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes). Etude paléontologique des Carnivores, Equidé, Suidé et Bovidés. Thèse de Doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) : 365.
- Muñoz A.S. 1996. Análisis de marcas naturales in arqueofaunas de los sitios Bloque Errático 1 y Maria Luisa A3. In Gómez Otiro, J. (ed.), *Arqueologia, Solo Patagonia* (Puerto Madryn, CENPAT, CONICET): 271-8.
- Mussi, M., 2005. Hombres y elefantes en las latitudes medias: una larga convivencia, en: M. Santonja, A. Pérez-González (Eds.), *Los yacimientos paleolíticos de Ambrona y Torralba*, Museo Arqueológico Regional, Madrid: 396-417.
- Mussi, M., and Villa, P. 2008. Single carcass of *Mammuthus primigenius* with lithic artifacts in the Upper Pleistocene of northern Italy. *Journal of Archaeological Science* 35: 2606-2613.
- Napoleone, G., Albanelli, A., Azzaroli, A., Bertini, A., Magi, M., Mazzini, M., 2003. Calibration of the Upper Valdarno basin to the Plio-Pleistocene for correlating the Apennine continental sequences. *Il Quaternario* 16: 131–166.
- Neuville, R. and Rhulman, A. 1941. La place du paléolithique ancien dans le Quaternaire marocain. Casablanca, Institut des Hautes Etudes Marocaines.

-
- Nilssen, P.J. 2000. An Actualistic Butchery Study in South Africa and its Implications for Reconstructing Hominid Strategies of Carcass Acquisition and Butchery in the Upper Pleistocene and Plio-Pleistocene. Vol. 1. University of Cape Town. Doctoral Thesis.
- Nocairi, M. 2000. Paléolithique inférieur du bassin côtier de Tarfaya (SW du Maroc). Analyse techno-typologique. Oxford, UK, John and Erica Hedges/Archaeopress. (British Archaeological Reports Series 873).
- Noe-Nygaard, N. 1977. Butchering and marrow fracturing as a taphonomic factor in archaeological deposits. *Palaeobiology* 3: 218-237.
- Noe-Nygaard, N. 1989. Man-made trace fossils on bones. *Journal of Human Evolution* 4: 461-491
- Novacosky, B.J., and Popkin, P.R.W. 2005 - Canidae volume bone mineral density values: an application to sites in western Canada. *Journal of Archaeological Science* 32: 1677-1690
- O'Brien, E.M. 1981. The projectile capabilities of an Acheulian handaxe from Olorgesailie. *Current Anthropology*, 22: 76-79.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., Blurton-Jones, N. 1988a. Hadza scavenging: implications for Plio/Pleistocene hominid subsistence. *Current Anthropology*, 29(2): 356-363.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., and Blurton-Jones, N. 1988b. Hadza hunting, butchering, and bone transport and their archaeological implications. *Journal of Anthropological Research* 44: 113-161.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., Blurton Jones, N.G., 1988c. Hadza scavenging: implication for Plio-Pleistocene hominid subsistence. *Current Anthropology* 29: 356-363.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., Blurton-Jones, N. 1990. Reanalysis of large mammal body part transport among the Hadza. *Journal of Archaeological Science* 17: 301-316.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., Blurton-Jones, N.G., 1992. Patterns in the distribution, site structure and assemblage composition of Hadza kill-butcher sites. *Journal of Archaeological Science* 19: 319-345.
- O'Connell, J.F., Bougis, P.E., Wuthrich, K. 1993. Determination of the nuclear-magnetic-resonance solution structure of cardiotoxin CTX IIB from *Naja mossambica mossambica* John. *Eur. J. Biochem* 213: 891-900.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., Blurton Jones, N.G. 1999. "Grandmothering and the evolution of *Homo erectus*." *Journal of Human Evolution* 36: 461-485.
- O'Connell, J.F., Hawkes, K., Lupo, K.D., Blurton-Jones, N.G., 2002. Male strategies and Plio-Pleistocene archaeology. *Journal of Human Evolution* 43: 831-872.
- Olive, F., 2005, Évolution des grands Carnivores pliocènes et pléistocènes de l'ancien monde. Systématique, biochronologie, paléobiogéographie et paléoécologie. Thèse de doctorat, MNHN, Paris.
- Olive, F. 2006. Évolution des grands Carnivores au Plio Pléistocène en Afrique et en Europe occidentale. *L'anthropologie* 110: 850-869.
- Oliver, J.S., 1989. Analogues and site context: Bone damage from Shield Trap cave (24CB91), carbon county, Montana, U.S.A., en: R. Bonnichsen, M.H. Sorg (Eds.), Bone modification, University of Maine Center for the Study of the First Americans, Orono: 73-98.

- Oliver, J.S. 1993. Carcass processing by the Hadza: bone breakage from butchery to consumption. From bones to behavior. J. Hudson (Ed.). Illinois, Southern Illinois University at Carbondale. Occasional Paper N° 21: 200-227.
- Oliver, J.S. 1994. Estimates of hominid and carnivore involvement in the FLK Zinjanthropus fossil assemblage: Some sociological implications. *Journal of Human Evolution* 27: 267–294.
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., de Lombera-Hermida, A., García-Antón, M.D., García-Medrano, P., Peña, L., Menéndez, L., Navazo, M., Terradillos, M., Bargalló, A., Márquez, B., Sala, R., Carbonell, E., 2013. The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International* 295: 138-167.
- Olsen, S.L. and Shipman, P. 1988. Surface modification on bone: trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science* 15: 535-553.
- Olsen, S.L., 1989. Solutré: A theoretical approach to the reconstruction of Upper Palaeolithic hunting strategies. *Journal of Human Evolution* 18, 295-327.
- Oms, O., Parés, J.M., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Toro, I., Martínez-Fernández, G., Turq, A. 2000. Early human occupation of Western Europe: Paleomagnetic dates for two paleolithic sites in Spain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*: 97.
- Orloff, L.M., Marean, C.W. 1990. Taphonomic Implications of Bone Choice and Destruction by Captive Spotted Hyenas. Annual Meeting of the Society of Vertebrate Paleontology, Lawrence, Kansas.
- Otárola-Castillo, E., Torquato, M.G., Hawkins, H.C., James, E., Harris, J.A., Marean, C.W., McPherron, S.P., Thompson, J.C. 2018. Differentiating between cutting actions on bone using 3D geometric morphometrics and Bayesian analyses with implications to human evolution. *Journal of Archaeological Science* Vol. 89 : 56-67.
- Otte, M. 2013. L'extension africaine en Europe Méridionale : Le Solutréen. *Espacio, Tiempo y Forma Serie I, Nueva época Prehistoria y Arqueología*, t. 5, 2012: 99-117.
- Oussedik, O. 1972. Les bifaces Acheuléens de l'Erg Tihodaine (Sahara Central Algérien). *Analyse typométrique. Libyca*, Vol. 20: 153-61.
- Outram, A., and Rowley-Conwy, P. 1998. Meat and Marrow Utility Indices for Horse (*Equus*). *Journal of Archaeological Science* 25: 839-849.
- Pales, L. and Lambert, P. 1970. Atlas d'Osteologie. Les membres. Editions du CNRS, I. Paris.
- Pales, L. and Lambert, C. 1971. Atlas ostéologique des mammifères. I. Membres (2 fascicules: Herbivores et Carnivores). CNRS, Paris.
- Pales, L. and García, M. A. 1981a. Atlas ostéologique des mammifères. II. (2 fascicules: Carnivores et Homme, Herbivores). CNRS, Paris.
- Pales, L. and Lambert, P. 1981b. Atlas d'Osteologie. Crânes. Editions du CNRS, II. Paris.
- Pallary, P. 1905. Matériaux pour servir à l'étude du Préhistorique en Tunisie. *Bulletin de la Société Archeologique de Sousse* 6: 261-263.
- Palmer, S., and Whybrow, A. 2005. The proposal to establish a special group in coaching psychology. *The Coaching Psychologist* 1: 5–11.

-
- Palmqvist, P. and Arribas, A. 2001. Taphonomic decoding of the paleobiological information locked in a lower Pleistocene assemblage of large mammals. *Palaeobiology* 27(3): 512-530.
- Palmqvist, P., Martínez-Navarro, B., Toro, I., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S., Torregrosa, V., Pérez-Claros, J.A. 2005. A re-evaluation of the evidence of human presence during Early Pleistocene times in southeastern Spain. *L'anthropologie* 109: 411-450.
- Palombo, M.R. 2017. Discrete dispersal bioevents of large mammals in Southern Europe in the post-Olduvai Early Pleistocene: A critical overview. *Quaternary International* 431: 3-19.
- Pante, M.C., Blumenshine, R.J., Capaldo, S.D., Scott, R.S., 2012. Validation of bone surface modification models for inferring hominin and carnivore feeding interactions, with reapplication to FLK 22, Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Human Evolution* 63: 395-407.
- Parés, J.M., Pérez-Gonzalez, A., Rosas, A., Benito, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. & Huguet, R. 2006. Matuyama-age lithic tools from the Sima del Elefante site, Atapuerca (northern Spain). *Journal of Human Evolution* 50: 163-169.
- Parés J. M., Sahnouni M., Van der Made J., Pérez-González A., Harichane Z., Derradji A., Medig M., 2014. Early human settlements in Northern Africa: Paleomagnetic evidence from the Ain Hanech Formation (northeastern Algeria). *Quaternary Science Reviews* 99: 203-209.
- Parfitt, S.A., Barendregt, R.W., Breda, M., Candy, I., Collins, M.J., Coope, G.R., Durbidge, P., Field, M.H., Lee, J.R., Lister, A.M., Mutch, R., Penkman, K.E.H., Preece, R.C., Rose, J., Stringer, C.B., Symmons, R., Whittaker, J.E., Wymer, J.J., Stuart, A.J., 2005. The earliest record of human activity in northern Europe. *Nature* 438: 1008-1012.
- Parfitt, S.A., Ashton, N.M., Lewis, S.G., Abel, R.L., Coope, G.R., Field, M.H., Gale, R., Hoare, P.G., Lar- kin, N.R., Lewis, M.D., Karloukovski, V., Maher, B.A., Peglar, S.M., Preece, R.C., Whittaker, J.E., Stringer, C.B., 2010. Early Pleistocene human occupation at the edge of the boreal zone in northwest Europe. *Nature* 466: 229-233.
- Pavia M., Zunino M., Cotorti M., Angelone C., Arzarello., Bagnus C., Bellucci L., Colombero S., Marcolini F., Peretto C., Petronio C., Petrucci M., Pieruccini P., Sardella R., Tema E., Villier B. and Pavia G., 2012. Stratigraphical and paleontological data from the Early Pleistocene Pirro 10 site of Pirro Nord (Puglia, south-eastern Italy). *Quaternary International* 267: 40-55.
- Pavia, G., Bertok, C., Ciampo, G., di Donato, V., Martire, L., Masini, F., Santangelo, N., Taddei Ruggiero, E., Zunino, M., 2010. Tectono-sedimentary evolution of the Pliocene to Lower Pleistocene succession of the Apricena-Lesina-Poggio Imperiale quarrying district (western Gargano, southern Italy). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 129 : 132-155.
- Pei, W.C. 1938. Le rôle des animaux et des causes naturelles dans la cassure des os. *Paleontologica Sinica, New Series, D, 7: 1-66.*
- Peretto, C., Anconetani, P., Crovetto, C., Evangelista, L., Ferrari, M., Giusberti, G., Thun Hohenstein, U., Vianello, F. 1996. Approccio Sperimentale alla Comprensione delle Attività di Sussistenza Condotte nel Sito di Isernia La Pineta (Molise-Italia). La Fratturazione Intenzionale. In Peretto, C. (ed.) *I Reperti Paleontologici del Ciacimento Paleolitico di Isernia La Pineta*. Isernia, Cosmo Iannone Editore: 187-452.

- Peretto, P., Despriée, J., Gageonnet, R., Voinchet, P., Bahain, J.J., Faóguères, C., Varache, F., Courcimaúót, G., Dolo, J.-M., 1998. Technological Change and Population Growth. *J. Econ. Growth* 3: 283–311.
- Peretto, C., 2005. The first peopling of Southern Europe: the Italian case. *Palevol* 5.
- Pérez-Hidalgo, T., and Trinidad, J. 2007. Hominid exploitation of the environment and cave bear populations: the case of *Ursus spelaeus* Rosenmuller-Heinroth in Amutxate cave (Aralar, Navarra-Spain). *Journal of human evolution*, 52 1: 1-15.
- Pérez-Pérez, A., Espurz, V., Bermúdez de Castro, J.M., de Lumley, M.A., Turbón, D. 2003. Non-occlusal dental microwear variability in a sample of Middle and Late Pleistocene human populations from Europe and the Near East. *Journal of Human Evolution* 44: 497-513.
- Perkins, D. and Daly, P. 1968. A hunter's village in Neolithic Turkey. *Scientific American* 219(5): 96-106.
- Peters, C.R., and Vogel, J.C., 2005. Africa's wild C4 plant foods and possible early hominid diets, *Journal of Human Evolution* 48: 219-236.
- Petraglia, M., Potts, R. 1994. Water Flow and the Formation of Early Pleistocene Artifact Sites in Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Anthropological Archaeology* 13 (3): 228-254.
- Petronio, C., Di Canzio, E., Salari, L. 2007: The Late Pleistocene and Holocene Mammals in Italy: new biochronological and paleoenvironmental data. *Palaeontographica A*. 279(4–6): 147–157.
- Petronio, C. and Marcolini, F. 2013. Mammal Biochronology at the end of Late Villafranchian (Early Pleistocene): Pirro Faunal Unit. *Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology-Stratigraphy* Vol. 298(1-6): 183–191.
- Petrucci, M. 2008. Analisi sistematica dei Macromammiferi di Pirro Nord (Apricena, Foggia, Puglia). Unpublished PhD dissertation in Earth Science, Torino University, 201.
- Petrucci, M., and Sardella R., 2009. *Ursus etruscus* Cuvier, 1823 from the Early Pleistocene of Monte Argentario (Southern Tuscany, Central Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 48: 89-94, Modena.
- Petrucci, M., Cipullo Alessia., Martínez-Navarro, B., Rook, L., Sardella, R. 2013. The late Villafranchien (Early Pleistocene) carnivores (Carnivora, Mammalia) from Pirro Nord (Italy). *Palaeontographica, Abt. A : Palaeozoology-Stratigraphy*, Vol. 298 (1-6): 113-145.
- Pickering, T.R., and Wallis, J. 1997. Bone Modifications Resulting from Captive Chimpanzee Mastication: Implications for the Interpretation of Pliocene Archaeological Faunas. *Journal of Archaeological Science* 24 (12): 1115-1127.
- Pickering, T.R. 1999. Taphonomic interpretation of the Sterkfontein early hominid site (Gauteng, South Africa) reconsidered in light of recent evidence. Ph.D. dissertation, Department of Anthropology, University of Wisconsin.
- Pickering, T.R. 2002a. Reconsideration of criteria for differentiating faunal assemblages accumulated by hyenas and hominids. *International Journal of Osteoarchaeology* 12: 127-141.

-
- Pickering, T.R., and Carlson, K.J., 2002b. Bone mineral densities: implications for the taphonomy of primate skeletons in South African cave sites. *Journal of Archaeological Science* 29: 883–896.
- Pickering, T.R., Domínguez-Rodrigo, M., Egeland, C.P., Brain, C.K., 2004. Beyond leopards: tooth marks and the contribution of multiple carnivore taxa to the accumulation of the Swartkrans Member 3 fossil assemblage, *Journal of Human Evolution* 46: 595- 604.
- Pickering, T.R., and Domínguez-Rodrigo, M. 2006a. The acquisition and use of large mammal carcasses by Oldowan hominins in eastern and southern Africa: a selected review and assessment. In: Toth, N., Schick, K (eds), *The Oldowan: Case Studies into the Earliest Stone Age*. Stone Age Institution: 113–28.
- Pickering, T.R., Egeland, C.P., 2006b. Experimental patterns of hammerstone percussion damage on bones: implications for inferences of carcass processing by humans. *Journal of Archaeological Science* 33: 459-469.
- Pickering, T.R., Domínguez-Rodrigo, M., Egeland, C.P., Brain, C.K., 2007. Carcass foraging by early hominids at Swartkrans cave (South Africa): a new investigation of the zooarchaeology and taphonomy of Member 3, en: T.R. Pickering, K. Schick, N. Toth (Eds.), *Breathing life into fossils: taphonomic studies in honor of C.K. (Bob) Brain*, Stone Age Institute Press, Bloomington: 233-254.
- Pickering, T.R., Hensley-Marschand, B., 2008. Cut marks and hominid handedness, *Journal of Archaeological Science* 35, 310-315.
- Pickering, T.R., and Egeland C.P. 2009. Experimental Zooarchaeology and its Role in Defining the Investigative Parameters of the Behavior of Early Stone Age Hominids. In: *The Cutting Edge*. Stone Age Institute & Indiana University. *New Approaches to the Archaeology of Human Origins*. Number 3.
- Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., García-Taberner, A., Estalrich, A., Mosquera, M., Ollé, A., Vallverdú, J. 2015. Coexistence among large predators during the Lower Paleolithic at the site of La Mina (Barranc de la Boella, Tarragona, Spain). *Quaternary International* 388: 177-187.
- Pineda, A., Saladié, P., Expósito, I., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Huguet, H., Rosas, A., López-Polín, L., Estalrich, A., García-Taberner, A., Vallverdú, J. 2017a. Characterizing hyena coprolites from two latrines of the Iberian Peninsula during the Early Pleistocene: Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) and la Mina (Barranc de la Boella, Tarragona). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 480 : 1–17.
- Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., Estalrich, A., García-Taberner, A., Vallverdú, J. 2017b. Changing competition dynamics among predators at the late Early Pleistocene site Barranc de la Boella (Tarragona, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 477: 10–26.
- Pinto, A. and Andrews, P. 2002. Taphonomy and Palaeoecology of Quaternary bears from Northern Spain. Oviedo, FAO, NHM and DuPont/Grafisa.
- Pinto-Liona, A.C., Andrews, P., Etxebarria, P. 2005. *Tafonomía y paleoecología de úrsidos cuaternarios cantábricos*. Fundación Oso de Asturias.

Bibliographie

- Piperno, M., and Tagliacozzo, A., 2001a. The Elephant Butchery Area at the Middle Pleistocene site of Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italy). *The World of Elephants - International Congress, Rome*: 230-236.
- Piperno, M. 2001b. The Prehistory of Melka Kunture (Ethiopia). *Bulletin du Centre de Recherche Française de Jérusalem* 8 : 135-45.
- Pkins J.T. and Kerbis-Peterhans, J.C. 2007. Spotted hyena (*Crocuta crocuta*) den use and taphonomy in the Masai Mara National Reserve, Kenya. *Journal of Archaeological Science* 34: 1914-1931.
- Pobiner, B.L., 2007, Hominin-carnivore interactions: evidence from modern carnivore bone modification and Early Pleistocene archaeofaunas (Koobi Fora, Kenya; Olduvai Gorge, Tanzania), Graduate School-New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey. Tesis doctoral.
- Pobiner, B. 2008. Paleocological Information in Predator Tooth Marks. *Journal of Taphonomy* 6 (3-4): 373-397.
- Pobiner, B.L. 2015. New actualistic data on the ecology and energetics of hominin scavenging opportunities. *Journal of Human Evolution* 80: 1-16.
- Pokines, T.J. and Kerbis-Peterhans, J.C. 2007. Spotted hyaena (*Crocuta crocuta*) den use and taphonomy in the Masai Mara National Reserve, Kenya. *Journal of Archaeological Science* 34: 1914-1931.
- Pomel, A. 1878. Ossements d'éléphants et d'hippopotames découverts dans une station préhistorique de la plaine de d'Eghris. *Bulletin de la Société Géologique Française*: 44-51
- Pomel, N.A. 1885. Paléontologie ou description des animaux fossiles de L'Algérie. Zoophytes. 1re Livraison. 2e Fascicule Échinodermes. Classification méthodique et genera des échinides vivants et fossiles. Adolphe Jourdan, Algeria. 131.
- Pomel, A. 1893-1897. Monographies des Vertébrés fossiles de l'Algérie. Service de la Carte Geologique de l'Algérie, Alger.
- Pons-Moyà, J., and Moyà-Solà, S. 1978. La fauna de Carnívoros del Pleistoceno medio (Mindel) de la cueva Victoria (Cartagena, España). *Acta Geológica Hispánica*, 13: 54-5 Potts, R. 1988b. On an Early hominid scavenging niche. *Current Anthropology* 2: 153- 155.
- Potter, R. M. and Rossman, G. R. 1979. The Manganese-and Iron-Oxide Mineralogy old Desert Varnish. *Chemical Geology*. 25: 79-94.
- Potts, R., and Shipman, P. 1981. Cutmarks made by stone tools on bones from Olduvai Gorge, Tanzania. *Nature* 291: 577-580.
- Potts, R. 1982. Lower Pleistocene site formation and hominid activities at Olduvai Gorge, Tanzania. Tesis Doctoral, Universidad de Harvard.
- Potts, R. 1984. Home bases and early hominids. *American Scientist* 72: 338-347.
- Potts, R. 1982. Lower Pleistocene Site Formation and Hominid Activities at Olduvai Gorge, Tanzania. Ph.D. Dissertation, Harvard University, Cambridge.
- Potts, R. 1988. Early Hominid Activities at Olduvai Gorge. Aldine de Gruyter, Hawthorne, NY.

-
- Potts, R. and Ditchfield, P. 1999. Paleolandscape variation and Early Pleistocene hominid activities: Members a and 7, Olorgesailie Formation, Kenya. *Journal of Human Evolution* 37, 747-88.
- Potts, R., Behrensmeier, A.K., Deino, A., Ditchfield, P., and Clark, J. 2003. Small Mid-Pleistocene hominin associated with East African Acheulean technology. *Science* 305: 75-80.
- Potts, R., and Teague, R. 2010. Behavioral and environmental background to “Out-of-Africa” and the arrival of *Homo erectus* in East Asia. In J.G. Fleagle, F.E., Grine, A.L., Baden, and R.E. Leakey (eds), *Out of Africa I: The First Hominin Colonization of Eurasia*. New York: Springer: 67-85.
- Prat, P., Brugal, J.P., Tiercelin, J.J., Barrat, J.A., Bohn, M., Delagnes, A., Harmand, S., Kimeu, K., Kibunjia, M., Texier, P.J., Roche, H. 2005. First occurrence of early Homo in the Nachukui Formation (West Turkana, Kenya) at 2.3-2.4Myr. *Journal of Human Evolution* 49: 230-240.
- Prentice, M.L., Denton, G.H. 1988. The deep-sea oxygen isotope record, the global ice sheet system and hominid evolution, in: F.E. Grine (Ed.), *Evolutionary History of the Robust Australopithecines*, Aldine de Gruyter, New York: 383-403.
- Quade, J., Levi, V., Semaw, S. 2004. Paleoenvironments of earliest stone tool-makers, Gona, Ethiopia. *Geological Society of America Bulletin* 16: 1529-44.
- Quade, J., Rech, J.A., Betancourt, J.L., Lattorre, C., Quade, B., Rylander, K.A., Fisher, T. 2008. Paleowetlands and regional climate change in the central Atacama Desert, northern Chile. *Quaternary Research* 69 (3): 343-360.
- Rabinovich, R., Gaudzinski-Windheuser, S., Goren-Inbar, N. 2008. Systematic butchering of fallow deer (*Dama*) at the early Middle Pleistocene Acheulian site of Gesher Benot Ya'aqov (Israel). *Journal of Human Evolution* 54: 134-149.
- Radmilli, A.M., and Boschian, G., 1996. Gli scavi a Castel di Guido. Il più antico giacimento di cacciatori nell'Agro Romano. ETS, Pisa, 306.
- Ramendo, L. 1963. Les galets aménagés de Reggan (Sahara). *Libyca*, Vol. 11: 42-73.
- Randall, R.M. 1981. Fossil Hyaenidae from the Makapansgat limeworks deposit. South Africa. *Palaeontologia Africana* 24: 75-85.
- Ravelo, A.C., Andreasen, D.H., Lyle, M., Lyle, O.A., Wara, M.W. 2004. Regional climate shifts caused by gradual global cooling in the Pliocene epoch. *Nature* Vol. 429: 263-267.
- Raynal, J.P. and Texier, J.P. 1989. Découverte d'Acheuléen ancien dans la carrière Thomas 1 à Casablanca et problème de l'ancienneté de la présence humaine au Maroc. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* Vol.308, Series II: 1743-49.
- Raynal, J.P., Sbihi Alaoui, F.Z., Geraads, D., Magoga, L. and Mohi, A. 2001. The earliest occupation of North Africa: the Moroccan perspective. *Quaternary International* 75: 65-75
- Raynal, J.P., Sbihi Alaoui, F.Z., Magoga, L., Mohi, A., and Zouak, M. 2002. Casablanca and the earliest occupation of North Atlantic Morocco. *Quaternaire* 13: 65-77.
- Reitz, E.J., and Wing, E.S. 1999. *Zooarchaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Renault-Miskovsky, J., and Girard M. 1988. Palynologie du remplissage de la grotte du Vallonet, (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes Maritimes). *L'Anthropologie* 92 : 437-448.
- Rendu, W., Bourguignon, L., Costamagno, S., Meignen, L., Soulier, M.-C., Armand, D., Beauval, C., David, F., Griggo, C., Jaubert, J., Maureille, B., Park, S.J., 2009. Mousterian hunting camps: Interdisciplinary approach and methodological considerations, en: F. Bon, S. Costamagno, N. Valdeyron (Eds.), *Hunting camps in Prehistory. Current Archaeological Approaches*, University Toulouse II - Le Mirail, Toulouse: 61-76.
- Rendu, W., Costamagno, S., Meignen, L., Soulier, M.C., 2012. Monospecific faunal spectra in Mousterian contexts: Implications for social behaviour. *Quaternary International* 247: 50-58.
- Retallack, G.J., Wynn, J.G., Fremd, T.J. 2004. Glacial-interglacial-scale paleoclimatic change without large icesheets in the Oligocene of central Oregon. *Geological Society of America* Vol. 32(4): 297-300.
- Reygasse, M. 1935. Découverte d'ateliers de technique acheuléenne dans le Tassili des Ajjers (Tihodaine). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 6 : 358-52.
- Rhodes, E.J., Singarayer, J.S., Raynal, J.P., Westaway, K.E., Sbihi-Alaoui, F.Z. 2006. New age estimates for the Palaeolithic assemblages and Pleistocene succession of Casablanca, Morocco. *Quaternary Science Reviews* 25, 2569-85.
- Rivals, F., Deniaux, B. 2003. Dental microwear analysis for investigating the diet of an argali population (*Ovis ammon antiqua*) of mid-Pleistocene age, Caune de l'Arago cave, eastern Pyrenees, France. [Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology](#) Vol. 193 (3-4):**443-455**.
- Robinson, J.T., 1959. A bone implement from Sterkfontein. *Nature* 184: 583-585.
- Roche, E., and Bikwemu, G. 1989. Paleoenvironmental change on the Zaire-Nile ridge in Burundi; the last 20 000 years: an interpretation of palynological data from the Kashiru core, Ijenda, Burundi. *Quaternary environmental research on East African Mountains* (ed. by W.C. Mahaney): 231-242 Balkema, Rotterdam.
- Roche, H., Brugal, J.P., Lefevre, D., Ploux, S., and Texier, J.P. 1988. Isenya : état des Recherches sur un nouveau site Acheuléen d'Afrique orientale. *African Archaeological Review* 6: 27-55.
- Roche, H., Brugal, J.P., Delagnes, A., Feibel, C., Harmand, S., Kibunjia, M., Prat, S. and Texier, J.P. 2003. Les sites archéologiques plio-pléistocènes de la formation de Nachukui, Ouest-Turkana, Kenya: bilan synthétique 1997-2001. *Comptes Rendus Palevol* Vol. 2 : 663-73.
- Rodríguez, J. 1997. Análisis de la estructura de las comunidades de mamíferos del Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca. Revisión de metodologías. Departamento de biología. Universidad Autonoma de Madrid. Madrid.
- Rodríguez, J., Burjachs, J., Cuenca-Bescós, G., García, N., Van der Made, J., Pérez González, A., Blain, H.A., Expósito, I., López-García, J.M., García Antón, M., Allué, E., Cáceres, I., Huguet, R., Mosquera, M., Ollé, A., Rosell, J., Parés, J.M., Rodríguez, X.P., Díez, C., Rofes, J., Sala, R., Saladié, P., Vallverdú, J., Bennisar, M.L., Blasco, R., Bermúdez de

-
- Castro, J.M., Carbonell, E. 2011. One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews* 30: 1396-1412.
- Rodríguez-Gómez, G., Palmqvist, P., Rodríguez, R., Mateos, A., Martín-González, J.A., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S., Martínez-Navarro, B. 2016. On the ecological context of the earliest human settlements in Europe: Resource availability and competition intensity in the carnivore guild of Barranco León-D and Fuente Nueva-3 (Orce, Baza Basin, SE Spain). *Quaternary Science Reviews* 143: 69-83.
- Rodríguez-Hidalgo, A., Lloveras, L., García, M.M., Saladié, P., Canals, A. 2013. Feeding behaviour and taphonomic characterization of non-ingested rabbit remains produced by the Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Journal of Archaeological Sciences* 40 (7): 3031-3045.
- Rogers, M.J., Feibel, C.S., and Harris, J.W.K., 1994, Changing Patterns of Land Use by Plio-Pleistocene Hominids in the Lake Turkana Basin. *Journal of Human Evolution* 27: 139–158.
- Rogers, M.J., and Semaw, S. 2009. From nothing to something: the appearance and context of the earliest archaeological record. In: M. Camps and P. Chauhan (eds.) *Sourcebook of paleolithic transitions. Methods, theories and interpretations*. Springer, New-York, NY: 155–171.
- Romandini, M., Cristiani, E., Peresani, M., 2015. A retouched bone shaft from the Late Mousterian at Fumane cave (Italy). *Technological, experimental and microwear analysis*. *C. R. Palevol*: 14, 63-72.
- Rook L, Ferretti MP, Libsekal Y. 2001. Analysis of the Early Pleistocene elephants from Buia (Eritrea) In *Proceedings of the 1st International Congress. The World of Elephants*, Cavarretta G, Gioia P, Mussi M, Palombo MR (eds). Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rome: 137–142.
- Rook, L., Martínez-Navarro, B., Howell, C., 2004. Occurrence of *Theropithecus* sp. in the late Villafranchian of Southern Italy and implication for early Pleistocene “out of Africa” dispersals. *Journal of Human Evolution* 47: 267-277.
- Rook, L., and Sardella, R. 2005. *Hystrix refossa* Gervais, 1852 from Pirro Nord (Early Pleistocene, Southern Italy). *Revista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* Vol. 111 (3): 489-496.
- Rook, L., Gallai, G., Torre, D., 2006. Lands and endemic mammals in the Late Miocene of Italy: Constrains for paleogeographic outlines of Tyrrhenian area. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 238: 263–269
- Rook, L., and Martínez-Navarro, B. 2010. Villafranchian: The long story of a Plio-Pleistocene European large mammal biochronologic unit. *Quaternary International* 219: 134-144.
- Rook, L., and Sardella, R. 2013. New data on the Early Pleistocene large sized porcupine from Pirro Nord (Apricena, Apulia, Italy). *Palaeontographica, Abt. A : Palaeozoology-Stratigraphy*, Vol. 298 (1-6): 87-94.
- Rosas, A., Martínez-Mazaa, C., Bastira, M., García-Tabernero, A., Lalueza-Foxd, C., Huguet, R., Ortiz, J.E., Julia, R., Solerh, V., de Torresf, T., Martínez, E., Cañaveras, J.C., Sánchez-Moral, S., Cuezvak, S., Lariol, J., Santamaría, D., de la Rasillam, M., Fortea, J. 2006.

- Paleobiology and comparative morphology of a late Neandertal sample from El Sidrón, Asturias, Spain. *PNAS*. Vol. 103: 19266-19277.
- Rosell, J. 2002. Patrons d'aprofitament de les biomasses animals durant el pleistocène Inferior i Mig (Sierra de Atapuerca, Burgos) i Superior (Abric Romaní, Barcelona). Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 338.
- Rosell, J., Blasco, R., Campeny, G., Díez, J.C., Alcalde, R.A., Menéndez, L., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. 2011. Bone as a technological raw material at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 61: 125–131.
- Ruff, C.B. 1991. Climate and body shape in hominid evolution. *Journal of Human Evolution* 21(2): 81-105.
- Saccà, D. 2012. Taphonomy of *Palaeoxodon antiquus* at Castel di Guido (Rome, Italy): Proboscidean carcass exploitation in the Lower Palaeolithic. *Quaternary International* 276-277: 27-41.
- Sahnouni, M., 1993, Etude Comparative des Galets Tailles Polyedriques, Subspheriques et Spheriques des Gisements d'Ain Hanech (Algerie Orientale) et d'Olduvai (Tanzanie). *L'Anthropologie* 97: 51–67.
- Sahnouni, M. 1998a. The Lower Paleolithic of the Maghreb, Excavations and Analyses at Ain Hanech, Algeria. Oxford, UK, Archaeopress. (Cambridge Monographs in African Archaeology 42; British Archaeological Reports International Series 689).
- Sahnouni, M., and de Heinzelin, J. 1998. The Site of Ain Hanech Revisited: New Investigations at this Lower Pleistocene Site in Northern Algeria. *Journal of Archaeological Science* 25: 1083–1101.
- Sahnouni, M., Hadjouis, D., van der Made, J., Derradji, A., Canals, A., Medig, M., Belahrech, H., Harichane, Z., Rabhi, M. 2002. Further research at the Oldowan site of Ain Hanech, north-eastern Algeria. *Journal of Human Evolution*. Vol. 43: 925-937.
- Sahnouni, M. 2004. On the earliest human occupation in North Africa: a response to Geraads et al. *Journal of Human Evolution*. Vol. 46: 763-75.
- Sahnouni, M. 2005. Point des Connaissances du Paléolithique Ancien d'Afrique du Nord et la Question de la Première Occupation Humaine au Maghreb. In *Le Paléolithique en Afrique. L'histoire la plus longue*, edited by M. Sahnouni : 99–128. Artcom/Errance, Paris.
- Sahnouni, M., 2006, The North African Early Stone Age and the Sites at Ain Hanech, Algeria. In *The Oldowan: Case Studies into the Earliest Stone Age*, edited by N. Toth and K. Schick: 77–111. Stone Age Institute Press, Bloomington
- Sahnouni, M., and Derradji, A. 2007. The Lower Palaeolithic of the Maghreb: Current status of knowledge. *Adumatu Journal* 15: 7-44.
- Sahnouni, M. and van der Made, J. 2009. The Oldowan in North Africa within a biochronological framework. In: N. Toth and K. Schick (eds), *The Cutting Edge: New Approaches to the Archaeology of Human Origins*. Bloomington, Stone Age Institute Press. 179-210.

-
- Sahnouni, M., van der Made, J., Everett, M. 2010. Early North Africa: chronology, ecology, and hominin behavior: insights from Ain Hanech and El-Kherba, north-eastern Algeria. *Quaternary International*, Vol. 223-224: 436-438.
- Sahnouni, M. 2011. Ecological background to Plio-Pleistocene hominin occupation in North Africa: the vertebrate faunas from Ain Boucherit, Ain Hanech and El-Kherba, and paleosol stable-carbon-isotope studies from El-Kherba, Algeria. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 30: 1307-1313.
- Sahnouni, M. 2012. Lower Palaeolithic settlements in the Maghreb: current state of knowledge and perspectives in the framework of the World Heritage Convention. In: *Human origin sites and the World Heritage Convention in Africa*.
- Sahnouni, M., Rosell, J., van der Made, J., Vergès, J.M., Ollé, A., Kandi, N., Harichane, Z., Derradji, A., Medig, M. 2013. The first evidence of cut marks and usewear traces from the Plio-Pleistocene locality of El-Kherba (Ain Hanech), Algeria: Implications for early hominin subsistence activities circa 1.8 Ma. *Journal of Human Evolution* 64: 137–150.
- Sahnouni M., Pérez-González A., Parés J., Abdessadok S., Van der Made J., Duval M., Harichane Z., Cáceres I., Kandi N., Boulaghraif K., Derradji A., Medig M., Mouhoubi Y., Hamlat A., Chibane S. 2017a. La primera ocupación humana del Norte de África: Evidencia de la secuencia plio-pleistocena de Ain Boucherit-Ain Hanech (Argelia). In: Mohamed Sahnouni, Sileshi Semaw, Joseba Rios Garaizar (Ed.), *Proceedings of the II Meeting of African Prehistory*, Burgos April 15-16, 2015, CENIEH, Burgos: 265-296.
- Sahnouni, M., Everet, M., Van der Made, J., Harichane, Z. 2017b. Mise en évidence d'un changement climatique dans le site pléistocène inférieur d'El Kherba (Algérie), et son possible impact sur les activités des hominidés, il y a 1,7 Ma. *L'anthropologie* 121: 146–162
- Sala, B., and Masini, F. 2007. Late Pliocene and Pleistocene small mammal chronology in the Italian peninsula. *Quaternary International* 160: 4–16.
- Sala, N., Arsuaga, J.L., Martínez, I., Téllez, A.G. 2014. Carnivore activity in the Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) hominin sample. *Quaternary Science Reviews* 97: 7183.
- Sala, N., Arsuaga, J.L., Martínez, I., Gracia-Téllez, A., 2015. Breakage patterns in Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) hominin sample, *Journal of Archaeological Science* 55: 113-121.
- Saladié, P. 2009. Mossegades d'omnívora. Aproximació experimental i aplicació zoològica als jaciments de la Sierra de Atapuerca. Ph.D. Dissertation, Universitat Rovira i Virgili.
- Saladié, P., Huguet, R., Díez, C., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Vallverdú, J., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. Carcass transport decisions in Homo antecessor subsistence strategies. *Journal of Human Evolution* 61: 425-446.
- Saladié, P., Huguet, R., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Esteban-Nadal, M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2012. Intergroup cannibalism in the European Early Pleistocene: The range expansion and imbalance of power hypotheses, *Journal of Human Evolution* 63: 682-695.

- Saladié, P., Huguet, R., Díez, C., Rodríguez-Hidalgo, A., Carbonell, E. 2013. Taphonomic Modifications Produced by Modern Brown Bears (*Ursus arctos*). *International Journal of Osteoarchaeology* 23, 13-33.
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Huguet, R., Cáceres, I., Díez, C., Vallverdú, J., Canals, A., Soto, M., Santander, B., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., 2014. The role of carnivores and their relationship to hominin settlements in the TD6-2 level from Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quaternary Science Reviews* 93: 47-66.
- Salari, L., Kotsakis, T., Petronio, C. 2013. Early Pleistocene Bats from Pirro Nord (Apulia, Southern Italy). *Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology-Stratigraphy*, Vol. 298 (1-6): 55-72.
- Sánchez-Garrido, R., 2010. *Caza, cazadores y medio ambiente: breve etnografía cinegética*, Editorial Club Universitario, San Vicente, Alicante.
- Sánchez-Yustos, P., Díez-Martín, F., Domínguez-Rodrigo, M., Duque, J., Fraile, C., Díaz, I., de Francisco, S., Baquedano, E., Mabulla, A. 2017. The origin of the Acheulean. Technofunctional study of the FLK Wlithic record (Olduvai, Tanzania). *PLoS ONE* 12(8): e0179212.
- Sanchis-Serra, A. 2000. Los restos de *Oryctolagus cuniculus* en las tafocenosis de *Bubo bubo* y *Vulpes vulpes* y su aplicación a la caracterización de registro faunístico arqueológico. *Saguntum* 32: 31-50.
- Sandell, H., and Sandell, B., 1996. Polar bear hunting and hunters in Ittoqqortoormiit / scoresbysund, Ne Greenland, *Arctic Anthropology* 33: 77-93.
- Santonja, M., Soto, E., Villa, P., Pérez-González, A., Sesè, C., Mora, R., 1999. Human activities and Middle Pleistocene faunal assemblages from the central region of the Iberian Peninsula. In: RGZM (Ed.), *The Role of Early Humans in the Accumulation of European Lower and Middle Palaeolithic Bone Assemblages*. Habelt, Mainz: 207-218.
- Santonja, M., and Pérez-González, A. 2001. Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula. *Quaternary International* 223-224: 154-161.
- Santonja, M., and Pérez-González, A. 2010. Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula. *Quaternary International* 223-224: 154-161.
- Santonja, M., Rubio-Jara, S., Panera, J., Pérez-González, A., Uribelarrea, D., Domínguez-Rodrigo, D., Mabulla, A.Z.P., Baquedano, E. 2013. The bifacial shaping in the TK Acheulean site (Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania): new excavations 50 years after Mary Leakey. *International Workshop The Emergence of the Acheulean in East Africa Rome September 12-13, 2013*.
- Sardella, R., Angelone, C., Barisone, C., Bedetti, C., Di Canzian, E., Marcoloni, F., Squazzini, E. 2003. Italian Plio-Pleistocene mammal biochronology and correlation with marine sequences: three case studies. *Italian Journal of Quaternary Sciences* 16(1): 15-20.
- Saunders, J.J., Daeschler, E.B., 1994. Descriptive analyses and taphonomic observations of culturally-modified mammoths excavated at "The Gravel Pit", near Clovis, New Mexico in 1936. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 145: 1-28.

-
- Saunders, J.J., Dawson, B.K. 1998. Bone damage patterns produced by extinct hyena, *Pachycrocuta brevirostris* (Mammalia: Carnivora) at the Haro River Quarry, Northwestern Pakistan. In: Yomida, Y.
- Sauqué, V., Garcé, R.R., Almagro, C.S., Bescós, G.C. 2014. Bone Accumulation by Leopards in the Late Pleistocene in the Moncayo Massif (Zaragoza, NE Spain). *PLOS ONE* 9 (3): e921449.
- Schaeffer, C.E., 1978. The bison drive of the blackfeet indians, *Plains Anthropologist* 23, 243-248.
- Schick K, A. 1986. *Stone Age Sites in the Making: Experiments in the Formation and Transformation of Archaeological Occurrences*. BAR International Series 163. British Archaeological Reports, Oxford.
- Schick, K., and Toth, N. 1993. *Making Silent Stones Speak: Human Evolution and the Dawn of Technology* (Simon and Schuster, New York).
- Schick, K., and Clark, J.D. 2003. Biface technological development and variability in the Acheulean industrial complex in the Middle Awash of the Afar rift, Ethiopia. In M. Soressi and H.L., Dibble (eds), *Multiple Approches to the study of Bifacial Technologies*. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.
- Schmid, E. 1972. *Atlas of Animal Bones*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York.
- Selvaggio, M.M. 1994a. Carnivore tooth marks and stone tool butchery marks on scavenged bones: archaeological implications. *Journal of Human Evolution*, 27: 215-228.
- Selvaggio, M.M. 1994b. Evidence from carnivore tooth marks and stone-tool-butchery marks for scavenging by hominids at FLK Zinjanthropus Olduvai Gorge, Tanzania. University of Rudgers. New Jersey: 388.
- Selvaggio, M.M. 1998a. Evidence for a Three-Stage Sequence of Hominid and Carnivore Involvement with Long Bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Archaeological Science* 25: 191–202.
- Selvaggio, M.M., 1998b. Concernig the three stage model of carcass processing At FLK Zinjanthropus: A reply to Capaldo. *Journal of Human Evolution* 35: 319-321.
- Selvaggio, M.M. and Wilder, J. 2001. Identifying the involvement of multiple carnivore taxa with archaeological bone assemblages. *Journal of Archaeological Science* 28, 465-470.
- Semaw, S., Renne, P., Harris, J.W.K., Feibel, C.S., Bernor, R.L., Fesseha, N., Mowbray, K. 1997. 2.5 million-year-old Stone tools from Gona, Ethiopia. *Nature* (London, New York, Tokyo), Vol. 385: 333–338.
- Semaw, S., Rogers, J. Quade, P.R. Renne, P., Butler, F., Stout, D., Dominguez-Rodrigo, M., Hart, W., Pickering, T., Simpson, S.W. 2003. 2.6-Million-year-old stone tools and associated bones from OGS–6 and OGS–7, Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Human Evolution*, Vol. 45: 169–177.
- Semaw, S., Rogers, M., Stout., D. 2013. Early Acheulian stone assemblages ~1.7-1.6 Ma from Gona, Ethiopia. *International Workshop The Emergence of the Acheulean in East Africa Rome September 12-13*.

- Shahack-Gross, R., Bar-Yosef, O., Weiner, S. 1997. Black-Coloured Bones in Hayonim Cave, Israel: Differentiating Between Burning and Oxide Staining. *Journal of Archaeological Science* 24: 439-46.
- Sharon, G., and Barsky, D. 2016. The Emergence of Acheulean in Europe. A Look from the East. *Quaternary International* 411: 25-33.
- Shea, J., Davis, Z., Brown, K. 2001. Experimental Tests of Middle Palaeolithic Spear Points Using a Calibrated Crossbow. *Journal of Archaeological Science* 28: 807–816.
- Shea, J.J. 2007. Lithic archaeology, or, what stone tools can (and can't) tell us about early Hominin diets. In Ungar P.S. (Ed.), *Evolution of Human diet, the known, the unknown and the unknowable*, Oxford University press: 212-229.
- Shick, K.D., Toth, N., Daeschler, E. 1989. An Early Paleontological Assemblage as an Archaeological Test Case. In Bonnicksen, R. and Sorg, M.H. (ed.) *Bone Modification*. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans : 121 -137.
- Shipman, P., and Phillips, J.E. 1976. On scavenging by hominids and other carnivores. *Current Anthropology* 17: 170–172.
- Shipman, P., and Phillips-Conroy, J. 1977. Hominin tool-making versus carnivore scavenging. *American Journal of Physical Anthropology* 46: 77–86.
- Shipman, P., Walker, A., Van-Couvering, J.A., and Hooker, P. 1981. The Fort Ternan hominoid site, Kenya: Geology, age, taphonomy and paleoecology. *Journal of Human Evolution* 10: 49–72.
- Shipman, P. 1981. *Life History of a Fossil. An Introduction to Taphonomy and Paleoecology*. Harvard University Press, Harvard.
- Shipman, P., and Rose, J. 1983a. Early Hominid Hunting, Butchering and Carcass-Processing Behaviors: Approches to the Fossil Record. *Journal of Anthropological Archaeology* 2: 57-98.
- Shipman, P. 1983. Early hominid live style: hunting and gathering or foraging and scavenging? In: Clutton-Brock, J. and Grigson, C. (Eds.), *Animals and Archaeology*, Vol. 1. *Hunters and their prey*. British Archaeological Reports International Series, Oxford: 31-49.
- Shipman, P., and Rose, J. 1983b. Bone Tools: An Experimental Approach. In Stanford, D. (ed.) *The Dutton and Selby Sites*. Washington, D.C., Smithsonian Institute.
- Shipman, P., and Rose, J. 1984. Cut-marks mimics on modern and fossil bovid bones. *Current Anthropology* 25(1): 116-117.
- Shipman, P., 1986. Scavenging or hunting in early hominids: Theoretical framework and tests, *American Anthropological Association*. 88, 27-43.
- Shipman, P. 1988. Actualistic studies of animal resources and hominid activities. In (S. L. Olsen, Ed) *Scanning Electron Microscopy and Archaeology*. Oxford: BAR International Series 452: 261–285.
- Silberbauer, G., 1981. Hunters/gatherers of the Central Kalahari, en: R.S.O. Harding, G. Teleki (Eds.), *Omnivorous pPrimates*, Columbia University Press, New York: 455-498.

-
- Silva, P.G., Zazo, C., Bardaji, T., Baena, J., Lario, J., Rosas, A., van der Made, J. 2009. Tabla cronoestratigráfica del Cuaternario de la Península Ibérica, v.2. AEQUA.
- Silver, E. 1980. La determinación de la edad en los animales domésticos. In: Brotwell, D. and Higgs, E. (ed.): Ciencia en arqueología, FCE. Madrid: 289-309.
- Simons, J.W. 1966. The presence of leopard and a study of the food debris in the leopard lairs of the Mount Suswa Caves, Kenya. Bull., cave Explor. Gp. 1: 50–69.
- Sirakov, N., Guadelli, J.L., Ivanova, S., Sirakova, S., Boudadi-Maligne, M., Dimitrova, I., Fernandez, Ph., Ferrier, C., Guadelli, A., Iordanova, D., Iordanova, N., Kovatcheva, M., Krumov, I., Leblanc, J.-Cl., Miteva, V., Popov, V., Spassov, R., Taneva, S., Tsanova, T. 2010. An ancient continuous human presence in the Balkans and the beginnings of human settlement in western Eurasia: A Lower Pleistocene example of the Lower Palaeolithic levels in Kozarnika cave (North-western Bulgaria). Quaternary international, 223-224: 94-106.
- Skinner, J.D., David, S., Ilani, G. 1980. Bone-collecting by striped hyaenas, *Hyaena brunnea*, in Israel. Paleontologia Africana, 23: 99-104.
- Skinner, J.D., Henschel, J.R., van-Jaarsveld, A.S. 1986. Bone-collecting habits of spotted hyaenas *Crocuta crocuta* in the Kruger National Park. South African Journal of Zoology 21: 303–308.
- Skinner, J.D., Haupt, M.A., Hoffmann, M., Dott, H.M., 1998. Bone collecting by brown hyaenas *Hyaena brunnea* in the Namib Desert: rate of accumulations. Journal of Archaeological Science 25: 69-71.
- Skinner, E.A., Zimmer-Gembeck, M.J., Connell, J.P. 1998b. Individual differences and the development of perceived control. Monographs of the Society for Research in Child Development, 63 (nos. 2 and 3) whole no. 254.
- Sollas, W.J., 1924. Ancient hunters and their modern representatives, Macmillan, New York.
- Soressi, M., McPherron, S.P., Lenoir, M., Dogandžić, T., Goldberg, P., Jacobs, Z., Maigrot, Y., Martisius, N.L., Miller, C.E., Rendu, W., Richards, M., Skinner, M.M., Steele, T.E., Talamo, S., Texier, J.P. 2013. Neandertals made the first specialized bone tools in Europe. PNAS. Vol. 110 (35): 14186–14190.
- Soulier, M.C., and Costamagno, S. 2017. Let the cutmarks speak! Experimental butchery to reconstruct carcass processing. Journal of Archaeological Science: Reports 11: 782–802.
- Sourisseau, B. 1974. Etude hydrogéologique de la plaine de Mascara. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), Oran.
- Souron, A. 2012. Histoire évolutive du genre *Kolpochoerus* (Cetartiodactyla : Suidae) au Plio-Pleistocène en Afrique orientale. Université de Poitiers. Thèse de Doctorat.
- Spalluto, L., and Pieri, P. 2008. Carta geologica delle unità carbonatiche mesozoiche e cenozoiche del Gargano sud-occidentale: nuovi vincoli stratigrafici per l'evoluzione tettonica dell'area Geologic map of the mesozoic-cenozoic carbonate units cropping out in the south-western Gargano Promontory (southern Italy): new stratigraphic constraints for the tectonic evolution of the area. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. LXXVII (2008): 147 - 176 figg. 4 - tabb. 2 - tavv. 6 - tav. I f.t.

- Speth, J.D., 1983. *Bison kills and bone counts*, University of Chicago Press, Chicago and London.
- Speth, J.D., 1987. Early hominid subsistence strategies in seasonal habitats. *Journal of Archaeological Science* 14: 13-29.
- Speth, J.D., 2013. PaleoIndian big-game hunters in North America: are we misreading the evidence?, *Quaternary International* 285: 197-198.
- Stanford, C. B. 1999a. *The Hunting Apes*, Princeton University Press, Princeton.
- Stanford, C.B. 1999b. *Chimpanzee and Red Colobus: The Ecology of Predator and Prey*. Harvard University Press: 296.
- Steele, D.G., and Baker, B.W., 1993. Multiple predations: a definitive human hunting strategy, en: J. Hudson (Ed.), *From bones to behavior. Ethnoarchaeological and experimental contributions to the interpretation of faunal remains*, Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University at Carbondale: 9-37.
- Stiner, M.C. 1998. Mortality analysis of Pleistocene bears and its paleoanthropological relevance. *Journal of Human Evolution* 34: 303-326.
- Stiner, M. 1990. The use of mortality patterns in archaeological studies of hominid predatory adaptations. *Journal of Anthropological Archaeology* 9: 305-51.
- Stiner M. C. 1991. Food procurement and transport by human and non-human predators. *Journal of Archaeological Science*, 18(4): 455-482.
- Stiner, M.C., and Kuhn, S.L., 1992. Subsistence, technology, and adaptive variation in Middle Paleolithic Italy. *American Anthropologist* 94: 306-339.
- Stiner, M.C. 1994. *Honor Among Thieves: A Zooarchaeological Study of Neandertal Ecology*. Princeton University Press, Princeton.
- Stiner, M.C., Barkai, R., Gopher, A., 2009. Cooperative hunting and meat sharing 400-200 kya at Qesem Cave, Israel, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:13207-13212.
- Stiner, M.C., 2013. An unshakable Middle Paleolithic? Trends versus Conservatism in the Predatory Niche and Their Social Ramifications, *Current Anthropology* 54: S288-S304.
- Stojanowski, C.M. 2002. Hydrodynamic sorting in a coastal marine skeletal assemblage. *International Journal of Osteoarchaeology* 12: 259-278.
- Stout, D., Semaw, S., Rogers, M.J. Cauche, D. 2010. Technological variation in the earliest Oldowan from Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Human Evolution* 58: 474-491.
- Stringer, C.B. 2003. Out of Ethiopia. *Nature* 423: 692-694.
- Sutcliffe, A.J. 1970. Spotted Hyaena: Crusher, Gnawer, Digestor and Collector of Bones. *Nature* 227: 1110-1113.
- Sutcliffe, A.J. 1973. Similarity of bones and antles gnawed by deer to human artifacts. *Nature* 246: 428-430
- Sutcliffe, A.J. 1977. Further notes on bones and antlers chewed by deer and other ungulates. *Deer* 4: 73-82.

-
- Szabo, B.J. 1982. Uranium-series disequilibrium date for tooth fragments from the fossil hominid site at Ternifine, Algeria. *South African Journal of Science* :78, 205.
- Tagliacozzo, A. 1993. Archeozoologia della Grotta dell'Uzzo, Sicilia. Da un economia di caccia ad un economia di pesca ed allevamento. *Supplemento al Bulletin di Paleontologia Italiana*, Roma, nuova serie, II: 84- 278.
- Tappen, M. 1994. Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science* 21: 667- 673.
- Tappen, M. 1995. Savanna Ecology and Natural Bone Deposition: Implications for Early Hominid Site Formation, Hunting, and Scavenging. *Current Anthropology Volume 36, Number 2*, 223-260.
- Tappen, M., Ferring, R., Lordkipanidze, D., Vekua, A., Kiladze, G. 2002. Preliminary observations on the vertebrate taphonomy of the Dmanisi locality in The Republic of Georgia. In: Renziet M (eds) *Current topics on taphonomy and fossilization*. Valencia, Ajuntament de Valencia. Col.lecció Encontres 5: 161-170.
- Tchernov, E., and Tsoukala, E. 1997. Middle Pleistocene (Early Toringian) carnivore remains from Nothern Israel. *Quaternary Research*, 42: 122-136.
- Teaford, M.F. 2007. What do we know and not know about dental microwear and diet? In Ungar, P.S. (eds.), *Evolution of Human diet, the know, the unknown and the unknowable*, Oxford University press: 106-131.
- Texier, J.P., Raynal, J.P., Lefèvre, D. 1986. Thoughts on the Quaternary chronology of Morocco. In: F. Lopez-Vera (ed.), *Climatic fluctuations during the Quaternary in the Western Mediterranean Regions: Quaternary Climate in Western Mediterranean*. Madrid University Autonomia de Madrid: 487-502.
- Texier, J.P., Lefèvre, D., Raynal, J.P. 1994. Contribution pour un nouveau cadre stratigraphique des formations littorales quaternaires de la région de Casablanca (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Vol. 318. Séries II: 1247-53.
- Texier, P.J. 1995. The Oldowan Assemblage from NY 18 site at Nyabusosi (Toro Uganda). *C.R. Acad. Sci. Paris. T. 320. Série II a*: 647-653.
- Texier, J.P., Lefèvre, D., Raynal, J.P., El Graoui, M. 2002. Lithostratigraphy of the littoral deposits of the last one million years in the Casablanca Region (Morocco). *Quaternaire*, Vol. 13: 23-41.
- Thieme, H., 1997. Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature* 385, 807–810.
- Thomas, H., 1977. Géologie et Paléontologie du gisement acheuléen de l'Erg Tihodaine, Ahhagar-Sahara Algérien. *Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques XXVII*, Alger, SNED.
- Thompson, J.C., 2010. Taphonomic analysis of the Middle Stone Age faunal assemblage from Pinnacle Point Cave 13B, Western Cape, South Africa. *Journal of Human Evolution* 59: 321-339.

- Tixier, J., 1956. Le Hachereau dans l'Acheuléen Nord-Africain-Notes Typologiques. In: Congrès préhistorique de France – Compte-rendu de la XVème session-Poitiers-Angoulême. Bureau de la Société Préhistorique Française, Paris : 914-923.
- Tomassini, Dr. 1883 Gisement Chelléen de Ternifine. Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris VI: 426-431.
- Tong, H.W., Zhang S., Chen F., Li Q., 2008.– Rongements sélectifs des os par les porcsépics et autres rongeurs: cas de la grotte Tianyuan, un site avec des restes humains fossiles récemment découvert près de Zhoukoudian (Choukoutien). L'Anthropologie 111: 353-369
- Toro, I., Lumley, De H., Fajardo, B., Barsky, D., Cauche, D., Celiberti, V., Gregoire, S., Martínez-Navarro, B., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S., 2009. L'industrie lithique des gisements du Pléistocène inférieur de Barranco León et Fuente Nueva 3 à Orce, Grenade, Espagne. L'anthropologie 113: 111-124.
- Toro, I., Barsky, D., Cauche, D., Celiberti, V., Grégoire, S., Lebegue, F., Moncel, M.H., de Lumley, H., 2011. The archaic stone tool industry from Barranco León and Fuente Nueva 3, (Orce, Spain): evidence of the earliest hominin presence in southern Europe. Quaternary International 243: 80-91.
- Toro-Moyano, I., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Souday, C., Bermúdez de Castro, J.M., Martínón-Torres, M., Fajardo, B., Duval, M., Falguères, C., Oms, O., Parés, J.M., Anadón, P., Julià, R., García-Aguilar, J.M., Moigne, A.-M., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S., Palmqvist, P., 2013. The oldest human fossil in Europe, from Orce (Spain), Journal of Human Evolution: 65, 1-9.
- Toth, N., Schick, K.D., Rumbaugh, S.E., Sevcik, R., Rumbaugh, D.M. 1993. Pan the Tool-Maker: Investigations into the Stone Tool-Making and Tool-Using Capabilities of a Bonobo (*Pan paniscus*). Journal of Archaeological Science 20: 81-91.
- Trauth, M.H., Maslin, M.A., Deino, A.L., Strecker, M.R., Bergner, A.G.N., Dühnforth, M. 2007. High- and low-latitude forcing of Plio-Pleistocene East African climate and human evolution. Journal of Human Evolution 53: 475-486.
- Trauth, M.H., Larrasoana, J.C., Mudelsee, M. 2009. Trends, rhythms and events in Plio-Pleistocene African climate. Quaternary Science Reviews 28: 399-41.
- Treves, A., and Naughton-Treves, L., 1999. Risk and opportunity for humans coexisting with large carnivores. Journal of Human Evolution 36: 275-282.
- Turner, A., and Antón, M. 1996a. The Big Cats and Their fossil relatives. Columbia University Press, New York.
- Turner, A., and Antón, M. 1996b. The Giant Hyaena, *Pachycrocuta brevirostris* (Mammalia, Carnivora, Hyaenidae). Geobios 29 (4): 455-468.
- Turner, A., Bishop, L.C., Denys, C., McKee, J.K., 1999. A locality-based listing of African Plio-Pleistocene Mammals. In: Bromage, T.G., Schrenk, F. (Eds.), African biogeography, climate change, & human evolution: 369-399. Oxford University Press.
- Ungar, P.S., Grine, F.E., Teaford, M.F., El Zaatari, S. 2006. Dental microwear and diets of African early *Homo*. Journal of Human Evolution 50: 78-95.

-
- Val, A., Costamagno, S., Discamps, E., Chong, S., Claud, E., Deschamps, M., Mourre, V., Soulier, M.C., Thiébaud, C., 2017. Testing the influence of stone tool type on microscopic morphology of cut-marks: Experimental approach and application to the archaeological record with a case study from the Middle Palaeolithic site of Noisetier Cave (Fréchet-Aure, Hautes-Pyrénées, France). *Journal of Archaeological Science. Reports* 11: 17–28
- Vallverdú, J., Allué, E., Bischoff, J.L., Cáceres, I., Carbonell, E., Cebrià, A., Garcíá-Antón, M.D., Huguet, R., Ibáñez, N., Martínez, K., Pastó, I., Rosell, J., Saladié, P. and Vaquero, M. 2005a. Short human occupations in the Middle Palaeolithic level I of the Abric Romani rock-shelter (Capellades, Barcelona, Spain). *Journal of Human Evolution* 48 (2): 157-174.
- Vallverdú, J., Saladié, P., Rosas, A., Huguet, R., Cáceres, I., Mosquera, M., Garcia-Taberner, A., Estalrich, A., Lozano-Fernández, I., Pineda-Alcalá, A., Carrancho, Á., Villalaín, J.J., Bourlés, D., Braucher, R., Lebatard, A., Vilalta, J., Esteban-Nadal, M., Bennásar, M.L., Bastir, M., López-Polín, L., Ollé, A., Vergés, J.M., Ros-Montoya, S., Martínez-Navarro, B., García, A., Martinell, J., Expósito, I., Burjachs, F., Agustí, J., Carbonell, E., 2014a. Age and Date for Early Arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain). *PloS ONE* 9 (7): 103634.
- Vallverdú, J., Saladié, P., Rosas, A., Huguet, R., Cáceres, I., Pineda, A., Ollé, A., Mosquera, M., García-Taberner, A., Estalrich, A., Carrancho, A., Villalaín, J.J., Bourlés, D., Braucher, R., Lebatard, A., Vilalta, J., Lozano, I., López-Polín, L., Moreno, E., Vergés, J.M., Expósito, I., Agustí, J., Carbonell, E., Capdevila, R., 2014b. El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona, Catalonia, Spain). In: Sala, R. (Ed.), *Pleistocene and Holocene Hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar Strait: the Current Archaeological Record*. Universidad de Burgos, Burgos: 287-295.
- Van der Made, J., and Sahnouni, M. 2013. Updated Plio-Pleistocene faunal lists for Ain Boucherit, Ain Hanech, and El Kherba sites, Algeria. In: *Proceedings of the International Symposium Africa Cradle of the Humanity : Recent Discoveries*. Sétif les 26, 27 et 28 octobre 2009. Travaux du Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques. Nouvelle série n° 18.
- Van der Merwe, N.J., and Tschauner, H. 1999. C4 plants and the development of human societies. In Sage, R.F., Monson, R.K. (Eds.). *C4 Plant Biology*, Academic Press, London: 509-549.
- Vaquero, M. 1997. *Tecnología Lítica y Comportamiento Humano: Organización de las Actividades Técnicas y Cambio Diacrónico en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona)*. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona. Tesis Doctoral.
- Varela, S., and Rodriguez, J. 2004. *Atlas Osteológico. Carnívoros ibéricos*. Madrid: 1-70.
- Vekua, A. 1995. Die Wirbeltierfauna der Villafranchien von Dmanisi (Georgien, Kaukasus) und ihre biostratigraphische Bedeutung. *Jahrb Römisch-Ger Zent mus Mainz* 42: 77–80
- Vekua, A., Lordkipanidze, D., Rightmire, G.P., Agustí, J., Ferring, R., Maisuradze, G., Mouskhelishvili, A., Nioradze, M., Ponce de León, M., Tappen, M., Tvalchrelidze, M., Zollikofer, C. 2002. “A new skull of Early Homo from Dmanisi, Georgia”. *Science* 297: 85-89.

- Verges Bosch, J.M. 2002. Caracterizació dels models d'instrumental lític del mode I a partir de les dades de l'anàlisi funcional dels conjunts litotècnics d'Ain Hanech i El-Kherba (Algeria), Monte Poggiolo i Isernia la Pineta (Italia). Tarragona, Spain, Universitat Rovira i Virgili.
- Villa, P., and Mahieu, E. 1991. Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution* 21: 27-48.
- Villa, P., and Bartram, L. 1996. Flaked bone from a hyena den. In: *Paléo. N. 8*: 143-159.
- Villa, P., 2000. Stone tools in carnivore sites: the case of Bois Roche, *Journal of Anthropological Research* 56: 187-215.
- Villa, P., and d'Errico, F. 2001. Bone and ivory points in the Lower and Middle Paleolithic of Europe. *Journal of Human Evolution* 41: 69–112.
- Villa, P., Castel, J.C., Beauval, C., Bourdillat, V., Goldberg, P. 2004. Human and carnivore sites in the European Middle and Upper Paleolithic : Similarities and differences in bone modification and fragmentation. *Revue de Paléobiologie, Genève* 23 (2): 705-730.
- Villa, P., Soto, E., Santonja, M., Pérez-González, A., Mora, R., Parcerisas, J., Sesé, C., 2005. New data from Ambrona: closing the hunting versus scavenging debate, *Quaternary International* 126–128: 223-250.
- Villa, P and Lenoir, M. 2009. Hunting and Hunting Weapons of the Lower and Middle Paleolithic of Europe. *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approaches to the Study of Palaeolithic Subsistence*: 59–85.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J., Pla, S., Garrido, G., García, F.G., Arribas, A. 2006. A large-mammal site in a meandering fluvial context (Fonelas P-1, Late Pliocene, Guadix Basin, Spain) Sedimentological keys for its paleoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 242: 139–168.
- Voorhies, M.R. 1969. Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska. *Contributions to Geology, Special Paper*: 1-69.
- Vos, J., de Leinders, J.J. M., Hussain, S.T. 1987. A historical review of the Siwalik Hyaenidae (Mammalia, Carnivora) and description of two new finds from Upper Siwalik of Pakistan. *Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen B*, 90: 333-369.
- Vrba, E.S. 1989. Levels of selection and sorting with special reference to the species level. In PH Harvey and L Partridge (eds.): *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, Vol. 6. Oxford: Oxford University Press: 111–168
- Vrba, E.S. 1995. The fossil records of African antelopes (Mammalia, Bovidae) in relation to human evolution and palaeoclimate. In. E.S. Vrba, G.H. Denton, T.C. Partridge, and L.H. Burckle (eds), *Palaeoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins*. New Haven. Conn.: Yale University Press: 385-424.
- Vrba, E.S., 1996. The fossil record of african antelopes (Mammalia, Bovidae) in relation to human evolution and paleoclimate. In: Vrba, E.S., Denton, D.H., Partidge, T.C., Burckle, L.H. (Eds.), *Paleoclimate and evolution, with emphasis on human origins*: 385-424. New Haven & London: Yale University Press.

-
- Vrba, E.S., 1997. New fossils of Alcelaphini and Caprinae (Bovidae, Mammalia) from Awash, Ethiopia, and phylogenetic analysis of Alcelaphini. *Palaeontologia Africana* 34: 127-198.
- Walker, P.L., and Long, J.C. 1977. An experimental study of the morphological characteristics of tool marks. *American Antiquity* 42: 605-616.
- Weigelt, J. 1989, *Recent Vertebrate Carcasses and Their Paleobiological Implications* [translated by J. Schaefer]: University of Chicago Press, Chicago, 188.
- Werdelin, L., and Solounias, N. 1991. The Hyaenidae: taxonomy, systematics and evolution. *Fossils and Strata* 30: 104.
- Werdelin, L. 1999. *Pachycrocuta* (Hyaenids) from the Pliocene of East Africa. *Palaontologische Zeitschrift* 73: 157-165.
- Werdelin, L., and Lewis, M. 2005. Plio-Pleistocene Carnivora of eastern Africa: species richness and turnover patterns. *Zoological Journal of the Linnean Society* 144: 121-144.
- Werdelin, L., and Lewis, M.E. 2008. New species of *Crocuta* from the early Pleistocene of Kenya, with an overview of early Pleistocene hyenas of eastern Africa. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28: 1162-1170.
- West, D.L., and Hasiotis, S.T. 2007. Trace Fossils in an Archaeological Context: Examples from Bison Skeletons, Texas, USA. In William Miller III (Ed.), *Trace fossil concepts, problems, prospects*. Geology Department Humboldt State University Arcata: 545-561.
- White, F. 1983. *The Vegetation of Africa*: Unesco, Paris: 356.
- White, T.D. 1992. *Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*. Princeton University Press. Princeton
- White, T.D. 1995. African omnivores: global climatic change and Plio-Pleistocene hominids and suids. In: Vrba ES, Denton GH, Partridge TC, Burckle LH (eds.) *Paleoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins* (Yale University Press, New Haven): 369-384.
- Wiessner, P., 2002. Hunting, healing, and hxaro exchange, *Evolution and Human Behavior* 23: 407-436.
- Wolff, R.G. 1973. Hydrodynamic sorting and ecology of a Pleistocene mammalian assemblage from California (U.S.A.). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 13: 91-101.
- Wood, B., and Collard, M., 1999. The human genus. *Science* 284: 65-71.
- Wood, B., and Richmond, B.G., 2000. Human evolution: taxonomy and paleobiology. *Journal of Anatomy* 197: 19-60.
- Wynn, J.G., Sponheimer, M., Kimbel, W.H., Alemseged, Z., Reed, K., Bedaso, Z.K. and Wilson, J.N. 2013. Diet of *Australopithecus afarensis* from the Pliocene Hadar Formation, Ethiopia. *PNAS*, Vol. 110 (26): 10495-10500
- Yellen, J.E., 1991. Small mammals: Kung San utilization and the production of faunal assemblages, *Journal of Anthropological Archaeology* 10: 1-26.
- Yravedra, J. 2006. Implicaciones tafonómicas del consumo de lagomorfos por Búho Real (*Bubo Bubo*) en la interpretación de los yacimientos arqueológicos. *An Murcia* 22: 33-47.

- Yravedra, J., Domínguez-Rodrigo, M., Santonja, M., Pérez-González, A., Panera, J., Rubio-Jara, S., Baquedano, E. 2010. Cut marks on the Middle Pleistocene elephant carcass of Áridos 2 (Madrid, Spain). *Journal of Archaeological Science* 37: 2469-2476.
- Zanoli, C., Bayle, P., Macchiarelli, R., 2010. Tissue proportions and enamel thickness distribution in the early Middle Pleistocene human deciduous molars from Tighenif, Algeria. *C. R. Palevol.* 9: 341-348.
- Zanoli, C., and Mazurien, A. 2013. Endostructural characterization of the *H. heidelbergensis* dental remains from the early Middle Pleistocene site of Tighenif, Algeria. *C. R. Palevol* 12: 293–304.
- Zink, K.D., and Lieberman, D.E. 2016. Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. *Nature*, Vol. 531: 500–503.
- Zunino M., Pavia M., Sixto R.F.L., Pavia G. 2012 - Taphonomic Analysis of the Lower Pleistocene Pirro Nord fossil locality (Pirro 10 Site, Puglia, Southern Italy): a depositional Model for vertebrate assemblages in a karstic environment. *Palaios* 27: 3-18.

Liste des figures

Figure. II. 1. Chronostratigraphie du Quaternaire dans le péninsule ibérique (Silva et al., 2009). Le rectangle noir réfère Pléistocène inférieur en Europe.....	14
Figure. II. 2. Comparaison des variations d'excentricité (Berger et Loutre, 1991), présence de lacs en Afrique de l'Est (Trauth et al., 2005, 2007, Shultz et Maslin, 2013) avec flux de poussière méditerranéen (Larrasoana et al., 2003), carbonate de sol les isotopes du carbone (Levin, 2013), avec la transition d'évolution des hominidés (Shultz et al., 2012) D'après Maslin et al. (2014).....	16
Figure. II. 3. Les sites acheuléens en Afrique (https://www.universalis.fr/encyclopedie).....	22
Figure. IV. 1. - Localisation géographique du site de Pirro Nord Italie.....	109
Figure. IV. 2. - Vue panoramique de Pirro 13 et Pirro 10 (Pavia et al., 2012).....	110
Figure. IV. 3.- Localisation du site Pirro Nord à l'intérieur de la carrière "Cave dell'Erba" et stratigraphie synthétique de la zone fouillée (Arzarello et al., 2015).	116
Figure. IV. 4.- Section stratigraphique longitudinale de P13 objet de travail systématique. Les lignes pointillées noires indiquent la correspondance entre l'Unité Sédimentaire et les niveaux sédimentaires observés en 2007. La position du sondage est indiquée en rouge dans le schéma en haut. En rouge, la ligne pointillée montre la fouille de 2008 à 2010 (Bagnus, 2011).	116
Figure. IV. 5. -Paramètres biochronologiques et schéma chronologique du registre des mammifères du Pléistocène en Europe SW (Palombo, 2017).	123
Figure. IV. 6. - Cycles de végétations au début du Pléistocène en Italie : En haut : succession schématique de la végétation en Europe durant les cycles climatiques forcés par l'obliquité ; Au milieu : Conditions optimales (végétation ouverte mais pas frais) pour l'expansion des hominidés avec un cadre de cycles climatiques superposés et lourds ; En bas : Cycles climatiques. Position des dispersions des événements de Arribas et Palmqvist (1999) Leroy et al., 2011	124
Figure. IV. 7. - Corrélation chrono stratigraphique de la faune des grands mammifères du Pléistocène inférieur en Italie et la localisation stratigraphiques des échantillons de pollens (Magri et al., 2010).	125
Figure. V. 1. – Représentation du NISP% par taxons identifiés à PN13.	130
Figure. V. 2. – NMI % des taxons identifiés à PN13 selon les classes de poids attribuées (a : les herbivores ; b : les carnivores).	133
Figure. V. 3. – Représentation du %NME identifié selon les catégories de tailles.....	135
Figure. V. 4. – Représentation des os longs du matériel analysé en fonction de leurs longueurs..	137
Figure. V. 5. (a,b,c,d) - Représentation de l'angle, du profil et du bord des fractures, ainsi que la relation entre la longueur des diaphyses et leur circonférence.	138
Figure. V. 6. – Altérations taphonomiques observées sur les fossiles analysés.....	139
Figure. V. 7. - Traces d'activités anthropiques. 1, 2- Plusieurs incisions obliques, regroupées sur un métatarse gauche d' <i>Equus altidens</i> , avec la présence de « <i>flaking on the shoulders of the groove</i> » » un écaillage sur les épaules de la rainure	142
Figure. V. 8. - Modifications anthropiques : a- Incision linéaire, oblique sur la partie dorsale latérale d'un corps d'une vertèbre lombaire d'herbivore de taille de <i>Pseudodama</i> ; b- Diaphyse d'un métatarse d'herbivore de taille de <i>Pseudodama</i> portant une incision linéaire, oblique, profonde avec une section en forme « V » et des micro striations continues.	143
Figure. V. 9. - Modifications anthropiques : a- Deux incisions, parallèles, obliques, coupées par le bord de la fracture sur la diaphyse d'un os long d'un animal de taille moyenne ; b- Deux	

incisions, parallèles, obliques sur la diaphyse d'un os long d'un animal de taille moyenne ; c- Incision linéaire profonde, oblique/transversale sur la partie latérale de la diaphyse d'un métatarse de <i>Praemegaceros</i>	144
Figure. V. 10. - Distribution des cut marks identifiées à PN13 sur les différents éléments anatomiques des taxons (a = <i>Pseudodama</i> , b = <i>Praemeragceros</i> , c = <i>Equus</i>) (https://www.archeozoo.org).....	145
Figure. V. 11. – Evidences de fracturation anthropique : a - cône de percussion (animal de grande taille) ; b- éclat de percussion (animal de taille moyenne) ; c- diaphyse d'os long (animal de taille moyenne) avec des traces de percussion ; d- épiphyse+diaphyse proximale d'un métatarse de cervidé portant un éclat parasite résultant d'une fracturation anthropique ; e- diaphyse d'os long (animal de grande taille) avec des traces de percussion.....	146
Figure. V. 12. – NRC (nombre de restes modifiés par les carnivore) Selon les segments anatomiques et les classes de poids.....	149
Figure. V. 13. – NRC (nombre de restes modifiés par les carnivores) selon leur longueur et leurs classes de poids.	149
Figure. V. 14. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures corticales (<i>Scores shaft length</i>) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012).A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion.....	152
Figure. V. 15. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures corticales (<i>Scores shaft breadth</i>) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012).A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion.....	152
Figure. V. 16. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures sur os spongieux (<i>Scores end length</i>) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion	152
Figure. V. 17. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures sur os spongieux (<i>Scores end breadth</i>) en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion	152
Figure. V. 18. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des dépressions corticales en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion	153
Figure. V. 19. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des dépressions corticales en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion	153
Figure. V. 20. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des dépressions spongieuses en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion	153
Figure. V. 21. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des dépressions spongieuses en comparaison avec celles d'Andrés et al. (2012). A=Carnivore PN13, B= Hyena, C=Wolf, D=Fox, E=Maasai, F=Baboon, G=Dog, H=Lion	153
Figure. V. 22. - Différentes modifications causées par les carnivores : a- Rainure sur une métaphyse d'os long (animal de grande taille) causée par un grand carnivore ; b- Dépression sur un fragment d'os (animale de taille petite) causée par un carnivore de taille moyenne ; c- Dépression sur la partie dorsale d'un corps vertébral causée par un carnivore de taille petite	154
Figure. V. 23. - Différentes altérations produites par les carnivores : a et b-Vertèbres cervicales (animal de taille moyenne) portant des traces de consommation ; c- Altérations par digestion	

sur une diaphyse d'un métapode (animal de taille moyenne) ; d- Coprolithe de l'hyène ; e- Diaphyse d'un fémur (animal de taille moyenne) présentant des traces de consommations (piques).....	155
Figure. V. 24. – Traces d'activités anthropiques associées à de modifications causées par les carnivores. 1, 2- Plusieurs incisions obliques, regroupées sur un métatarse gauche d' <i>Equus altidens</i> , avec la présence de « <i>flaking on the shoulders of the groove</i> » un écaillage sur les épaules de la rainure; 3- Une rainure causée par un carnivore.....	156
Figure. V. 25. (a, b, c). – La relation entre %MAU et la densité minérale (g/cm ³) des éléments anatomiques selon les classes de poids. Les valeurs <i>P</i> et $r^2 \approx 0$ montrent l'existence d'une corrélation positive et significative, et la relation entre la valeur de la survie des os et de la densité minérale de l'espèce est quasiment nulle.....	157
Figure. V. 26. - a, b - Action de rongeurs sur deux fragments d'os longs (animal de très grande taille, possible de de proboscidiens).	158
Figure. V. 27. - NR % affectés par la météorisation (<i>weathering</i>). F1 : fine ; F2 : peu profonde ; F3 : profonde et F4 : craquelures profondes.	159
Figure. V. 28. - Différents types de fissurations : a- Incisive inférieure gauche d' <i>Homotherium</i> portante de craquelures causées par la pression de sédiment ; b,c,d- Radius droit <i>Pseudodama</i> , Radius gauche. Mandibule droite de <i>Bison degiulii</i> portant des fissures très profondes causées par l'action mécanique (transport et chute dans la cave).....	160
Figure. V. 29. – Traces de piétinement sur un fragment d'os long (Animal de grande taille).....	161
Figure. V. 30. – NR% affectés par le piétinement selon les segments anatomiques et les classes de poids.....	162
Figure. V. 31. a,b. NR% affecté par l'abrasion, arrondissement/polissage en fonction des classes de poids et des segments anatomiques.....	164
Figure. V. 32. – Différents types d'abrasion par action mécanique : a- Diaphyse d'os long érodé (R2) ; b- Epiphyse d'os long complètement érodée (R3) ; c- Fragment de bois de cervidé érodé et poli (R3) ; d- Astragale gauche d' <i>Equus altidens</i> érodé (R3).	164
Figure. V. 33. – a- Astragale gauche de <i>Pseudodama cf. farnetensis</i> complètement couvert d'une couche de manganèse ; b- Tibia gauche de <i>Praemegaceros</i> avec des plages de manganèse associé à des traces d'oxyde de fer ; c- Mandibule droite de <i>Pseudodama cf. farnetensis</i> avec une couche fine de concrétion ; d- Dent jugale supérieure droite d' <i>Equus altidens</i> recouverte d'une concrétion massive.....	166
Figure. V. 34. - Modifications produites par des agents fossilo-diagénétiques. a- Canine d'un grand félin portant des traces de dissolution chimique ; b- Diaphyse d'os long (animal de grande taille) altérée par la dissolution chimique ; c- Fragment d'os long (animal de très grande taille) présentant des traces de dissolution chimique ; d- Diaphyse d'os long (animal de taille moyenne) présentant des traces de corrosion chimique ; e- Diaphyse d'os long (animal de petite taille) présentant des traces de racines de végétations.	167
Figure. V. 35. – Stratégie de transport pour <i>Pseudodama cf. farnetensis</i> en fonction du %MAU et %MGUI	182
Figure. V. 36. – Indice d'utilité nutritive (<i>Marrow Utility Index MUI</i>) pour <i>Pseudodama cf. farnetensis</i> selon le %MAU (Morin, 2007).	183
Figure. V. 37. – Indice de moelle (<i>Standard Food Utility Index (s)FUI</i>) pour <i>Pseudodama cf. farnetensis</i> en fonction du %MAU (Metcalf, 1988).....	183
Figure. VI. 1. Localisation géographique de Tighennif (d'après les Images Satellites, Google Earth)	195
Figure. VI. 2. Profil de la géologie de la plaine d'Eghris (Bekkoussa et al., 2013).....	199

Figure. VI. 3. Extrait de la géologie du bassin de la plaine d'Eghris (Bekkoussa et al., 2013)	199
Figure. VI. 4. Plan du site de Tighennif montrant les travaux de terrain successifs effectués (Sahnouni et al, travaux en cours	201
Figure. VI. 5. Prélèvements de sédiments pour analyses magnétostratigraphique et chronologie absolue par les techniques RPE et OSL. a- J.M. Parés échantillonnant pour le paléomagnétisme ; b- M. Duval prélevant des grains de quartz pour étude RPE et OSL....	204
Figure. VI. 6. Relevé topographique en 3D du gisement de Tighennif indiquant les Loci des fouilles par les flèches : locus A (gauche) et D (droite) (Sahnouni et al., in press)	205
Figure. VI. 7. Profile Nord-Sud du site de Tighennif (Sahnouni et al.)	205
Figure. VI. 8. Coupe stratigraphique dépôts sédimentaires Locus D, Tighennif (Abdessadok et al.)	207
Figure. VI. 9. Corrélation stratigraphique entre les Locus A, Tighennif (d'après Abdessadok et al.)	208
Figure. VI. 10. Spécimens d' <i>Atlanthropus mauritanicus</i> de Tighennif (Arambourg et Hoffstetter, 1963)	215
Figure. VI. 11. <i>Theropithecus oswaldi</i>	217
Figure. VI. 12. Carnivores.....	218
Figure. VI. 13. Bovidés	218
Figure. VI. 14. Equidé, phacochères, éléphant, rhinocéros et hippopotame.	219
Figure. VI. 15. Bovidés.	220
Figure. VI. 16. Changements climatiques en Afrique durant le Plio-Pléistocène en relation avec l'évolution biologique et culturelle des hominidés (deMenocal, 2004).	227
Figure. VI. 17. Orientation des artefacts lithiques à Tighennif (n=219) (d'après M. Sahnouni) ..	232
Figure. VI. 18. Inclinaison des artefacts lithiques à Tighennif (n=220) (d'après M. Sahnouni)...	232
Figure. VI. 19. L'assemblage lithique de Tighennif : Matière première et catégories des artefacts (d'après M. Shanouni).....	233
Figure. VI. 20. Artefacts lithiques recueillis à Tighennif (d'après M. Sahnouni).....	234
Figure. VI. 21. Concentration des vestiges lithiques recueillis à Tighennif (d'après M. Shanouni)	235
Figure. VII. 1.- Représentation des taxons identifiés à Tighennif, Locus A et D, selon leur NISP%	241
Figure. VII. 2. – NMI % des taxons identifiés à TIG, Locus A (n=1072) et Locus D (n=180). En fonction des classes de poids attribuées	245
Figure. VII. 3. – NME% identifié à TIG -Locus A et D selon les catégories de poids.	248
Figure. VII. 4. - Représentation des segments anatomique par NME%. Locus A et D.	250
Figure. VII. 5. - Représentation des segments anatomique par NME% et par classes de poids. Locus A et D.	250
Figure. VII. 6. - %MAU des catégories de poids dans le Locus A.	252
Figure. VII. 7. - %MAU des catégories de poids dans le Locus D	253
Figure. VII. 8. – Nombre de restes en fonction de leur taille Locus A et D.....	255
Figure. VII. 9. - Représentation de l'angle, du profil et de la texture du bord des fractures. Comparaison entre le Locus A et D.	256

- Figure. VII. 10. – Altérations taphonomiques observées sur les fossiles analysés de Tighennif. 257
- Figure. VII. 11. - Traces de découpe Locus A : a- Ulna gauche de *Ceratotherium mauritanicum* montrant trois incisions obliquement orientées, courtes sub-parallèles, situées sur le bord caudal (décharnement), b- Os coxal d'Ungulata de très grande taille avec traces de découpe sur la partie du col et sur la partie distal de l'ilium (décharnement), c- Diaphyse de côte d'Ungulata de très grande taille avec une incision oblique sur la face dorsale (décharnement), d- Tibia gauche d'*Equus* sp. montrant plusieurs incisions regroupées sur sa face latérale (décharnement) - 264 -
- Figure. VII. 12. - Métacarpe gauche d'*Equus* sp. (Locus A) ; à droite, un sillon oblique à section en V profond (dépeçage) ; à gauche deux autres incisions obliques parallèles (dépeçage)..- 265 -
- Figure. VII. 13. - Diaphyse d'os long de très grande taille (Locus A) montrant un sillon rectiligne, oblique à section en V profond (décharnement) - 265 -
- Figure. VII. 14. - Locus A- Diaphyse d'os long de taille moyenne présentant trois incisions obliques parallèles, superposées par des rainures causées par un carnivore.....- 266 -
- Figure. VII. 15. - Distribution des cut marks identifiées à TIG-Locus A sur les différents éléments anatomiques des taxons les plus exploités (a = *Equus* sp., b = *Ceratotherium*, c = *Antilopini*) (<https://www.archeozoo.org>) - 266 -
- Figure. VII. 16. - Locus D. Tibia droit de *Bos bubaloides* montrant un sillon / entaille (à droite) à section en forme V étroit profond sur la face postérieure au bord de la fracture ; associé à plusieurs incisions fines obliques parallèles (à gauche).....- 268 -
- Figure. VII. 18. - Locus A- Diaphyse d'os long présentant des stigmates de percussion, point d'impact ainsi que des enlèvements intentionnels (possible aménagement). 272
- Figure. VII. 19. - Locus A- a- Héli mandibule (segment molaire) gauche d'*Equus* sp. montrant des points d'impact de percussion sur la face vestibulaire ; b- Mandibule droite de *Metridiochoerus modestus* portant des stigmates de percussion sur le corps de la mandibule et présente un arrondissement (rounding/polishing)..... 273
- Figure. VII. 20. - Locus A- a- fragment diaphysaire d'os long de très grande taille résultant d'une fracturation intentionnelle. Locus D- b- fragment de diaphyse d'os long de taille moyenne portant des retouches résultant de la fracturation ; c- fragment diaphysaire d'os long de grande taille représentant un éclat de percussion..... 275
- Figure. VII. 21. - Locus A, a- Diaphyse d'os long de très grande taille montrant deux bords avec des encoches. Locus D- b- Diaphyse d'os long de très grande taille montrant un point d'impact (percussion), avec une extrémité un l'un des bords avec des encoches..... 276
- Figure. VII. 22. – Locus A- Diaphyse d'os long de très grande taille présentant des enlèvements résultant d'une fracturation. 277
- Figure. VII. 23. - Locus D – a-Diaphyse d'os long de grande taille présentant des encoches. Locus A- b- Epiphyse distale de radius gauche d'*Equus* sp. montrant deux stigmates de percussion. c et d- Diaphyses d'os longs de grande et de taille moyenne montrant une fracture sur os frais, ainsi qu'une extrémité biconcave avec une encoche éventuellement de fracture primaire..... 277
- Figure. VII. 24. - L'emplacement anatomique des marques de percussion sur les différents éléments squelettiques selon le taxon. (a=tibia droit d'*Equus caballus*, b=radius droit de *Bos taurus*, c=tibia gauche de *Bos taurus*, d=métatarse droit d'*Equus caballus*, e=crâne de *Phacochoerus africanus*, f=mandibule gauche d'*Equus caballus*) (* <https://simple.wikipedia.org/> * <http://theses.vet-alfort.fr/> * <https://www.archeozoo.org>) 278
- Figure. VII. 25. - Locus A- Diaphyse de radius droit d'*Antilopini* de taille moyenne, dont l'une des extrémités est une pointe émoussée avec traces probablement d'utilisation sur la pointe. Ainsi que des incisions sur la face postérieure (décharnement) dans la partie pointue. 280

Figure. VII. 26.- Locus A- Diaphyse de tibia gauche d' <i>Equus</i> sp. Exhibant une extrémité pointue et émoussée, probablement par l'action d'utilisation.....	280
Figure. VII. 27.- Répartition verticale des restes fauniques Locus A. En haut selon le profil (X, Z) et en bas en fonction de (Y, Z).....	282 -
Figure. VII. 28.- Répartition verticale des restes fauniques Locus D. En haut selon le profil (X, Z) et en bas en fonction de (Y, Z).....	283
Figure. VII. 29. - Locus A- a. éclat sur une canine/incisive d' <i>Hippopotamus sirensis</i> , montrant le bulbe et les négatifs d'enlèvements (débitage) comme dans le lithique ; b. canine inférieure gauche d' <i>Hippopotamus sirensis</i> , exhibant un négatif d'éclat débité (D'après Sahnouni et al. Travaux en cours).....	284
Figure. VII. 30.- Locus A- Fragments d'ivoire canines/incisives d' <i>Hippopotamus sirensis</i>	285
Figure. VII. 31.- Locus A- a- Maxillaire gauche de <i>Camelus thomasi</i> montrant de traces de consommation par les carnivores, b- Epiphyse d'un fémur droit de <i>Ceratotherium mauritanicum</i> consommé par les carnivores.....	287
Figure. VII. 32. Locus A- a- Diaphyse d'os long de grande taille, portant des dépressions engendrés par un carnivore.	287
Figure. VII. 33. - Locus A- a- Pelvis (ischium) gauche d' <i>Equus</i> sp. portant des piqûres de carnivores.....	288
Figure. VII. 34. – NRC (nombre de restes modifiés par les carnivores), en fonction des classes de poids et des segments anatomiques.....	289
Figure. VII. 35.- Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures corticales (<i>Scores shaft length</i>) en comparaison avec celles d'Andres et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion.....	290
Figure. VII. 36.- Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures corticales (<i>Scores shaft breadth</i>) en comparaison avec celles d'Andres et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion.....	290
Figure. VII. 37.- Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la longueur des rainures sur os spongieux (<i>Scores end length</i>) en comparaison avec celles d'Andres et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion.....	290
Figure. VII. 38. - Valeurs moyennes et intervalles de confiance à 95% de la largeur des rainures sur os spongieux (<i>Scores end breadth</i>) en comparaison avec celles d'Andres et al. (2012). A=Carnivore Locus A, B=Carnivore PN13, C= Hyena, D=Wolf, E=Fox, F=Maasai, G=Baboon, H=Dog, I=Lion.....	290
Figure. VII. 39. - NR % affectés par la météorisation (<i>weathering</i>). F1 : fine ; F2 : peu profonde ; F3 : profonde et F4 : craquelures profondes.	294
Figure. VII. 40. - Locus A- <i>Ceratotherium mauritanicum</i> , a- Calcanéum gauche, b- Fragment d'une scapula gauche ; présentent l'impact de la météorisation.	294
Figure. VII. 41. – NR% affectés par le piétinement par segments anatomiques et par classes de poids. Locus A et D.....	296
Figure. VII. 42. - Locus D – a- Diaphyse d'os long de grande taille montrant des traces de piétinement. Locus A- Diaphyse d'os long de grande taille montrant des traces de piétinement.....	297
Figure. VII. 43. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés à tighennif. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.....	298

Figure. VII. 44. - NR% érodés/polis selon les classes de poids et les segments anatomiques.....	299
Figure. VII- 45. - Locus A- Altération par abrasion a- Diaphyse d'os long de taille moyenne, dont la partie médullaire est complètement abrasée, b- diaphyse d'un radius de grande taille montre l'action de l'abrasion, c- Métatarse d'un <i>Bovini</i> de grande taille portant des stigmates de percussion abrasée.....	300
Figure. VII. 46. – Répartition verticale des restes altérés par l'abrasion, piétinement et les carnivores selon (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. Locus A.....	301 -
Figure. VII. 47. – Répartition verticale des restes altérés par l'abrasion, piétinement et les carnivores selon (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. Locus D.....	302
Figure. VII. 48. - Locus A- a- Diaphyse de tibia droit d' <i>Equus</i> sp. montrant la partie postérieure écrasée et déformée par la pression de sédiment, b- Première incisive inférieure gauche d' <i>Hippopotamus sirensis</i> fracturée et déformée par action mécanique, c- Métacarpe gauche d' <i>Equus</i> sp. écrasé et déformé par action mécanique.	304
Figure. VII. 49. - Locus D- Diaphyse de côte de grande taille montrant des traces de racines de végétations localisé (à gauche), Locus A- b- Diaphyse d'os long de grande taille montrant toute la surface corticale altérée par les traces de racines de végétation.....	305
Figure. VII. 50. - Locus A- a-Phalange médiane d' <i>Equus</i> sp. montre l'altération par l'oxyde de fer, Locus D- b- Molaire supérieure droite d' <i>Equus</i> sp. montre la précipitation en oxyde de manganèse.....	306
Figure. VII. 51. - Coxal droit d' <i>Hippopotamus sirensis</i> montrant une couche de sable fin concrétionné.....	307
Figure. VII. 52. - Locus A- Altération par corrosion chimique : a- Molaire inférieure gauche d' <i>Equus</i> sp., b- fragment de diaphyse d'os long de taille moyenne.....	308
Figure. VII. 53.- Répartition verticale des restes altérés par la corrosion chimique, concrétion et oxydation en fonction de (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. Locus A.....	308
Figure. VII. 54. Répartition verticale des restes altérés par la corrosion chimique, concrétion et oxydation en fonction de (X, Z) en haut et en fonction de (Y, Z) en bas. Locus D.....	309
Figure. VII. 55. -Orientation par diagramme de Roses et Inclinaison (°) des restes fossile du Locus A.....	310
Figure. VII. 56. -Orientation par diagramme de Roses et Inclinaison (°) des restes fossile du Locus D.....	310
Figure. VII. 57. (a,b et c)- Coefficient de corrélation de Pearson entre les éléments anatomiques de haute survie (%MAU) et l'indice d'utilité générale (S)FUI (Metcalfé et Jones, 1988) entre les restes des trois principales classes de poids: très grande, grande et moyenne, avec ceux hypothétiques de (Faith et Gorden, 2007).....	312
Figure. VII. 58. - Relation entre les proportions des parties squelettiques des deux principales classes de poids (grande et moyenne) et l' <i>Unsaturated Marrow Index</i> (UMI) (Morin, 2007, 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998).....	313
Figure. VII. 59. (a,b)- Coefficient de corrélation de Pearson entre les éléments anatomiques de haute survie (%MAU) et l'indice d'utilité générale (S)FUI (Metcalfé et Jones, 1988) entre les restes des trois principales classes de poids: grande et moyenne, avec ceux hypothétiques de (Faith et Gorden, 2007).....	315
Figure. VII. 60.- Relation entre les proportions des parties squelettiques des deux principales classes de poids (grande et moyenne) et l' <i>Unsaturated Marrow Index</i> (UMI) Dans le Locus D (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998).....	316
Figure. VII. 61. – Distribution des données du Ration épiphyses/diaphyses et le %change (détérioration) de l'assemblage osseux Locus A.	320

Figure. VII. 62. – Distribution des données du Ration épiphyses/diaphyses et le %change (détérioration) de l'assemblage osseux Locus D.....	321
Figure. VII. 63. Schéma modélisant l'évolution de la formation de l'accumulation des fossiles du gisement de Tighennif.....	346

Listes des Tableaux

Tableau. III. 1.- Classes des poids attribuées aux taxons d'animaux analysés selon l'âge.	60
Tableau. III. 2. - Résumé de la définition des variables utilisées pour l'analyse et l'examen des traces de découpe (selon les critères diagnostics détaillée par Domínguez-Rodrigo et al. (2009).....	63
Tableau. III. 3.- Les différents stades du processus de météorisation (Behrensmeyer, 1978)	78
Tableau. III. 4. - Potentiel de transport hydrique des éléments squelettiques (Stojanowski, 2002). 80	80
Tableau. III. 5.- Stades d'arrondissement et de polissage provoqués par l'abrasion (Cáceres, 2002).	82
Tableau. IV. 1.- Liste faunique complète de Pirro Nord; modifiée par Arzarello <i>et al.</i> (2009), Petronio et Marcolini, (2013).....	114
Tableau.V. 1. – Nombre de restes (NR) fossiles récupérés à Pirro Nord13 (PN13).....	129
Tableau.V. 2. – Nombre de restes (NR) fossiles récupérés à PN13 classé par famille et par classes de poids.TG : très grande taille, G : grande taille, M : taille moyenne, P : petite taille, Indet : taille indéterminée.....	129
Tableau. V. 3. – Représentation squelettique NISP(NME) des taxons récupérés à PN13	131 -
Tableau. V. 4. – NISP, NME et NMI des taxons identifiés à PN13 en fonction des catégories d'âge. NISP : number of identified specimens ; NME : nombre minimum d'éléments ; NMI : nombre minimum d'individus.....	132
Tableau. V. 5. – NISP et NME selon les classes de poids. TG : très grande taille ; G : grande taille ; M : taille moyenne ; P : petite taille ; TP : très petite ; Indet : taille indéterminée	134
Tableau. V. 6. – NME récupéré à PN13 selon les segments anatomiques (dents isolées n'ont intégrées).....	135
Tableau. V. 7. – NR, NME du squelette appendiculaire par classes de poids (sauf herbivore intégrés).	135
Tableau. V. 8. – NME, MAU et %MAU pour les trois principales classes de poids G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille.	136
Tableau. V. 9. – Longueur des restes fossiles récupérés à PN13 selon les classes de poids (% en rapport à la totalité du matériel).....	137
Tableau. V. 10. – Restes osseux avec traces de découpe, morphologie, typologie et activité par taxon et poids (Anat = anatomie, Lat = latéralité, NCC = nombre de cut marks, Loc = localisation, Délin = délinéation, Distr = distribution, Fin = finalité, Long max-min = longueur maximale-minimale, Déc = Décharnement, Dép = Dépeçage, Diaph = Diaphyse, Epiph = épiphyse, Métaph = métaphyse, Prox = Proximal, Ant = Antérieur, Lat = Latéral, A = Adulte, JA = Jeune Adulte, G = Grande Taille, M = Taille Moyenne, P = Petite Taille, Indet = Indéterminé)	140
Tableau. V. 11.– Nombre de reste modifiés par les carnivores à PN13 par taxon. (NRC = nombre de restes modifiés par les carnivores)	147
Tableau. V. 12. - NR modifiés par les carnivores à PN13 (% en rapport avec la totalité du matériel n=1285).....	147
Tableau.V. 13. - NR modifié par les carnivores (toutes les modifications) selon les parties anatomiques et les classes de poids. NR : nombre de restes récupérés ; NRC : nombre de restes affectés par les carnivores	148
Tableau. V. 14. - NR (%) modifiés par les carnivores par taxon et classes de poids.....	149

Tableau. V. 15. – Longueur, largeur et localisation des rainures produites par les carnivores. Diaph = diaphyse ; Epiph = épiphyse ; Indet = indéterminé.....	150
Tableau. V. 16. – Paramètres métriques des morsures de carnivores sur les restes osseux de PN13 95 % CI Inf = intervalles de confiance à 95% inférieur, 95 % CI Sup = intervalles de confiance à 95% supérieur, n = nombre d'échantillon, Mean = moyenne, Min = minimum, Max = maximum, SD = Standard déviation, Long. Rain. Cort = longueur des rainures corticales, Larg. Rain. Cort = largeur des rainures corticales, Long. Rain. Sp = longueur des rainures spongieuses, Long. Rain. Sp = largeur des rainures spongieuses.	151
Tableau. V. 17. – Longueurs et largeurs des différentes dépressions produites par les carnivores.	152
Tableau. V. 18. – Paramètres métriques des morsures de carnivores sur les restes osseux de PN13. 95 % CI Inf = intervalles de confiance à 95% inférieur, 95 % CI Sup = intervalles de confiance à 95% supérieur, n = nombre d'échantillon, Mean = moyenne, Min = minimum, Max = maximum, SD = Standard déviation, Long. Dép. Cort = longueur des dépressions corticales, Larg. Dép. Cort = largeur des dépressions corticales, Long. Dép. Sp = longueur des dépressions spongieuses, Long. Dép. Sp = largeur des dépressions spongieuses.	153
Tableau. V. 19. - NR altérés par le piétinement selon les classes de poids.....	162
Tableau. V. 20. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés à PN13. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.	163
Tableau. V. 21. – Les valeurs de (S)FUI (<i>Standard Food Utility Index</i>), NME, MAU, %MAU du matériel faunique de PN13, selon les classes de poids, les valeurs de viande et le degré de survie (Metcalfé et Jones, 1988)	168
Tableau. V. 22. – Les valeurs de <i>P(normal)</i> , de <i>r</i> et de <i>r</i> ² de la corrélation entre (S)FUI et %MAU selon le degré de survie, le coût en viande pour chaque classe de poids.	168
Tableau. V. 23. – Les valeurs de l' <i>Utility Index</i> , NME, MAU, %MAU des restes osseux de PN13. (Pour le Bison Lyman, 1994; pour le le renne et le ovis aries Metcalfé et Jones, 1988) selon les classes de poids.	169
Tableau. V. 24. – Les valeurs de <i>P(normal)</i> , de <i>r</i> et de <i>r</i> ² de la corrélation entre GUI et %MAU selon les classes de poids	169
Tableau. V. 25. – Les valeurs d' <i>Unsaturated Marrow Index</i> (UMI), NME, MAU et %MAU Selon les différentes classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)	170
Tableau. V. 26. – Les valeurs de <i>P(normal)</i> , de <i>r</i> et de <i>r</i> ² de la corrélation entre UMI et %MAU selon les classes de poids.....	170
Tableau. V. 27. – Proportions conservées des restes : humérus, radio-ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarse : selon les classes de poids les plus importantes. G : grande ; M : moyenne ; P : petite ; Epiph : épiphyse ; Dist : distal ; Prox : proximal ; Diaph : diaphyse	171
Tableau. V. 28. – Analyse d'épiphyses, de diaphyses et du pourcentage de change (détérioration). Epiph : épiphyse ; Dist : distal ; Prox : proximal ; Diaph : diaph ; Esp : espéré ; (*) En rapport avec le NME.....	171
Tableau. V. 29. – Les valeurs de (S)FUI et de NME des éléments à survie élevée, avec les résultats de l'indice <i>Evenness</i> (<i>e</i>), les valeurs de ratio de <i>Spearman's</i> et la stratégie de transport U = <i>unconstrained</i> ; (S)FUI = <i>Standard Food Utility Index</i>	181
Tableau. VI. 1. Différents indices des mandibules d' <i>Atlantropus</i> I, II et III.....	211
Tableau. VI. 2. Liste faunique de Tighennif (d'après van der Made, travaux en cours).....	217
Tableau. VI. 3. Les restes d'hominidés du Pléistocène moyen au Maghreb	221
Tableau. VII. 1. – Nombre de restes (NR) fossiles analysés Locus A et D. Site de Tighennif (TIG).	239

Tableau. VII. 2. – Nombre de restes (NR) analysés à TIG par famille et par groupes de poids (restes non identifiables taxonomique). TG = très grande taille, G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille, TP = très petite taille, Indet = taille indéterminée (Geraads et al., 1986 ; van der Made, sous presse)	240
Tableau. VII. 3. – Représentation squelettique NISP(NME) des taxons récupérés à Locus A.....	242
Tableau. VII. 4. – Représentation squelettique NISP(NME) des taxons récupérés à Locus D.....	243
Tableau. VII. 5. – NISP et NMI des taxons identifiés à TIG en fonction des catégories d'âge. NISP : number of identified specimens ; NMI : nombre minimum d'individus.....	244
Tableau. VII. 6. – NISP et NME selon les classes de poids (n=1072). Locus A. TG : très grande taille ; G : grande taille ; M : taille moyenne ; P : petite taille ; TP : très petite ; Indet : taille indéterminée.....	246
Tableau. VII. 7. – NR et NME selon les classes de poids (n = 180). TG : très grande taille ; G : grande taille ; M : taille moyenne ; P : petite taille ; TP : très petite ; Indet : taille indéterminée.....	247
Tableau. VII. 8. - NME% selon les segments anatomiques et les classes de poids. Locus A.....	248
Tableau. VII. 9. – %NME et des parties anatomiques du squelette appendiculaire en fonction des classes de poids Locus A	248
Tableau. VII. 10. - NME% des fossiles osseux de Locus D, selon les segments anatomiques et des classes de poids.	249
Tableau. VII. 11. – NME% des parties anatomiques du squelette appendiculaire par classes de poids. Locus D	249
Tableau. VII. 12. – NME, MAU et %MAU pour les classes de poids du Locus A TG = très grande taille, G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille.	251
Tableau. VII. 13. – NME, MAU et %MAU pour les classes de poids du Locus D. TG = très grande taille, G = grande taille, M = taille moyenne, P = petite taille.	253
Tableau. VII. 14. – Longueur des restes osseux fragmentés TIG-Locus A, selon les classes de poids.....	254
Tableau. VII. 15. – Longueur des restes osseux fragmentés à Locus D, selon les classes de poids.	255
Tableau. VII. 16. – Locus A. Eléments anatomiques portant des traces découpe, morphologie, typologie et activité par taxon et poids (Anat = anatomie, Lat = latéralité, NCM = nombre de cut marks, Loc = localisation, Délin = délinéation, Distr = distribution, Fin = finalité, Long max-min = longueur maximale-minimale, Déc = Décharnement, Dép = Dépeçage, Evisc = éviscération, Diaph = Diaphyse, Epiph = épiphyse, Métaph = métaphyse, Prox = Proximal, Ant = Antérieur, Int = interne, Ext = externe, Post = postérieur, Cort = cortical, Dors = dorsal, Caud = caudal, Lat = Latéral, A = Adulte, JA = Jeune Adulte, TG = Très grande taille, G = Grande Taille, M = Taille Moyenne, P = Petite Taille, Indet = Indéterminé), D = droit, G = gauche.....	263 -
Tableau. VII. 17. – Locus D . Eléments anatomiques portant des traces découpe, morphologie, typologie et activité par taxon et poids (Anat = anatomie, Lat = latéralité, NCM = nombre de cut marks, Loc = localisation, Délin = délinéation, Distr = distribution, Fin = finalité, Long max-min = longueur maximale-minimale, Déc = Décharnement, Diaph = Diaphyse, Métaph = métaphyse, Prox = Proximal, Int = interne, Ext = externe, Post = postérieur, Cort = cortical, A = Adulte, G = Grande Taille, M = Taille Moyenne, TP = Petite Taille, Indet = Indéterminé), D = droit, G = gauche.....	268 -
Tableau. VII.18. - Nombre de restes avec stigmates de percussion, points d'impacts et contre coup selon le taxon ou la classe de poids à laquelle appartiennent ces éléments anatomiques (on note qu'un élément peut avoir une ou plus de marques de fracturation). Stig. Perc.= Stigmate	

de percussion, P.impac. = Point d'impact, C. coup = Contre coup, TG = Très grande taille, G = Grande taille, M = Taille moyenne, P = Petite taille, Indet = Indéterminée.	271
Tableau. VII. 19. - Nombre de restes avec stigmates de percussion, points d'impacts et contre coup selon le taxon ou la classe de poids à laquelle appartiennent ces éléments anatomiques (on note qu'un élément peut avoir une ou plus de marques de fracturation). Stig. Perc.= Stigmate de percussion, P.impac. = Point d'impact, TG = Très grande taille, G = Grande taille, M = Taille moyenne, P = Petite taille, Indet = Indéterminée.	275
Tableau. VII. 20. – Nombre de reste modifiés (NR) par les carnivores par taxon.(NRC = nombre de restes modifiés par les carnivores)	285
Tableau. VII. 21. - NR% modifiés par les carnivores à Locus A.	286
Tableau. VII. 22. - NR modifié par les carnivores selon les parties anatomiques et les classes de poids dans Locus A. NR : nombre de restes ; NRC : nombre de restes affectés par les carnivores.....	288
Tableau. VII. 23. – Longueur, largeur et localisation des rainures produites par les carnivores. Locus A. Long = longueur, Larg = largeur, mm = millimètre, Diaph = diaphyse ; Epiph = épiphyse	289
Tableau. VII. 24. – Paramètres métriques des morsures de carnivores sur les restes osseux. 95 % CI Inf = intervalles de confiance à 95% inférieur, 95 % CI Sup = intervalles de confiance à 95% supérieur, n = nombre d'échantillon, Mean = moyenne, Min = minimum, Max = maximum, SD = Déviation standard, Long. Rain. Cort = longueur des rainures corticales, Larg. Rain. Cort = largeur des rainures corticales, Long. Rain. Sp = longueur des rainures spongieuses, Long. Rain. Sp = largeur des rainures spongieuses.	290
Tableau. VII. 25. – Longueurs et largeurs des dépressions produites par les carnivores. (Diaph = diaphyse ; Epiph = épiphyse. Long = longueur, Larg = largeur, mm = millimètre, N.Dépressions = nombre de dépressions)	291
Tableau. VII. 26. – Nombre de reste modifiés (NR) par les carnivores à Tighennif, Locus D par taxon. (NRC = nombre de restes modifiés par les carnivores).....	292
Tableau. VII. 27. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés dans le Locus A. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.....	298
Tableau. VII. 28. – NR (%) de l'arrondissement (R) et du polissage (P) identifiés dans le Locus D. L'analyse des étapes de modifications établies par Cáceres et al (2012). Les nombres se rapportent à des degrés de modification : 0 = absence ; 1 = faible ; 2 = Intermédiaire ; 3 = extrême.....	299
Tableau. VII. 29 . – Les valeurs de (S)FUI (<i>Standard Food Utility Index</i>)(Metcalf et Jones, 1988), NME, MAU, %MAU du matériel faunique du Locus A, selon les classes de poids, les valeurs de viande et le degré de survie.....	311
Tableau. VII. 30. – Les valeurs de $P(normal)$, de r et de r^2 de la corrélation entre (S)FUI et %MAU selon le degré de survie, le coût en viande pour chaque classe de poids.....	312
Tableau. VII. 31. – Les valeurs d'Unsaturated Marrow Index (UMI), NME, MAU et %MAU dans le Locus A Pour les deux principales classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram and Rowley-Conwy, 1998)	313
Tableau. VII. 32. – Les valeurs d'Unsaturated Marrow Index (UMI), NME, MAU et %MAU dans le Locus A Pour les deux principales classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998)	313
Tableau. VII. 33. – Les valeurs de (S)FUI (<i>Standard Food Utility Index</i>)(Metcalf et Jones, 1988), NME, MAU, %MAU du matériel faunique du Locus D, selon les classes de poids, les valeurs de viande et le degré de survie.....	314

Tableau. VII. 34. Les valeurs de $P(normal)$, de r et de r^2 de la corrélation entre (S)FUI et %MAU selon le degré de survie, le coût en viande pour chaque classe de poids.	314
Tableau. VII. 35. – Les valeurs d’ <i>Unsaturated Marrow Index</i> (UMI), NME, MAU et %MAU dans le Locus D Pour les deux principales classes de poids (Morin, 2007 ; 2013 ; Outram et Rowley-Conwy, 1998).....	315
Tableau. VII. 36. – Les valeurs de $P(normal)$, de r et de r^2 de la corrélation entre UMI et %MAU Pour la taille moyenne et celle grande. Locus D.....	316
Tableau. VII. 37. – Les valeurs de (S)FUI et de NME des éléments à survie élevée, avec les résultats de l’indice <i>Evenness</i> (e), les valeurs de ratio de <i>Spearman’s</i> et la stratégie de transport; (S)FUI = <i>Standard Food Utility Index</i>	317
Tableau. VII. 38. – Les valeurs de (S)FUI et NME d’éléments à survie élevée et les résultats de l’indice <i>Evenness</i> (e), valeurs de ratio de <i>Spearman’s</i> et la stratégie de transport. U = <i>unconstrained</i> ; (S)FUI = <i>Standard Food Utility Index</i>	318
Tableau. VII. 39. – Proportions conservées des restes : humérus, radio-ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarse : selon les classes de poids les plus importantes. (TG : Très grande ; G : grande ; M : moyenne ; P : petite ; Epiph : épiphyse ; Dist : distal ; Prox : proximal ; Diaph : diaphyse)	319
Tableau. VII. 40. – Analyse d’épiphyses, de diaphyses et du pourcentage de change (détérioration). Epiph : épiphyse ; Dist : distal ; Prox : proximal ; Diaph : diaph ; Esp : espéré ; (*) En rapport avec le NME.....	319
Tableau. VII. 41. – Proportions conservées des restes : humérus, radio-ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarse : selon les classes de poids les plus importantes. (TG : Très grande ; G : grande ; M : moyenne ; P : petite ; Epiph : épiphyse ; Dist : distal ; Prox : proximal ; Diaph : diaphyse)	320
Tableau. VII. 42. – Analyse d’épiphyses, de diaphyses et du pourcentage de change (détérioration). Epiph : épiphyse ; Dist : distal ; Prox : proximal ; Diaph : diaph ; Esp : espéré ; (*) En rapport avec le NME.....	321

