



Muséum national d'Histoire naturelle



International Master in
Quaternary and Prehistory

**Etude de l'effet du piétinement de la couche D/D1 de
la grotte moustérienne du Portel ouest (Ariège,
France)**

Mebarek Nadjjet

Tuteur : Anne Marie Moigne

Année académique 2020/2021



Università
degli Studi
di Ferrara



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



A la mémoire de mon père et de mon grand père

Aux êtres chers qui m'accompagnent dans la vie

“Stand tall, Stay cool, and Pig Out ”

« Tiens-toi droit, restes au frais et goinfre toi »

Dean Falk 1995, Current Anthropology

Remerciements :

C'est avec beaucoup d'émotion que je viens enfin remercier toutes les personnes qui m'ont soutenue et accompagné tout ou long de ma formation au Muséum d'histoire naturel.

Mes premiers remerciements vont à madame Anne-Marie Moigne pour le temps qu'elle a consacré, pour les conseils qu'elle m'a prodigué et qui à encadrée ce travail de recherche et le conduire à son terme.

Je remercie Régis Vézian et Gael Becam de m'avoir permis d'étudier ce riche site qu'est Portel Ouest, comme je tiens à remercier les membres du musée de Tautavel pour leurs chaleureux accueil.

Je tiens à remercier Madame Yasmina Chaid-Saoudi, Philippe Fernandez et Salah Abdessadok pour leurs soutiens, merci d'avoir cru en moi.

Raphaël Hanon m'a accompagné tout au long de mon parcours en répondant toujours présent à mes nombreuses sollicitations et je suis très heureuse de le remercier ici.

Merci Pierre Gousset, Jérôme Isle de Beauchaine, Djamel Belguebli de m'avoir aidé financièrement et de m'avoir encouragé. Un grand remerciement revient à Kheir Bouyoucef et Massipsa Mameri pour avoir eu la gentillesse de m'héberger pendant mes séjours à Tautavel et Tarragone.

Merci à tous les collègues avec qui j'ai discuté et partagé, Francesc Miro, Sidra, Bisrat, Samy, Olaf, Nacim Mazouni, Matouk Remini, Sofiane Kheloufi.

Comme je remercie les organisateurs de l'IMQP monsieur François Semah, David Pleurdeau et Chafika Falguères d'avoir organisé mon jour à Tarragone.

Le plus difficile reste maintenant à traduire mes sentiments envers les personnes qui sont les plus proches de moi. Ces sentiments, aussi variés soient-ils, sont tous dominés par une très grande reconnaissance.

A cette petite étincelle que je partage avec toi Macinissa, tu as su me comprendre et me critiquer, ta présence fait de moi une personne meilleure.

L'amitié que je partage avec Soria, Fahima, Sandra, Nadia, Piloucha, Farah est une source d'encouragement et de soutiens.

Je remercie enfin ma famille, ma mère qui s'est tout le temps montrée très compréhensive à mon égard, mes sœurs et frères en particulier Kahina, Liela Ali, Yanis et Zahir merci pour tout l'amour que vous me donnez.

Merci à tous.

Table des matières

Remerciements :	3
Etat de l'art	9
1. Comment définir le piétinement :	10
1.1- Piétinements et déplacements dans le sol :	10
1.2- L'effet du piétinement sur surfaces osseuses et modèles expérimentaux :	12
1.3- Piétinement et équifinalité :	15
Présentation de la grotte du Portel ouest	16
Situation géologique et historique :	16
1- Localisation	16
1.2- Historique des fouilles et des découvertes :	17
1.3- Stratigraphies :	20
2. Vestiges archéologiques :	23
2- Restes Humains :	23
2.1- Industrie lithique :	23
2.2- Climat et paléoenvironnement :	23
Présentation de la couche et la sous couche D et D1 :	25
1- Liste de faune et paléoenvironnement :	25
Problématique et objectif du stage d'étude des couches D et D1 de la grotte du Portel ouest :	27
Matériel et Méthode :	29
Présentation du matériel:	29
3. Lecture des surfaces osseuses :	30
3.1. Etat physique de reste osseux et dentaires	31
3.4. Stries et modalité :	32
3.5. Encoche et Modalité :	33
3.6. Fracture et modalité :	34
3.7. Les esquilles :	34
4. Répartition spatiale :	35
Résultats	36
Description de l'assemblage	36
Taxinomie	36
Etat général de conservation	38

Processus climato-édaphique :.....	38
Processus physico-chimique :.....	39
Dépôt de surface osseuse :.....	39
Identifications des marques linéaires :.....	40
Les marques de piétinement :.....	41
Marques linéaires	41
Le charriage :	44
Encoches :	44
Fragmentation :	46
Les modifications anthropiques	47
Outil en os.....	47
La chauffe et la combustion des ossements	48
Marques linéaires	49
Fragmentation :	51
Les marques de carnivores :	53
Les marques indéterminées :	60
Les Esquilles :	62
Les cordonnées :	62
Les non cordonnés	63
Agents climato-édaphiques :	64
Rongeurs :	65
Le piétinement :	66
Strie modalité :	66
IV-Discussion :	68
1-les marques Animales :	70
1-1-Les rongeurs :	70
1-2-Les carnivores :	70
1-3-Les rongeurs :	72
2-Les marques anthropiques :	72
3-Les traces mixtes :	72
4-La combustion :	72
5-L'outil en os :	72
V-Conclusion :	73

Références bibliographiques :	75
ANNEXES	79
Résumé :	85
Abstract :	86

Liste des figures :

Figure 1: Model de l'effet du piétinement humain sur la répartition des objets dans les abris sous roche (1998)	11
Figure 2: Localisation géographique du Portel-ouest	17
Figure3: Entrée de la grotte du Portel-Ouest avant la présence de la grille	20
Figure 4: Vue générale des couches du remplissage sédimentaire du Portel-Ouest	21
Figure5: Présentation du 1er et 2ème Complexes mousteriens (C-D et F).....	25
Figure 6: séquence taphonomique simplifiée de la biosphère à la lithosphère.	31
Figure 7 :exemple expérimental de dix os modernes portant des marques de piétinement sur différentes espèces : a vache de 8 ans ; b Cheval de 15 ans ; c cheval de 15 ans ; d Cerf de 4 ans ; e Vache de 8 ans ; f Cheval de 15 ans ; g Mouton de 6 ans ; h Cheval de 15 ans.....	35
Figure 8: Diversité taxinomique et représentation des mammifères (NR) de l'assemblage de la couche D et D1 du Portel ouest.	37
Figure 9: Représentation squelettique des restes étudiés de la couche D et D1.....	38
Figure 10 : Analyse des correspondances principale des stries de boucherie, de piétinement et des stries indéterminées des deux couche D et D1	41
Figure 11: Exemple de marques interprétées comme résultant d'un processus de piétinement	42
Figure 12: Exemple de marque interprétées comme résultant d'un processus de piétinement de la couche D1.....	43
Figure 13: Exemple de marques interprétées comme résultant d'un processus de charriage ..	44
Figure 14: Distribution des encoches des deux couche D et D1 sous forme de trois groupes, bord oblique, bord en V et bord obtus ouvert.....	45
Figure 15: exemple d'encoche à bord oblique causé par l'effet du piétinement.....	46
Figure 16: Distribution des marques de fragmentation attribuées au piétinement des deux couche D et D1	47
Figure 17:Retouchoir sur diaphyse fémorale de Cervu elaphus, portant des stries de boucherie	48
Figure 18: fragment d'un humérus d'Equus caballus brûlé au 3ème stade avec la présence de stries de boucherie	49
Figure 19: Exemple de marques interprétées comme marques de boucherie sur la partie dorsale d'un fragment distal d'un radius du genre rangifère, et sur le même fragment une fracturation anthropique sur la partie distale	51

Figure 20: Distribution des marques de fracturation anthropique dans les deux couche D et D1	52
Figure 21: exemple d'aspect de fracturation sur la surface osseuse des grands herbivores.....	53
Figure 22: Exemple d'un astragale de grand bovidé modifié par l'action des carnivores.	55
Figure 23: Trace de mâchonnement sur une mandibule droite de Canis lupus	57
Figure 24: fragment de radius de grand bovidé qui porte des actions mixtes fracturation anthropique, la fléch orange trace de carnivore	59
Figure 25: fragment d'humérus qui porte des actions mixtes.....	60
Figure 26: exemple de marque linéaire sur un maxillaire gauche d'un loup.....	61
Figure 27: Représentation des esquilles de diffetens classes de tailles cordonnées et non cordonnées de la couche D/D1.....	63
Figure 28: Représentation du groupe d'esquilles superieur à 5cm de la couche D/D1	64
Figure 29: Exemple de marque interprétéés comme résultats d'un processus de pietinement de la couche D1.....	66
Figure 30: distribution des encouches en trois groupe dans la couche D/D1 sur des esquilles superieur à 5cm	66

Liste des tableaux :

Tableau 1: Résumé de 5 expérimentations réaliser sur l'effet du piétinement sur les surfaces osseuse.....	13
Tableau 2: Synthèse des connaissances sur la stratigraphie du Portel-Ouest d'après	22
Tableau 3:Inventaire général des restes fauniques du Portel-ouest).	24
Tableau 4:spectre faunique de la couche D du Portel-ouest	26
Tableau 5:Les rongeurs de la couche D du Portel-ouest.....	27
Tableau 6:exemple de fiche d'identification des restes fauniques	30
Tableau 7:aspect général de la surface osseuse et des dents	31
Tableau 8:les modalités des variables telles qu'elles ont été enregistrées dans la base de données	32
Tableau 9: modalités des variables telles qu'elles ont été enregistrées dans la base de données pour l'étude des stries et micro-striations :	33
Tableau 10: modalités des variables telles qu'elles été scorées dans la base de données sont les suivantes pour l'étude des encoches :	33
Tableau 11: modalités des variables telles qu'elles ont été scorées dans la base de données pour l'étude des fractures :	34
Tableau 12:Distribution des restes selon leurs stade d'intempérisation de la couche D.....	38
Tableau 13:Distribution des restes selon leurs stades d'intempérisation de la couche D1	39
Tableau 14:Distribution des restes qui portent des stries de piétinement de la couche D	42
Tableau 15:Distribution des restes qui portent des stries de piétinement de la couche D1	43
Tableau 16:Distributions des restes qui portent des marques de charriage de la couche D....	44
Tableau 17:Distribution des restes qui portent des encoches dans la couche D et D1.....	45
Tableau 18:Distribution des restes qui portent des marques anthropiques de la couche D	50

Tableau 19:Distribution des restes qui portent des marques de boucherie dans la couche D1	50
Tableau 20:Distribution des restes selon les modifications taphonomiques attribuées à l'action des carnivores au sein de l'assemblage étudié de la couche D et D1 du Portel ouest.....	54
Tableau 21: Distribution des traces de carnivores par espèce et par éléments squelettiques dans la couche D	57
Tableau 22 :Distribution des traces de carnivores par espèce et par éléments squelettiques dans la couche D1	59
Tableau 23 :Distribution des restes qui portent des marques indéterminées de la couche D...	61
Tableau 24: Distribution des restes selon leurs stade d'intempérisation de la couche D.....	64
Tableau 25:Distribution des restes selon leurs stade d'intempérisation de la couche D1.....	65

Etat de l'art

Avant, pendant et après leur enfouissement, les vestiges subissent des altérations pouvant conduire à leur disparition. Celles-ci dépendent notamment de la nature du matériel, de ses conditions d'enfouissement, de la composition du sédiment encaissant et des processus post-dispositionnels. L'histoire d'un os est plus complexe qu'on le croit, comme souligné par de nombreux auteurs, les analyses taphonomiques ou « *study of process of preservation and how the effect information in the fossil record* » (Behrensmeyer et Kidwell 1985). La taphonomie avec toutes ses méthodes essaye de résoudre et de répondre à toutes les interrogations et les problématiques concernant divers sujets en relation avec la formation du site en lui-même, au bien les vestiges archéologiques et leur histoire taphonomique

Le *Trampling* est un agent important qui peut considérablement modifier un assemblage, entraîner sa redistribution voire même sa disparition (Courtin & Villa, 1982 ; Fiorillo, 1984, 1989 ; Andrews et Cook, 1985 ; Behrensmeyer et coll., 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Auguste, 1994 ; Domínguez-Rodrigo et coll., 2009 ; Blasco et coll., 2008 ; Denys et Patou-Mathis, 2014). Les modifications osseuses qui en résultent peuvent être confondues avec d'autres agents taphonomiques, tels que le modèle de cassure et les marques de surface dues à la prédation ou au charonnage (marques de dents de crocodile par exemple), ainsi que les traces de boucherie (Fiorillo, 1984 ; Behrensmeyer et coll., 1986 ; Domínguez et al 2008 ; Njau, 2012). Ces dernières peuvent avoir de grandes conséquences sur les interprétations archéologiques.

Dans la littérature, la reconnaissance de l'impact de cet agent sur les surfaces osseuses est relativement récente, le passage à l'expérimentation était primordial, de nombreux auteurs ont étudié le piétinement de prêt en particulier le piétinement à l'air libre. Plusieurs paramètres ont été pris en considération comme le type de substrat, la profondeur du niveau, la nature du matériel, le poids de l'agent et la durée d'exposition. Ces mêmes paramètres étaient validés par plusieurs auteurs.

1. Comment définir le piétinement :

Le piétinement peut être défini comme la pression exercée par la transition de l'impact des pieds des agents biologiques (quadrupède ou bipèdes) sur des particules sédimentaires, qui agissent comme un phénomène mécanique sur le matériel intermédiaire (os, matériel lithique, céramique ...). Il n'existe que peu d'études sur ce sujet qui vise à comprendre et à caractériser le type de modifications sur la surface osseuse d'un assemblage faunique (Myers & al., 1980 ; Andrews & Cook, 1985 ; Behrensmeyer & al., 1986 ; Olsen & Shipman, 1988 ; Fiorillo, 1989). L'abrasion et l'émoussement des surfaces osseuses et la création des stries peuvent être à tort confondues avec des activités de boucheries.

L'homme et l'animal sont les principaux acteurs, l'intensité du piétinement varie à l'échelle du poids, de l'agent biologique et de la durée (Dominguez & al, 2009 ; Blasco et al, 2008 ; Rozada et al), cette action peut avoir lieu sur matériel osseux en surface ou légèrement enterré, les os secs et semi secs sont favorisés par ce phénomène en particulier dans un sol meuble (Blasco & al 2008).

Les grottes et les abris sont affectés par un charriage à sec qui est lié au déplacement des animaux en particulier les Ursidés, qui à leurs tours laissent des marques sur les surfaces osseuses (Koby 1941, 1943)

1.1- Piétinements et déplacements dans le sol :

De nombreuses expérimentations ont été réalisées dans diverses conditions pour tester l'effet du piétinement sur le déplacement du mobilier dans le sol (figure 1) lors du passage d'hommes ou d'animaux (Stockton, 1973 ; Courtin et Villa, 1982 ; Gifford-Gonzalez et al, 1985 ; Nielsen, 1991 ; Lenoble et Bordes, 2002 ; Blasco et al, 2008 ; Rozada et al, 2014)

Plusieurs objets ont été utilisés dans le but de tracer un schéma plus complet sur ses déplacements. Parmi ces expériences : des outils taillés en verre (Stockton, 1973), des outils lithiques (Gifford-Gonzalez et al., 1985), des ossements, des débris de céramique ou encore des pièces lithiques (Courtin et Villa, 1982 ; Nielsen, 1991 ; Blasco et al, 2008 ; Rozada et al 2014). Tous ces auteurs ont utilisé un ou plusieurs sédiments pour la réalisation de leur expérience :

sable (Stockton, 1973), gravier argileux ou « muddy gravel » (Nielsen, 1991), argile molle (Rozalda, 2014), silt sableux (Gifford-Gonzalez et al., 1985). Enfin, Lenoble et Bordes (2002) ont couplé une activité de ruissellement au piétinement exercé sur des artefacts lithiques.

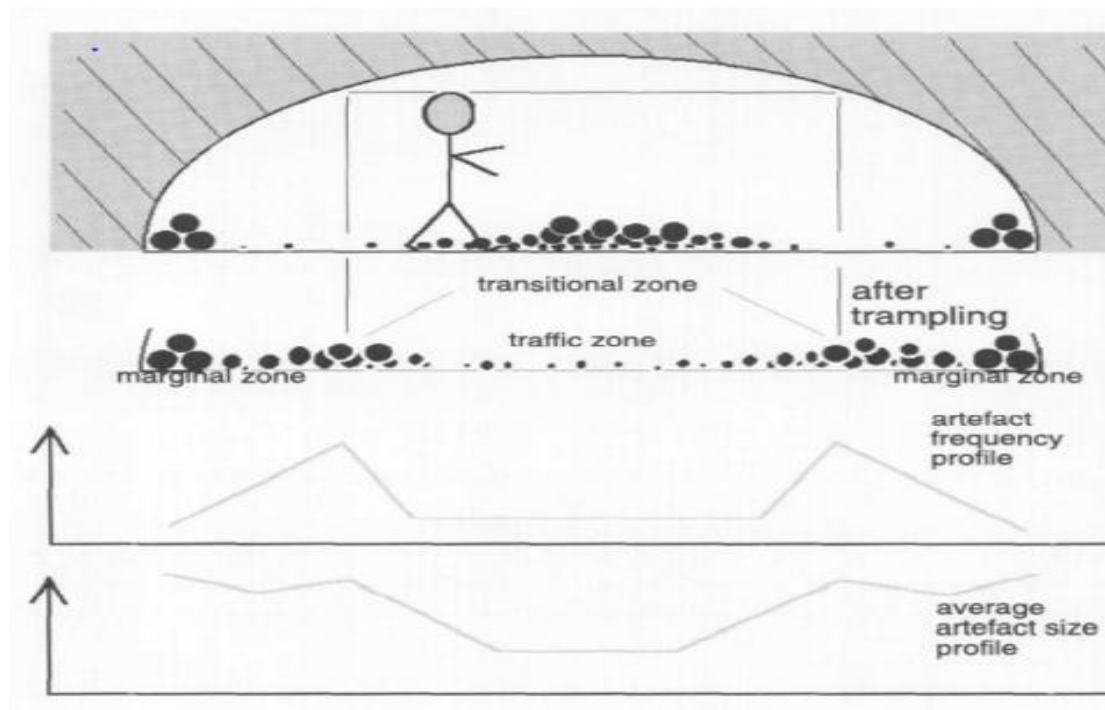


Figure 1: Model de l'effet du piétinement humain sur la répartition des objets dans les abris sous roche d'après theunissen R et AL1998

Le piétinement entraîne deux types de déplacement :

- des déplacements verticaux
- des déplacements horizontaux :

Nielsen décrit deux zones :

- 1- Une zone périphérique : qui est formée par les éléments les plus volumineux.
- 2- Une zone qui est formée par les éléments petits ou moyens parfois enfouis

Il faut prendre en considération plusieurs paramètres qui ont un impact sur ces mouvements tels que :

- 1- La nature du substrat : degré de compaction et d'humidité déterminant la pénétrabilité

2- intensité du piétinement

3- la taille et la forme de l'objet

La conséquence des mouvements spatiaux : Le piétinement peut provoquer des déplacements verticaux aboutissant au mélange des couches et des déplacements horizontaux des objets, qui peuvent être importants.

1.2-L'effet du piétinement sur surfaces osseuses et modèles expérimentaux :

De nombreuses marques typiques de piétinement ont été observées sur les surfaces osseuses au cours des différentes expérimentations. En ce qui concerne le piétinement sur ossements d'animaux, les auteurs ont utilisé en général des os de grands herbivores contenus dans différents types de sédiment (Behrensmeyer *et al.* 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Fiorillo, 1984, 1989 ; blasco et al, 2008 ; Rozada et al, 2014)

Les premières expériences sur le piétinement ont permis d'identifier les nombreuses modifications qui peuvent être observés sur les restes osseux (Behrensmeyer *et al.* 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Fiorillo, 1984, 198)

L'interprétation des résultats est assez antagoniste en ce qui concerne les critères morphologiques des traces. Pour Olsen et Shipman (1988), les traces issues du mouvement du sédiment contre la surface osseuse ont des caractères qui diffèrent clairement des traces de découpe faites expérimentalement ou retrouvées sur du matériel archéologique. Par contre, les résultats obtenus par Fiorillo (1984, 1989) et Behrensmeyer (1986) tendent à montrer qu'au contraire, les particules du sédiment créent des traces qui peuvent être confondues et ce même à fort grossissement avec des traces de découpe. Oliver (1989) avait déjà mis en évidence avec les restes de bisons de Shield Trap Cave une telle similarité entre traces issues du piétinement et traces de boucherie. Par contre, globalement les schémas de répartition que ces auteurs mettent en avant sont similaires et marqués par des caractères aléatoires : diaphyses touchées en majorité, placements aléatoires par rapport à l'anatomie, orientations diverses. Pour Behrensmeyer *et al.* (1986), il y a plus de traces sur la surface de l'os exposée vers le haut et sur des zones plates, bombées ou convexes, les stries peuvent être isolées ou en groupe., Les rayures sont très fines et les sillons peu profonds sont souvent linéaires et simples, mais parfois doublés et / ou légèrement incurvés (Rozada et al, 2014)

On pourra constater dans le tableau ci-dessous qui résume les cinq expériences majeures, que les auteurs ont choisi des sédiments très abrasifs comme du sable pour étudier l'effet des particules. Olsen et Shipman (1988) ont utilisé du terreau contenant une vingtaine d'éclats de silex, c'est la seule expérience de ce type réalisée jusqu'à présent. Aussi, il serait très intéressant de réitérer le même genre d'expérience avec différents paramètres afin d'approfondir et de développer les pistes de recherches.

Tableau 1 : Résumé de 5 expérimentations réalisées sur l'effet du piétinement sur les surfaces osseuses :

Publication	Olsen et Shipman 1988	Behrensmeyer et al. 1986	Fiorillo, 1989
Matériau	1. os frais bouillis de <i>Bos Taurus</i> et <i>Ovis aries</i> 2. os et matériel lithique dans le Terreau	Côtes et métapodes de chevaux et de vaches sans périoste	84 os longs de boeufs (<i>Bos taurus</i>) et de cochons (<i>Sus scrofa</i>) ayant subi une altération climatique
Substrat	1. gravier 2. sable grossier 3. sable fin 4. terreau 5. terreau + éclat de silex	Sable et gravier grossier	Sol sableux compact
Intensité du trampling	Pour 1, 2, 3, 4 : 2h, pieds nus Pour 5 : 1h, avec des tongs	3 minutes par des personnes avec chaussures à semelles molles	Plus de 165 boeufs, 2 semaine
Résultat	Pas de stries observées pour 4 Pour 1, 2, 3 : Marques et stries fines largement distribuées sur la diaphyse, orientations	Abrasion et pseudo marques de découpe : marques multiples, seules, parallèles, peu profondes, orientées oblique ou transverse par rapport à l'axe d'allongement de l'os	Nombreuses stries Subparallèles et peu profondes Sur diaphyse sur la moitié des os, Perpendiculaire ou parallèle à l'axe de longueur, section en V, très similaire aux traces de découpe même à très fort

	diverses et intersections 5 : marques courtes, pas de poli, plutôt chopmarks et raclage, marques peu profondes, bandes peu profondes de sillons parallèles, sur la diaphyse		grossissement (x160)
--	--	--	-----------------------

Publication	Blasco et al.2008	Lee Rozada et al 2014
Materiel	Os long de boeufs (<i>Bos Taurus</i>) fracturation sur os frais ensuite une altération climatique pour avoir trois catégorie frais / semi sec/sec	1- Dix os de mouton (deux omoplates, humérus-cubitus articulé, un tibia et quatre côtes) 2- une omoplate, un humérus, un métatarsien, un métacarpien et quatre côtes (une complète et grande, une proximale et une brisée) de mouton 3- deux petites et minces côtes de chien 1- Un métatarsien présente une pathologie 2- Un éclat d'os de dinosaure fossilisé
Substrat	1-Sédiment argileux de clastes calcaires de taille décimétrique (1 et 3 cm) 2-Sédiment argileux de clastes calcaires de taille centimétrique (10 et 15 cm) 3- a Matériel de la fouille	1- sédiment argileux mou d'une épaisseur d'environ 50 cm 2- Sable fin gris clair 3- Sable fin jaune argiles brunes 4- Argiles gris foncé

Intensité du tramplng	Pour le 1, 2 personnes d'un poids entre 50 et 100 kg pour 15 min 3 : 4 personnes pesant entre 50 et 100 kg pendant 15 min	Pour 1, cinq personnes (un adulte et quatre enfants de poids différents portant des bottes Pour 2, 3, 4 : 4 personnes portant des bottes ou des baskets /dix pas dans chaque trou / un lavage des semelles après chaque piétinement après l'expérience les os ont été nettoyés avec une brosse douce et de l'eau
Résultat	Pour le 1 et le 2, les os semi secs et secs sont les plus touchés - Les os en surface de la catégorie (1) sont les plus fragmentés - Des stries apparaissent à différents endroits sur la surface osseuse - Encoches à bord oblique Et un déplacement des os à la fois vertical et horizontal 3- Les os en surface sont les plus touchés Les encoches sont plus présentes sur les os en surface Présence de stries et de traces déjà documentée dans la bibliographie	1- les os sont apparus dans un plan horizontal Sur tous les os trois ont été fortement déplacés Présence de cassures au niveau des deux côtes et d'une omoplate Le fragment proximal présente une fracture transversale 2, 3, 4, présence de fractures transversales Plusieurs marques déjà citées dans la bibliographie sont observées Les stries sont orientées perpendiculairement ou obliquement La côtes du chien et l'éclat du dinosaure fossile ne présentent aucune modification de surface

1.3-Piétinement et équifinalité :

Selon Olsen et Shipman (1988), les stries générées par le piétinement sont caractérisées par une section en « U », un trait fin et peu profond sans micro-striations et une distribution

aléatoire sur les surfaces osseuses, cependant, le travail expérimental de Behrensmeyer et al. 1986 a démontré qu'après 3 minutes de piétinement, les marques de découpe pourraient aussi perdre les micro-striations internes, en outre le travail récent de Dominguez-Rodrigo et al., (2009) suggère que les stries de piétinement ont également tendance à présenter des microstriations. De plus, le critère de la distribution aléatoire des traces de piétinement proposé étant discriminatoire ne tient plus, compte tenu, de l'apparition de nombreuses marques de découpes sur les surfaces de diaphyse des os (Dominguez-Rodrigo et Barba, 2007). En conséquence, les nombreux travaux expérimentaux montrent que l'équifinalité est bel et bien présente. Les modifications osseuses qui en résultent peuvent être confondues avec d'autres agents taphonomiques, tels que les fractures et les marques de surface dues à la prédation ou au charronnage (par exemple, les marques de dents de crocodile) (Njau et Blumenschine, 2006) et la fabrication d'outils humains ou la boucherie assistée par outils. De plus, les modifications osseuses résultantes peuvent être confondues avec d'autres agents taphonomiques, ce qui peut avoir de grandes conséquences sur les interprétations archéologiques.

Les signatures microscopiques ont déjà été utilisées pour souligner les similitudes entre la boucherie et les marques de piétinement, le contexte expérimental appliqué pour les deux types était un peu limité, et les auteurs sont parfois parvenus à des conclusions contradictoires, cela est dû en partie à des raisons méthodologiques : certains auteurs utilisent un très fort grossissement pour examiner les caractéristiques microscopiques, tandis que d'autres se sont appuyés sur un grossissement plus faible . De même, certaines expériences ont exposé l'os à une période réduite (minutes) tandis que d'autres ont utilisé des périodes plus longues (heures) (Andrewes et Cook 1985 ; Behrensmeyer et coll., 1986 ; Olsen et Shipman, 1988 ; Dominguez-Rodrigo et al, 2009)

Présentation de la grotte du Portel ouest

Situation géologique et historique :

1-Localisation

Le site est situé à 10 kilomètres au nord-ouest de la ville de Foix, sur la commune de Loubens dans le département de l'Ariège (Figure 2). Le site du Portel comprend deux grottes : la grotte du Portel-Est célèbre par ses peintures pariétales (Breuil, Jammes, Jeannel, 1908 ; Vézian, 1941) et la grotte du Portel-Ouest connue par ses vestiges archéologiques et anthropologiques. On y accède par la départementale D11 reliant Pamiers à Saint-Girons qui

permet de franchir le col du Portel situé sur le chaînon calcaire, du planturel. La grotte ornée (Portel-est) s'ouvre 300 mètres à l'est du col et le Portel ouest à 50 mètres.

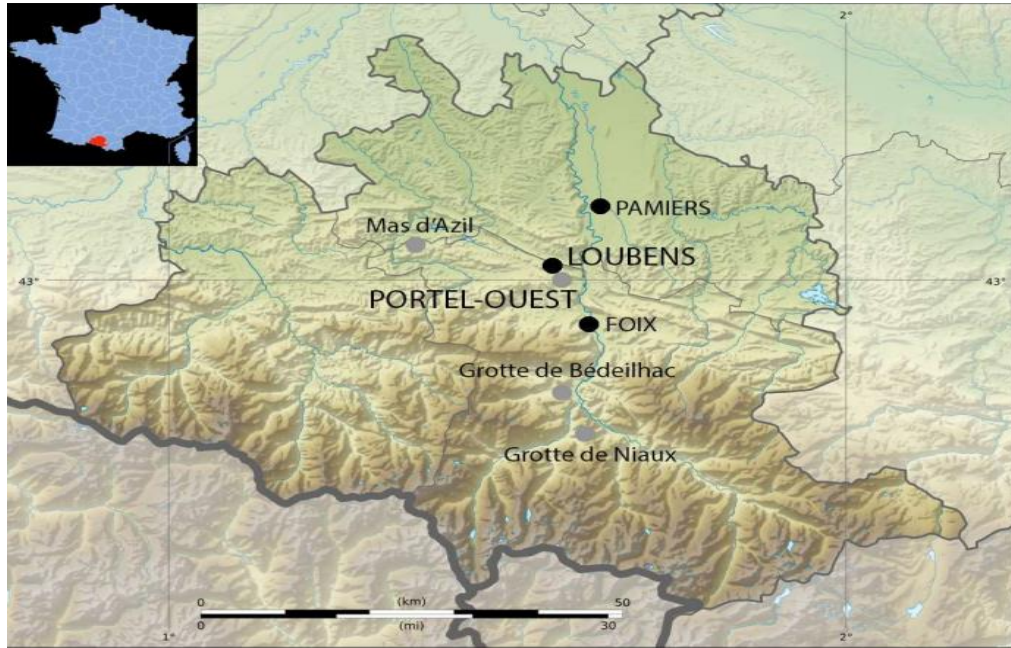


Figure 2: Localisation géographique du Portel-ouest (G. Becam et R. Vézian, 2019)

1.2- Historique des fouilles et des découvertes :

L'entrée actuelle de la grotte ornée du Portel fut connue dans le temps. Quelques foyers superficiels, des pendeloques et une dent humaine indiquent une fréquentation durant le Néolithique. Plus tard, les Gallo-romains s'y sont réfugiés durant des périodes troublées (275 après J.-C.). Victorin Vézian acquit le domaine de Saubiac vers 1870, lequel inclus les terrains correspondant au Portel-Est. Après les premières découvertes des pionniers de la préhistoire dans les nombreuses grottes des Pyrénées.

Le Dr Noulet entreprit des fouilles en 1880 avec l'aide de son neveu dans la galerie principale. De nombreux ossements d'ours des cavernes ont été découverts, avec très peu de matériel archéologique ; le tout est actuellement entreposé au Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Vézian, 2014).

Plus tard, le 6 mars 1908, le Dr. Jeannel et M. Fauveau, inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, prospectent la grotte pour prélever des insectes cavernicoles et découvrent/reconnaissent les premières peintures, dont le fameux bison. Dans les jours qui suivent, le Dr. Jeannel réalise

le premier inventaire des peintures avec l'aide de L. Jammes et de F. Regnault, tous sensibilisés par les récentes authentifications des peintures des grottes de Niaux et de Bèdeilhac en 1906.

Le 25 mars 1908, la découverte est communiquée à l'Académie des Sciences (Jeannel, 1908). En cassant plusieurs stalactites, l'abbé H. Breuil découvre, début avril, une galerie supérieure parallèle à la galerie des chevaux, où il repère des peintures et gravures, principalement des bisons (Breuil, Jammes et Jeannel, 1908). Par la suite, Joseph Vézian entreprend une série de sondages dans la galerie d'accès et dans la grande salle, au pied d'un éboulis, non loin des fouilles de Noulet. Trois foyers attribués au Magdalénien moyen ont alors livré un matériel lithique et osseux assez abondant, avec de belles œuvres d'art (Vézian, 1972 ; Baills, 1998a et b).

En 1919, l'abbé H. Breuil et Joseph Vézian s'engagent dans la chatière au fond de la galerie principale. Après avoir rampé sur environ 20 mètres, ils arrivent dans une petite salle où un éboulis présentant des ossements d'ours dévale d'une issue inconnue. Au fond de cette salle, ils pénètrent à nouveau dans une toute petite chatière, suivie d'un couloir constitué par le haut d'une galerie qui se comble peu à peu jusqu'à la voûte. De nombreux ossements de grands herbivores et une industrie en quartz qu'ils ont rapidement attribuée au Moustérien gisaient dans cet arrière fond. Ce gisement, très riche, est alors fouillé par Joseph Vézian, avec l'aide de son fils Jean, de 1920 à 1949 dans des conditions très difficiles d'accès et d'évacuation des déblais (Vézian, 1953). Parallèlement, l'abbé H. Breuil et Joseph Vézian ont réalisé des prospections de surface au-dessus du gisement moustérien de l'arrière-fond. Ils ont ainsi repéré un trou, duquel un blaireau avait extrait 13 nombreux outils en quartz semblables aux outils moustériens de l'arrière-fond. L'entrée du Portel Ouest était alors découverte.

Dès 1949, Joseph et Jean Vézian entreprirent les fouilles systématiques du Portel-Ouest, avec prise des coordonnées cartésiennes de chaque objet, comme le faisaient également Laplace et Méroc qui commençaient à fouiller les sites de Montmaurin (Haute-Garonne). Dès le début de la fouille, les deux fouilleurs avaient défini un point zéro pour la prise des coordonnées cartésiennes des objets (méthode novatrice pour l'époque). La prise des coordonnées « Vézian » a été réalisée à partir d'une ligne médiale matérialisée par un fil (l'axe des X) ; les Y sont positifs à droite (est) de cette médiale et les Y sont négatifs à gauche (ouest). Le Z correspond à un point fixé sur le plafond de la grotte et correspond au point le plus haut de la voûte. En dégagant les premières couches remaniées par les blaireaux, ils découvrent rapidement du matériel archéologique et des couches en place contenant les premiers éléments

moustériens. En collaboration constante avec d'autres préhistoriens pour les déterminations, ils vont alors durant 38 ans dégager peu à peu une galerie de 12 m sur 6 m totalement comblée et réaliser contre la paroi Nord-Ouest un sondage de quelques mètres carrés, qui s'est révélé de plus en plus riche (Vézian, 1953, 1964, 1972 ; Lumley, 1976 ; Tavano, 1976) et que l'on nommera par la suite « puits ». Après avoir fouillé avec son père jusqu'en 1958, puis avec l'aide occasionnelle de ses fils (Bernard, Pierre, Régis), Jean Vézian met fin aux fouilles en 1987 pour commencer une étude approfondie du matériel en collaboration avec le Pr. H. de Lumley et son équipe. Au total, ce sont plus de 200 000 vestiges qui ont été coordonnés et extraits de la grotte du Portel-Ouest (environ 120 000 industries et 80 000 restes fauniques). Depuis les études et les publications se succèdent.

En 1985, avant la fin des fouilles, une campagne de prélèvements d'échantillons fut organisée par H. de Lumley pour les études sédimentologiques, micro-morphologiques et palynologiques. Jean Vézian publie une première synthèse sur les fouilles du Portel-Ouest en 1989. En 1991, l'équipe de H. de Lumley réalise les relevés stratigraphiques des coupes, et une étude de paléontologie a fait l'objet de la thèse de (A. Gardeisen 1985)

En 1996, l'étude de la susceptibilité magnétique des couches est entreprise par la même équipe avec plus de 15 000 mesures permettant surtout de mieux différencier les limites entre les couches. En 1998, un sondage à l'entrée est réalisé par Y. Le Guillou, G. Prince, S. Deguillaume et R. Vézian à l'emplacement d'une future grille pour protéger le site, posée en 1999 (Figure 3).

Enfin, en 2019 la fouille est ensuite reprise par Gael Becam et son équipe.

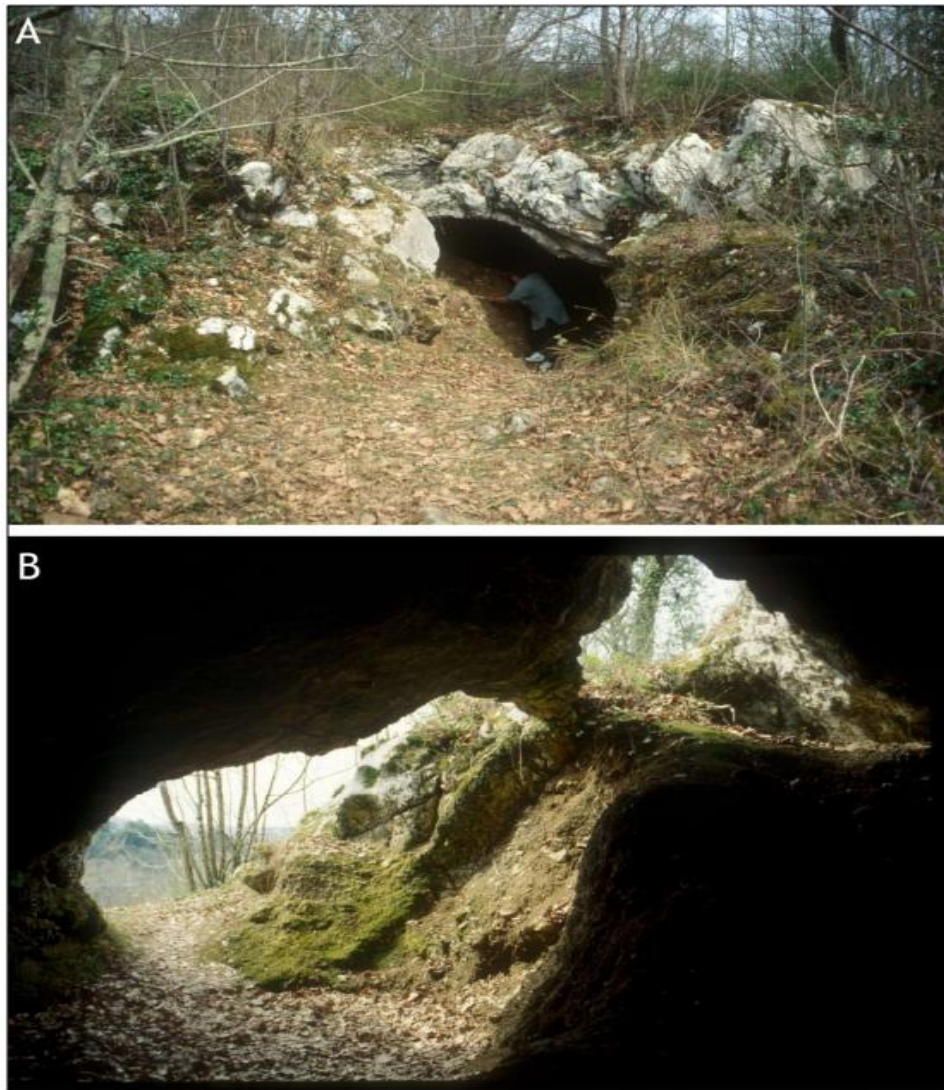


Figure3: Entrée de la grotte du Portel-Ouest avant la présence de la grille (Avant 1989) A : vue de l'extérieur ; B : Vue de l'intérieur. (Photo S. Deguillaume)

1.3- Stratigraphies :

Celle-ci présente un remplissage de dépôts sédimentaires très riches qui n'ont pas encore atteint le substratum. La partie fouillée correspond à une salle de 12 m de long sur 6 m de large, avec un sondage réalisé sur la paroi nord-est. Joseph et Jean Vézian ont distingué 13 couches, de M à A de bas en haut, subdivisées en 22 sous-couches sur 5 m d'épaisseur (tableau 2, Figure 4). Ces couches ont été regroupées en 4 ensembles archéo-stratigraphiques et un niveau stérile :

- Ensemble de base (M, L, K3, K2, K1, J, I)
- Premier ensemble moustérien (H, G, F3, F1, F)

- Couche E, stérile (elle sépare les deux ensembles moustériens)
- Deuxième ensemble moustérien (D1, D, C)
- Ensemble du Paléolithique supérieur (B2, B1a, B1, B, A)

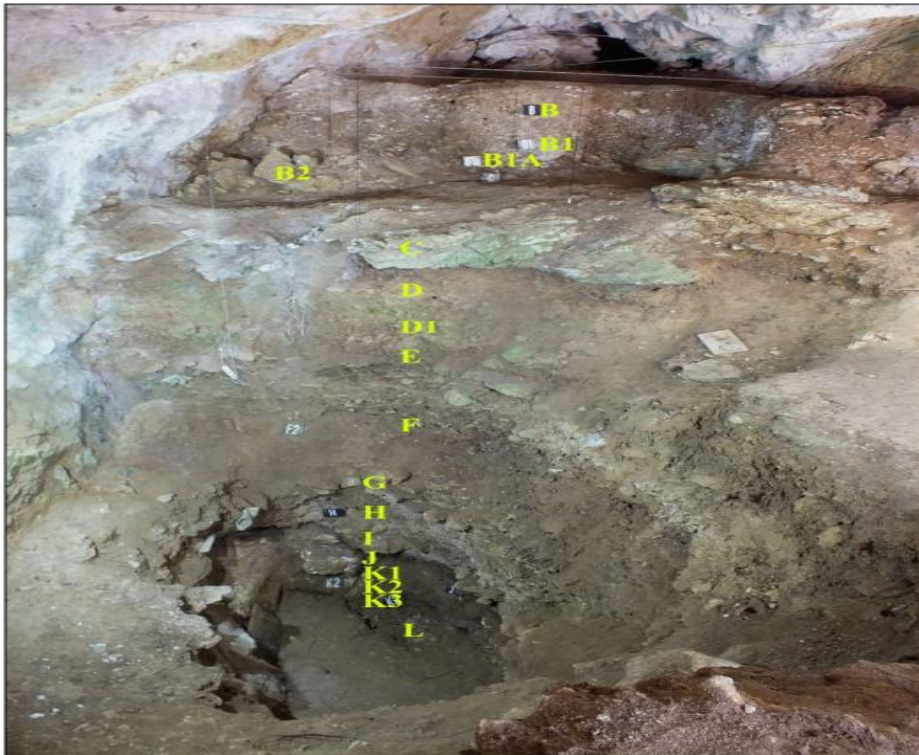


Figure 4: Vue générale des couches du remplissage sédimentaire du Portel-Ouest par A. Testu, 2019

Tableau 2: Synthèse des connaissances sur la stratigraphie du Portel-Ouest d'après Vézian, 1989 ; Ajaja, 1994 ; Menzi, 1994 ; Tissoux, 2004) :

Ensemble	Couches	Subdivisions	Profondeur (m)	Datations radiométriques (U/Th et U/Th x EPR)	Caractéristiques sédimentaires
	A		de 0 à -0,11		- Sédiment postglaciaire, avec argile très brune (fortement remaniée par les blaireaux).
Ensemble du Paléolithique supérieur	B	B	de -0,11	23 100 +/- 3 500 BP	-Eléments calcaires non corrodés dans une argile brune (fortement remanié par les blaireaux).
		B1			-Présence d'éléments calcaires cryoclastiques peu altérés dans une argile brune.
		B1A		36 300 +/- 5 400 BP	-Sédiments de couleur brun jaunâtre avec des cailloux calcaires corrodés.
		B2	à -1,66		-Présence de gros blocs atteignant 1 m d'envergure dans une argile jaune.
2ème ensemble Moustérien	C		de -1,01 à -1,66		-Fraction limono-argileuse importante de couleur jaunâtre.
	D	D	de -1,66	39 100 +/- 5 800 BP	-Fraction sableuse la plus forte de l'ensemble des couches, de couleur gris-rougeâtre, avec une fraction grossière calcaire corrodée.
		D1	à -2,06		-Fraction grossière calcaire peu corrodée.
Ensemble stérile	E		de -2,06 à -2,31		-Fraction limono-argileuse homogène sans fraction grossière et de couleur marron.
1er ensemble Moustérien	F	F	de -2,31		-Sédiment de couleur brun légèrement foncé.
		F1		44 400 +/- 6 600 BP	
		F2		44 000 +/- 6 600 BP	
	G	F3	à -3,13	44 900 +/- 6 700 BP	
			de -3,13 à 3,28		-Sédiment de couleur brun foncé, couche peu épaisse et présence d'une fraction limono caillouteuse importante avec de nombreux granules karstiques.
	H		de -3,28 à -3,68		-Présence de calcaires cryoclastiques dans une argile de décalcification de la roche.
Ensemble de base	I		de -3,68 à -3,88		-Granules karstiques, os roulés et grains de quartz émoussés luisants. Présence d'éléments blanchâtres concrétionnés.
	J		de -3,88 à -3,95		-Couche sablo-limono argileuse de couleur noire rougeâtre (matière organique) et fort taux de carbonate de calcium.
	K	K1	de -3,95		-Fraction limono-argileuse (40%-70%) de couleur jaunâtre (sable avec grains de quartz émoussés luisants), avec évolution pédologique.
		K2			-Contient des éléments calcaires cryoclastiques.
		K3	à -4,6		
	L M		-4,6	135 000 +/- 9 000 BP	-Plancher stalagmitique discontinu.

2. Vestiges archéologiques :

2- Restes Humains :

Trente-trois restes humains ont été mis à jour lors des fouilles des couches F1, F2, F3, incluant 23 dents (12 dents déciduales et 11 dents permanentes), 9 fragments crâniens (pariétaux et frontaux) et une fibula. Les dents étudiées d'après les caractères externes et internes permettent de les attribuer clairement aux Néandertaliens (Becam, 2017 ; Becam et Chevalier, 2019)

2.1- Industrie lithique :

L'industrie du Portel Ouest est marquée dans les couches inférieures par un Moustérien à denticulés qui s'enrichit progressivement en racloirs à encoches clactoniennes latéral typique du gisement (Prince, 2000). De nombreux changements interviennent avec le moustérien final (coche C). Les lames Levallois à talon facetté font leurs apparitions en même temps qu'un Moustérien de tradition Acheuléenne à bifaces irréguliers, et une diminution des variétés de matière première s'observe. La couche B montre une période transitoire vers le Paléolithique supérieur avec une industrie de type châtelperronienne (Vézian, 1989)

L'étude pétroarchéologique (Batigne, 2017) de la sous-couche F2 qui a été volontairement orientée vers le silex montre la présence de 36 types de silex, regroupés en sept faciès. La très forte représentation du silex des calcaires daniens du Plantaurel, aux environs du Mas d'Azil et du synclinal de Cassagne-Fabas révèle un rayon d'approvisionnement principal compris entre 25 et 40 km et des apports potentiellement allochtones de plus de 80 à 120 km.

2.2- Climat et paléoenvironnement :

La localisation géographique du site fait de lui un bon choix stratégique pour les humains et les carnivores. La région qui entoure le portel est une zone de circulation et de transition entre la montagne et la plaine ; d'où la richesse de la diversité faunique retrouvée à travers les différentes compagnes de fouille (voir la liste faunique tableau 3). Ces restes sont majoritairement très fragmentés par l'activité humaine et les carnivores, leur degré de conservation est différent d'une couche à une autre (Gardeisen, 1996-1997)

Tableau3: Inventaire général des restes fauniques du Portel-ouest (Vézian, 2014).

Ordre des canivores		
Canidés	<i>Canis lupus</i>	180
	<i>Vulpes vulpes</i>	844
Ursidés	<i>Ursus spelaeus</i>	123
Félidés	<i>Panthera (leo) spelaea</i>	2
	<i>Panthera pardus</i>	3
	<i>Felis sylvestris</i>	2
	<i>Lynx lynx</i>	1
Mustéidés	<i>Meles meles</i>	580
	<i>Mustela putorius</i>	2
	<i>Martes sp.</i>	3
Hyenidés	<i>Crocuta spelaea</i>	215
Ordre des proboscidiens		
Éléphantidés	<i>Mammuthus sp.</i>	2
Ordre des artiodactyles		
Suidés	<i>Sus crofa</i>	3
Cervidés	<i>Rangifer tarandus</i>	5438
	<i>Megaloceros sp.</i>	7
	<i>Cervus elaphus</i>	786
	<i>Capreolus capreolus</i>	51
Bovidés	<i>Bison priscus mediator</i>	262
	<i>Bos primigenius primigenius</i>	65
	<i>Bos/Bison</i>	1159
	<i>Rupicapra rupicapra</i>	91
	<i>Capra caucasica</i>	216
Ordre des périssodactyles		
Équidés	<i>Equus caballus germanicus</i>	2909
	<i>Equus caballus cf gallicus</i>	13
Rhinocerotidés	<i>Coelodonta antiquitatis</i>	6

Une étude sur des rongeurs associés à ceux des grands herbivores (Marquet et al, 1998) à été effectuée et a donné des informations supplémentaires sur le climat.

La présence des rongeurs d'espaces tempérés dans le niveau L inclus une phase tempérée pouvant correspondre au MIS 5e, s'ensuit une période instable (niveau K à I) allant vers un climat froid et sec en association possible avec le MIS 5a, b, c, d), devenant de plus en plus favorable à l'installation des animaux de milieu ouvert et froid comme le renne, cheval et bison (couches G à F2, corrélés au MIS 4).

Une période froide et humide est marquée dans les couches F1 à C mais cette temporisation est plus importante dans la coche B1A (MIS 3) qui est marquée par la répartition des espèces forestiers

Un retour aux conditions froides et observée, en lien avec le MIS 2, au sommet de la coche B (Marquet et al, 1998).

En ce qui concerne les pollens, une étude a été réalisée par J. Renault-Miskovsky et M. Girard. Bien que les couches soient perturbées par des phénomènes de ruissèlement et de percolation (Menzhi, 1994), plus de 19 000 grains déterminés montrent deux grandes phases

climatiques à type fraîche et humide avec des améliorations ponctuelles possibles mais non enregistrées.

Le second débute avec le moustérien finale (couche C) et s'étend jusqu'à la base de la couche B. La faible représentation montre un paysage découvert, associé à un climat froid et sec (Renault-Miskovsky & Girard, 1998).

Présentation de la couche et la sous couche D et D1 :

1- Liste de faune et paléoenvironnement :

La couche D, de (-1.66 m à -2.06 m) est comme les autres couches encore aujourd'hui en cours de fouilles. Elle est de couleur gris rougeâtre (Figure 5), présente la fraction sableuse la plus forte de l'ensemble des niveaux, le matériel marqué D et D1 . La sous couche D1 désigne une zone très localisée où les pierres sont moins corrodées que la couche D pouvant correspondre à un épisode froid et sec (Vézian, 1989). L'industrie moustérienne est ici plus riche en denticulés (Prince, 2000).



Figure5: Présentation du 1er et 2ème Complexes moustériens (C-D et F) séparés par une couche stérile des vestiges archéologiques (E) par G. Becam, 2019.

L'ensemble du remplissage a fourni une faune mammalienne abondante, résultat de l'activité cynégétique des hommes ou des actions de charonnage de certains carnivores. L'ensemble du moustérien final D et D1 se caractérise par la dominance des grands bovidés sur les cheveux et la régression des Rennes (Gardésien, 1996) :

Tableau 4: spectre faunique de la couche D du Portel-ouest d'après Gardeisen (1998) en pourcentages, modifié :

Ordre des Carnivores (Carnivora)		
Ursidés	<i>Ursus spelaeus</i>	1.84 %
Canidés	<i>Canis lupus</i>	1.84 %
	<i>Vulpes vulpes</i>	2.13 %
Mustélidés	<i>Meles meles</i>	0.71 %
Hyenidés	<i>Crocuta spelaeus</i>	15.05 %
Ordre des Artiodactyles (Artiodactyla)		
Cervidés	<i>Rangifer tarandus</i>	18.75 %
	<i>Cervus elaphus</i>	5.25 %
Bovidés	<i>Bison priscus</i>	24 %
	<i>Capra caucasica</i>	1.84 %
	<i>Rupicapra rupicapra</i>	1.13 %
Ordre des Périssodactyles (Perissodactyla)		
Equidés	<i>Equus caballus cf germanicus</i>	26.98 %
Rhinocérotidés	<i>Coelondonta antiquitatis</i>	0.56 %

Tableau 5: Les rongeurs de la couche D du Portel-ouest d'après Marquet et al, (1998) en pourcentages, modifié :

Espèces	
<i>Microtus oeconomus</i>	3.33 %
<i>Microtus arvalis</i>	66.66 %
<i>Microtus agrestis</i>	6.66 %
<i>Arvicola terrestris</i>	16.66 %
<i>Chionomys nivalis</i>	6.66 %

Problématique et objectif du stage d'étude des couches D et D1 de la grotte du Portel ouest :

Le site en grotte du Portel Ouest a livré d'importants vestiges archéologiques majeurs. Les longues stratigraphies qui le caractérisent permettent une vision plus complète sur l'occupation humaine et des carnivores durant le Pléistocène.

L'histoire taphonomique des gisements en grotte est toujours complexe, correspondant pour la majorité des cas au processus pré-et/ou post dispositionnels au sein de l'assemblage osseux dans les milieux fermés, le contexte géologique et les niveaux archéologiques quelquefois compactés complique la lecture des processus taphonomiques et leurs identifications.

Le présent mémoire de Master 2 a pour objectif : une étude taphonomique de plusieurs collections présentes au sein du laboratoire de Tautavel, issues des fouilles du site du Portel Ouest et provenant des couches D et D1.

Ce travail doit répondre en partie aux lacunes d'indentification du piétinement en grotte et avoir une idée plus précise et globale sur ses facteurs (fracturation, strie, encoche...), s'il y'a une possibilité d'isoler les marques laissées par le piétinement des autres agents taphonomiques tels que les traces de boucherie, en mettant également en place un cadre méthodologique à l'analyse taphonomique des modifications de surface osseuses en utilisant des manuels et des ouvrages

d'identifications (Binford 1981 ; Lyman 1994 ; Denys et Patou-Mathis 2014 ; Fernandez-Javallo et Andrews 2016). Des observations microscopiques et un traitement statistique ont été également réalisés.

L'ajout de nouvelles données sur le contexte et l'état des os en grotte peut nous permettre d'avoir des informations plus détaillées sur le piétinement.

Notre problématique porte sur l'identification des différents agents taphonomiques en grotte et leurs caractéristiques, les interprétations que nous pouvons en déduire concernant le type de piétinement et son intensité.

Matériel et Méthode :

Presentation du matériel:

L'étude taphonomique a été effectuée sur l'ensemble du matériel des couches D et D1 de la grotte du Portel Ouest qui résulte des fouilles menées dans le cadre de plusieurs programmes de recherches (fouilles de Jean Vézian et quelques éléments de la fouille nouvelle campagne 2020) préservé au sein de CERP à Tautavel. Cette grotte est essentiellement un site d'occupation humaine. Nous avons utilisé l'abréviation qui suit pour le Portel Ouest : LPO.

La première étape d'une étude d'un assemblage osseux est la détermination des différentes espèces le constituant, la détermination paléontologique permettant de mieux appréhender les espèces présentes. L'identification anatomique et taxonomiques des restes osseux des deux couches D et D1 à déjà fait l'objet d'une détermination de plusieurs chercheurs (Vezian, 2014 ; Gardeisen, 1988) et nous nous concentrons ici que sur l'aspect taphonomique.

1. Unités de quantification:

Le Nombre de Restes (NR) : les restes osseux sont classés en restes déterminés et indéterminés (esquilles).

Le Nombre de Reste Total

$$NRT = NRDa + NRDT + ND \text{ (Esquilles)}$$

- NRDt : nombre de restes déterminés anatomiquement et taxonomiquement par espèce, par genre ou par famille ;
- NRT : nombre total de restes osseux présents dans un gisement, incluant le NRDt ainsi que le nombre de restes indéterminés et les esquilles.

Tableau 6: exemple de fiche d'identification des restes fauniques :

Zone
N° d'Inventaire
Site
Nature
Partie Anatomique
Espèce
X
Y
Z
Longueur Max
Largeur Max
Epaisseur Max
Classe de taille

3. Lecture des surfaces osseuses :

La reconnaissance et l'étude des traces présentes à la surface des ossements sont fondamentales pour la compréhension de l'histoire taphonomique d'un assemblage osseux. La modification des surfaces osseuses peut être liée à différents agents taphonomiques. Deux grandes catégories peuvent être distinguées : les modifications non biologiques (actions chimiques, mécaniques) et les modifications biologiques (hommes, animaux, végétaux).

Les ossements présentant des particularités taphonomiques (essentiellement le piétinement) ont été observés à l'œil nu, puis au microscope et au proscope à des grossissements +100 et +50 (proscope)

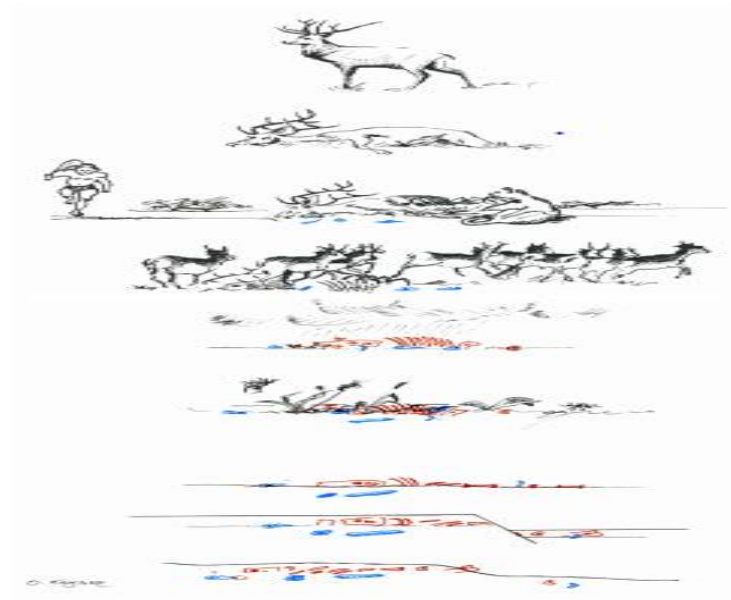


Figure 6: séquence taphonomique simplifiée (par O. Keyser, modifiée P. Shipman), de la biosphère à la lithosphère.

Des boucles de rétroaction entre ces différents paliers sont envisageables (ex. dépôt, puis érosion, transport et re-déposition). De haut en bas : animal vivant, animal mort et prédation (carnivores, hommes), décomposition et piétinement, agents atmosphériques (climat), actions biologiques (micro-organismes, plantes, début d'enfouissement et perte d'éléments), dépôt et faille (formation de deux niveaux), érosion et début d'exhumation (menant souvent à la découverte des sites). Rouge = ossements ; bleu = artefacts lithiques (Brugal, 2017).

3.1. Etat physique de reste osseux et dentaires

Tableau 7: aspect général de la surface osseuse et des dents

1- couleur de l'os : 1 = blanc, 2 = gris clair, 3 = gris, 4 = gris foncé, 5 = noir, 6 = blanc-rosé, 7 = rouge, 8 = rouge brun, 9 = brun, 10 = brun foncé, 11 = jaune pâle, 12 = jaune, 13 = orange, 14 = jaune foncé-jaune brun, 15 = blanc-bleuté, 16 = bleu, 17 = bleu-vert, 18 = jaune verdâtre, 19 = brun-vert, vert olive, 20 = beige.
2- fossilisation : 0 = absence, 1 = présence
3- combustion 0 = absence, 1 = présence : 1t = total, 2p = partielle
4- couleur de combustion : 1 = beige, 2 = brun, 3 = brun /noir, 4 = noir, 5 = gris foncé/noir, 6 = gris clair/ blanc, 7 = blanc, 8 = turquoise
5- carbonates : 0 = absence, 1 = presence
6- oxydes métalliques : 0 = absence, 1 = fer, 2 = manganèse.

3.2. Modifications taphonomiques

Notre analyse consiste à discriminer les différentes marques laissées par les agents taphonomiques. Une fois les différents agents modificateurs identifiés, nous nous sommes plus spécifiquement concentrés sur les traces du piétinement qui apparaissent sous forme de marque (Myers et al, 1980 ; Fiorillo, 1984 ; Behrensmeyer et al ; Olsen et Shipman 1988 ; Nielsen, 1990, Haynes, 1991a, b) et sous formes d'encoches (Blasco et al, 2008) et de fragmentations.

Tableau 8 : les modalités des variables telles qu'elles ont été enregistrées dans la base de données :

1- fragmentation: 0 = absence, 1 = présence
2- fissures : F0 = absence, F1 = fine, F2 = mesurable (moyenne), F3 = longitudinale
3- desquamation : D0 = absence, D1 = faible, D2 = moyenne, D3 = maximale
4- vermiculation 0 = absente, 1 = présence, A1 = chevelu, A2 = arborescente
5- écaillage : E0 = absence, E1 = présence
6- cupules : 0 = absence, 1 = présence, A1 = isolé, A2 = multiple
7- poli : 0 = absence, 1 = présente, A1 = face, A2 = extrémité, A3 = sur les deux faces
8- marques de carnivore : 0 = absence, 1 = présence, A1 = perforation, A2 = mâchonnement, A3 = cupules, A4 = négatif d'enlèvement, A5 = digestion, A6 = sillons
9- marques de rongeurs : 1 = absence, 2 = présence

3.4. Stries et modalité :

L'étude des stries et notamment leurs localisations est un des critères majeurs pour la reconstruction des différentes activités. Ces marques sont de plusieurs origines. Les stries peuvent être créées par plusieurs facteurs comme l'activité anthropique (Bunn et Kroll, 1986 ; Binford 1998 ; Blumenschine 1995, Domínguez-Rodrigo, 2002) ou les phénomènes naturels tels que le piétinement (Haynes, 1991a, b).

Nous nous sommes inspirés de certaines publications tels que Domínguez-Rodrigo et al. (2008 ; 2009) ; Denys et Patou-Mathis (2014) ; Rozada et al. (2014) ; Fernandez-Javalo et Andrews (2016) pour la distinction des agents entre eux.

Tableau 9: modalités des variables telles qu'elles ont été enregistrées dans la base de données pour l'étude des stries et micro-striations :

1- stries : 0 = absente, 1 = présente, 1a = parallèle, 2a = aléatoire
2- longueur de la strie : 1 = stries courtes <inf. à 3 mm, 2 = moyenne 3 à 7 mm, 3 = stries longues 7 à 30 mm, 4 = > 30 mm
3- largeur de la strie : 1 = très fine, 2 = fine, 3 = épaisse > 1 mm
4- profondeur de la strie : 1 = superficielle, 2 = peu profondes, 3 = profonde
5- nombre de rainures : 1 = <4, 2 = 4 à 8, 3 = >8
6- trajectoire de la rainure : 1 = droite, 2 = courbe, 3 = sinueuse, 4 = différente trajectoire
7- micro striations internes : 0 = absence, 1 = présence
8- trajectoires de la micro striations : 1 = continu, 2 = microstriations interrompues
9- emplacement de la micro striation : A1 = sur la paroi de la rainure, A2 = sur le bas, A3 = sur les deux
10- Forme de la trajectoire de la microstriation : 1 = droite, 2 = irrégulière

3.5. Encoche et Modalité :

Pour identifier et caractériser les encoches résultant de l'effet du piétinement, nous nous sommes appuyés sur les travaux de Galan et al. (2009), Blasco et al. (2008), Pargeter & Bradfield (2012).

Tableau 10: modalités des variables telles qu'elles été scorées dans la base de données sont les suivantes pour l'étude des encoches :

1- encoche : 1 = présence, 2 = absence
2- localisation de la fracture pour un os déterminé : 1 = proximal, 2 = distal, 3 = latéral, 4 = médial, 5 = les deux bords
3- angle de l'encoche : 1 = à bord oblique, 2 = a bord en V
4- aspect de la surface : 1 = lisse, 2 = irrégulier, 3 = un bord lisse et un bord irrégulier, 4 = semi lisse

3.6. Fracture et modalité :

La fragmentation constitue une famille d'altération qui englobe la fragmentation et la fracturation (Dominguez-Rodrigo, 2009). La fragmentation peut résulter d'une pression naturelle exercée sur un vestige ou bien d'une action volontaire menée par l'homme ou l'animal dans le but d'en extraire de la moelle osseuse.

Les fractures sur os frais et sec ont tous deux une morphologie différente. Nous nous sommes inspirés du travail de Villa et Mahieu (1991) afin de distinguer les fractures causées par le piétinement.

Tableau 11: modalités des variables telles qu'elles ont été scorées dans la base de données pour l'étude des fractures :

1- Point d'impact de percussion : 0 = absence, 1 = présence
2- localisation (os déterminés) : 1 = proximal, 2 = distal, 3 = latéral, 4 = médial, 5 = deux extrémités
3- angle de la fracture : 1 = spiral, 2 = droit, 3 = v, 4 = w, 5 = mixte, 6 = longitudinal, 7 = sub-horizontal,
4- aspect de la surface : 1 = lisse, 2 = irrégulier, 3 = un bord lisse et un bord irrégulier, 4 = semi lisse
5- portion : p1 = épiphyse proximale, p2 = diaphyse proximale, p3 = diaphyse médiale, p4 = diaphyse distale

3.7. Les esquilles :

La même méthode a été appliquée sur l'étude des esquilles mais certains paramètres ne sont pas pris en considération comme la localisation des fractures et des encoches sur les extrémités osseuses qui sont indéterminables. Quatre types de variable ont été appliquées (bord proximal, bord distal, bord gauche, bord droit) par rapport à la position de l'esquille.

4. Répartition spatiale :

Cette partie de l'analyse ne sera pas abordée dans ce travail. La plupart de l'étude s'étant portée sur des collections anciennes dépourvues de coordonnées précises pour toutes les pièces archéologiques.

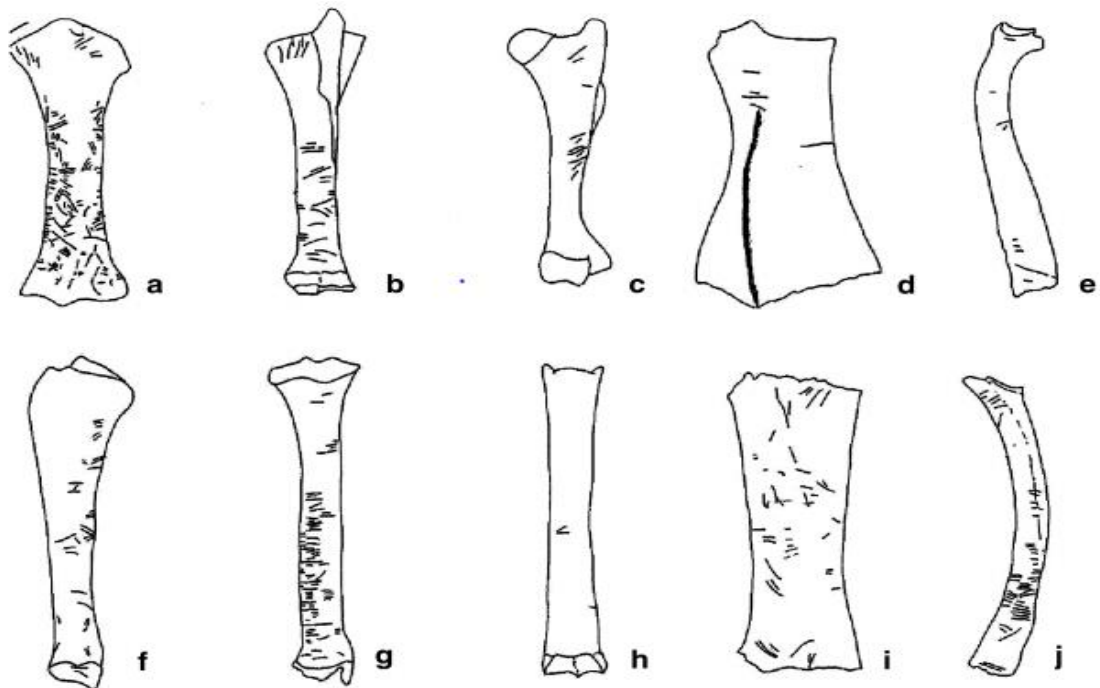


Figure 7 :exemple expérimental de dix os modernes portant des marques de piétinement sur différentes espèces : a vache de 8 ans ; b Cheval de 15 ans ; c cheval de 15 ans ; d Cerf de 4 ans ; e Vache de 8 ans ; f Cheval de 15 ans ; g Mouton de 6 ans ; h Cheval de 15ans

Résultats

Description de l'assemblage

Taxinomie

Le site comporte actuellement 87 000 restes mis au jour (Vézian, 2014), et il est toujours en cours de fouille (Becam, 2019). Les couches D et D1 ont livré un assemblage de grands mammifères de 8 taxons (Fig .8).

Les données disponibles pour les deux couches portent sur 1 302 restes, dont 159 (12,21 %) identifiés au rang anatomique et taxonomique et 1 143 esquilles (soit 87 .78 %)

L'assemblage étudié des deux couches ne correspond pas à l'intégralité du matériel découvert, quelques pièces n'étaient pas disponibles (en cours de restauration, ou prêtées).

Le nombre total de la couche D s'élève à 704 restes fauniques (Vézian, 2014) dont 159 éléments à étudier, soit 22,58 % de l'assemblage.

Couche D :

Le taux de détermination des restes de la couche D est de 129 restes.

L'assemblage est composé d'artiodactyles : des cervidés qui se compose de trois genre : *Rangifer tarandus* , *Megaceros* et *Cervus elaphus* un taxon de *grand bovidé* indéterminée une espèce de périssodactyles genre *Equus caballus germanicus*, trois genre de carnivore *Ursus spelaeus*, *Canis lupus*, et *Crocota spelaeus* , et un minimum d'espèces de petit *b* indéterminé

L'assemblage est dominé par les herbivores qui représente la quasi-totalité du nombre de restes avec 85 restes soit 65 .89%, les carnivores qui sont aussi important avec un total de 21 restes soit 16.27 , et en fin équidés sont aussi présents avec un nombre 20 restes soit 15 .50(Fig.8).

A noter que ces résultats sont basés uniquement sur la collection étudiée, le nombre est différent de ceux de Vézian (2014) dont les résultats montrent une couche D est dominée par les *équidés*, suivis des *grands bovidés*. Cette différence est due au manque de matériel disponible durant notre étude.

Couche D1

L'ensemble de la couche D1 est très faible. Le taux de restes est de 74% elle comprend presque les mêmes taxons de mammifère que la couche D sauf l'absence de la hyène (*crocota spelaeus*)

L'assemblage est composé d'une espèces d'artiodactyles *Rangifer tarandus*, un genre *Cervus*, et un taxon de *grand bovidé indéterminé* , une espèce de périssodactyle *Equus caballus*, deux espèces de carnivore *Ursus spelaeus* et *Canis lupus* ; L'assemblage est dominé par les herbivores en particulier par le genre *Rangifer* avec 24 restes Les équidés et les carnivores sont moins présentés avec un seul restes chacun (Fig.1)

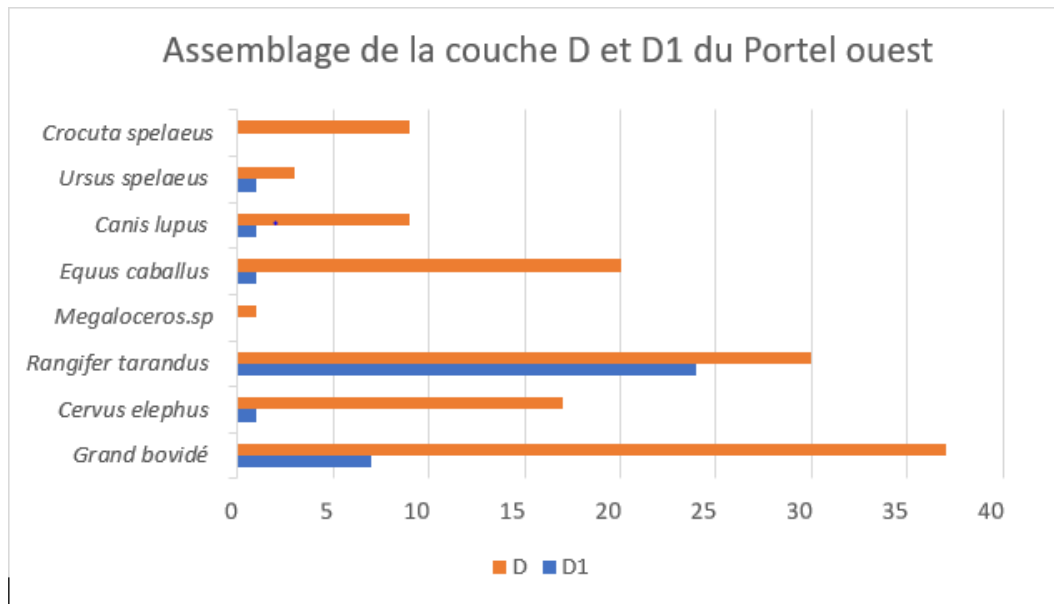


Figure 8: Diversité taxinomique et représentation des mammifères (NR) de l'assemblage de la couche D et D1 du Portel ouest.

Etat général de conservation

Représentation squelettique :

L'étude de la représentation squelettique des couches D et D1 révèle une dominance des os longs avec un nombre de 60 restes (soit 37,73 %) de restes par rapport aux autres éléments (Fig. 9).

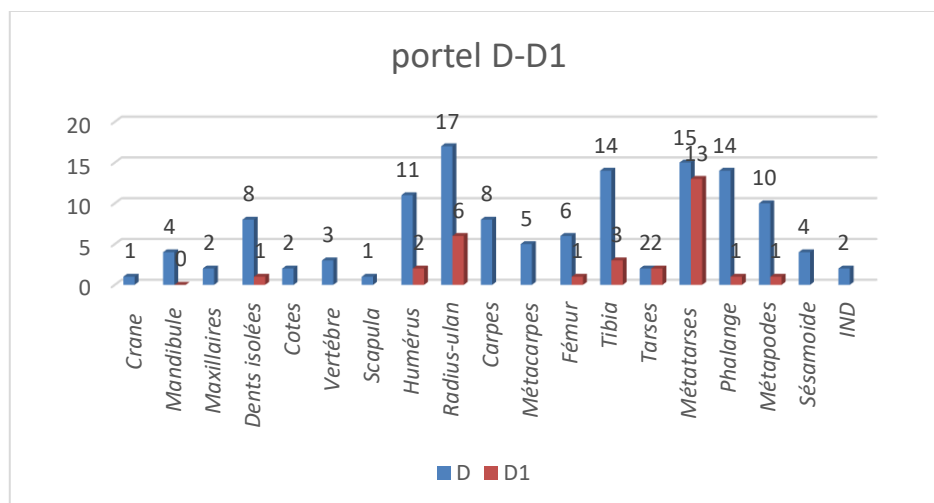


Figure 9: Représentation squelettique des restes étudiés de la couche D et D1

Processus climato-édaphique :

Couche D

L'intempérisation est le principal phénomène climato-édaphique à avoir été identifié au sein de notre assemblage. Dans la couche D, sur 129 restes observés, 24 éléments montrent des modifications liées à une exposition plus ou moins prolongée à l'air libre ou en subsurface (Tab. 12).

On observe que 22 restes ont des modifications attribuées au stade 1 (soit 83 %) et seulement

Intempérisation	NR	NR%
Stade 1	22	92%
Stade 2	2	8%
Stade 3	0	0%
Stade 4	0	0%
Stade 5	0	0%
Total	24	100%

Tableau 12: Distribution des restes selon leurs stade d'intempérisation de la couche

2 éléments ont des marques attribuables au stade 2

Un nombre de 17 restes semble avoir été modifié par l'action de l'eau sous la forme de desquamation osseuse

Couche D1 :

On observe dans la couche D1,

8 pièces avec des modifications liées à une exposition aux intempéries (Tab. 13), 3 restes ont des modifications attribuées au stade 3 (soit 37.5 %) 2 restes ont des modifications rapportées aux stades 1 et 4 (soit 25 %) et seulement un seul élément du stade 2.

Intempérisation	NR	NR%
Stade 1	2	25%
Stade 2	1	12.5%
Stade 3	0	0%
Stade 4	2	25%
Stade 5	3	37.5%
Total	8	100%

Tableau 13: Distribution des restes selon leurs stades d'intempérisation de la couche D1

Seuls deux restes ont été modifiés par l'action de l'eau sous la forme de desquamation osseuse ...

Processus physico-chimique :

Des modifications taphonomiques dues à des processus physico-chimiques ont été observés dans les restes osseux des deux couches D et D1. Il s'agit des oxydes de fer mais avec un taux très faible sur 6 pièces par rapport aux résidus de manganèse qui sont principalement observables sur le matériel des deux couches sur 40 restes. Ce dépôt de coloration est dû à l'environnement karstique de la grotte

Dépôt de surface osseuse :

L'état physique de l'assemblage étudié des couches D-D1 montre une concordance au niveau de la couleur de la surface osseuse et de sa minéralisation.

Dans la couche D, c'est le jaune pâle qui domine avec un taux de 44 % (soit 59 restes), le jaune foncé-jaune brun avec 24 % (soit 22 restes) et le beige avec 10 % (soit 15 restes).

On note aussi une fine coloration grise ressemblant à du manganèse mais une analyse plus fine nous a permis de conclure qu'il s'agit d'un dépôt des cendres sur 50 restes.

Au niveau de la Couche D1, le jaune foncé-jaune brun est le plus représenté avec un taux de 48,27 % sur 14 restes, le jaune pâle avec 27,58 % soit 8 restes et le jaune-verdâtre avec 10 % sur seulement 3 restes.

Fragmentation :

Le taux de fragmentation est important. Aucun os long n'est complet. Ce résultat est basé sur l'analyse des ossements de près soit (la position de la fragmentation, son aspect et la morphologie de l'angle

Couche D -D1 :

62.01 % de l'assemblage de la couche étudiée portent des marques de fragmentations (soit 80 restes).

59.45 % de l'assemblage observé de la couche D1 portent des marques de fragmentation (soit 44 éléments). Ces fragmentations sont distribuées entre marque de fragmentation causée par l'effet du piétinement ou des actions anthropiques et des fragmentations indéterminées.

Dans les deux couches aucun os longs n'est complet, l'ensemble des observations enregistrées attestent la présence de trois type d'action distribués entre actions anthropique qui est en principe la récupération de la moelle, actions des carnivores pour la consommation, l'action du piétinement, à noter que certains aspect morphologique ne sont pas attribué) une actions précise à cause de la diversité et la complexité morphologique

Deux types de morphologie ont été identifiés en particulier au Portel ouest : l'angle en forme de biseau et l'angle en forme de V ouvert à plus de 180°.

Identifications des marques linéaires :

Pour identifier et caractériser les stries de piétinement, de charriage, d'activité de boucherie, et les indéterminés, nous nous sommes appuyées sur l'observation morphologique et l'analyse statistique, à savoir l'analyse en composante principale (ACP)), plusieurs variables ont été prise en considération : la trajectoire de la stries, la profondeur, longueur, la section ces variable sont déjà citer dans la méthodologie

Nous donnons ici les résultats obtenus à partir de 30 marques linéaires. Ces variables ont été analyse en (ACP) analyse en composante principale (Fig. 10) avec un logiciel PAST 4.01

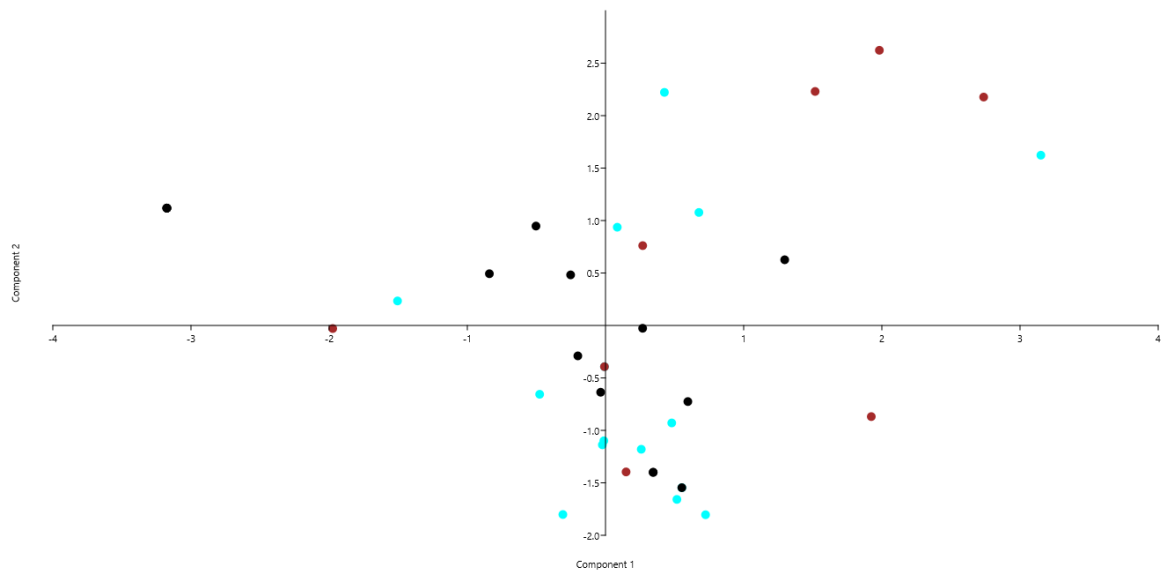


Figure 10 : Analyse des correspondances principale des stries de boucherie, de piétinement et des stries indéterminées des deux couche D et D1 (bleu : marque de boucherie, rouge : piétinement et charriage, noir : marques indéterminées)

La répartition des variables est complexe. Il n'y a pas vraiment de distinction nette qui permet de circonscrire les points pour chaque type de marques. Au correspondant 1 : 3 marques indéterminées se regroupent avec les marques de boucherie (en bleu). A noter que deux variables de charriage ont été regroupées comme marque de boucherie.

Les autres variables sont distribuées de manière mixte, certaines marques de piétinement sont classées à comme des marques similaires de boucherie et inversement.

Les résultats statistiques ne nous aident pas à identifier nos marques.

Les marques de piétinement :

Marques linéaires

Couche D :

Dans la couche D seulement trois restes témoignent d'un processus de piétinement.

L'identification des stries de piétinement s'est faite principalement au microscope (Proscope 50X), l'analyse a porté sur :

Un élément de *cervidé* (n° 5680), un élément du genre *Rangifer* (1127) et un élément de grand *bovidé* (n° 10804) .

N° inventaire	Couche	Espèce	(P.Anatomique)
6580	D	<i>Cervus</i>	Fragment métatarsien -
1127	D	<i>Rangifer</i>	epiphyse - ulna
10804	D	Grand Bovidé	Diaphyse tibia

Tableau 14: Distribution des restes qui portent des stries de piétinement de la

LPO.D.5680 : il s'agit d'un fragment métatarsien de *Cervus elaphus*, présence de stries subparallèles et peu profondes, avec une orientation diverse et une section en U.

LPO.D.1127 : il s'agit d'une épiphyse d'ulna de *rangifère* avec des stries superposées en trajectoires sinueuses, superficielles et courtes.

LPO.D.10804 : il s'agit d'une diaphyse de grand *bovidé* qui porte au niveau de la surface osseuse des stries fines largement distribuées. L'orientation est diverse avec un profil en U, absence de micro-striation (Fig.11).

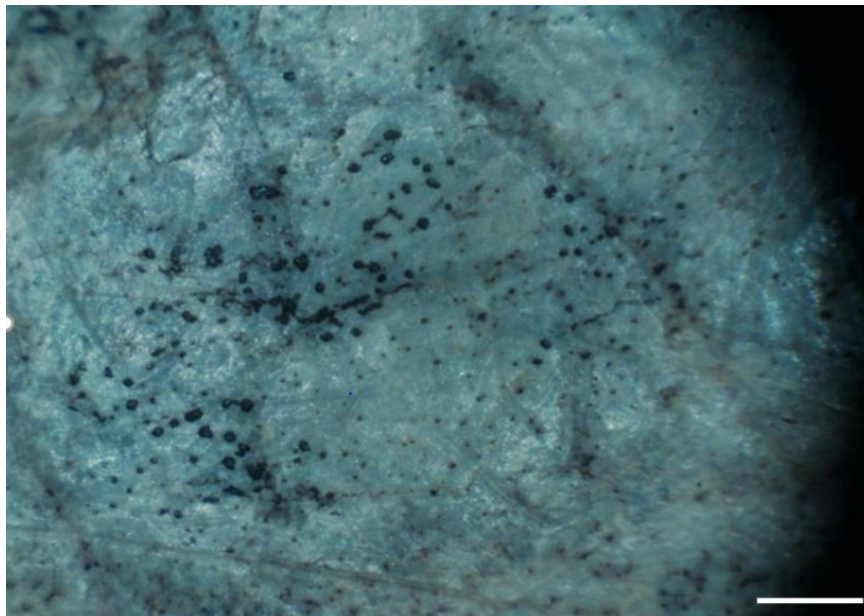


Figure 11: Exemple de marques interprétées comme résultant d'un processus de piétinement (photo de l'auteur avec Proscope vers 6.14)

Couche D1 :

L'identification et l'analyse de la couche D1 a porté sur trois éléments de *Rangifer*.

n° inventaire	Couche	Espèce	(P.Anatomique)
6359	D1	Rangifer	Diaphyse- métatarsien
6807	D1	Rangifer	Diaphyse- métatarsien
8302	D1	Rangifer	Diaphyse- tibia

Tableau 15: Distribution des restes qui portent des stries de piétinement de la couche D1

Les trois éléments (LPO.D16359 et LPO.D16807 qui sont des diaphyses de métatarsiens et LPO.D1. 8302 qui est une diaphyse de tibia (voir fig.12)) montrent la présence de stries subparallèles à orientation aléatoire. Les marques sont peu profondes et certaines stries sont superposées en profil U.

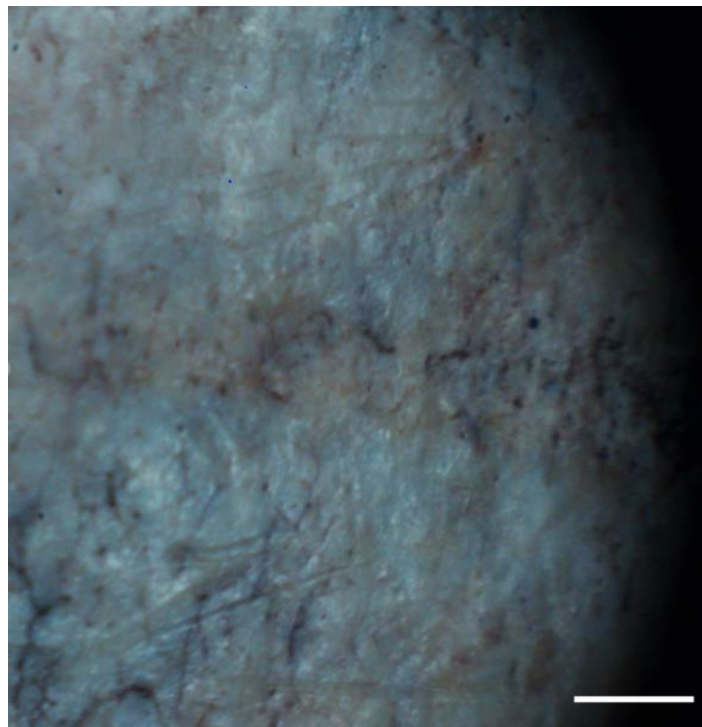


Figure 12: Exemple de marque interprétées comme résultant d'un processus de piétinement de la couche D1 (= photo de l'auteur avec Proscope vers 6.14).

Le charriage :

LPO.D.10798 : il s'agit d'une diaphyse d'un tibia d'un grand *bovidé*, des stries très fines et superficielles orientées dans la même direction.

Les marques sont moyennement longues avec une trajectoire droite et une section en U.

N° inventaire	Couche	Espèce	(P.Anatomique)
10798	D	Grand Bovidé	Diaphyse tibia
10643	D	Grand Bovidé	Diaphyse-humerus

Tableau 16: Distributions des restes qui portent des marques de charriage de la couche D

LPO.D.10643 : une diaphyse d'un humérus de grand *bovidé* présente des stries superficielles très fines et longues avec une trajectoire droite et aléatoire, le profil en U (Fig. 13).

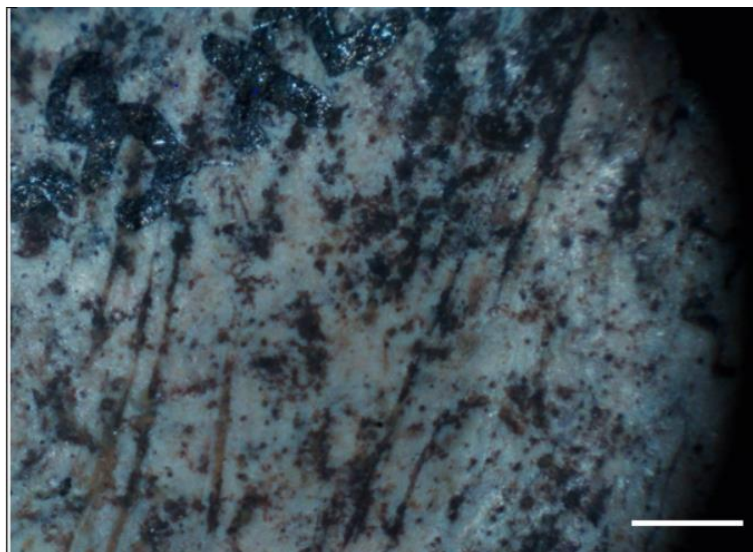


Figure 13: Exemple de marques interprétées comme résultant d'un processus de charriage (photo de l'auteur avec Proscope vers 6.14)

Encoches :

L'identification des encoches et pseudo-encoches repose sur une liste de critères établie et documentée dans la bibliographie. Trois paramètres ont été pris en considération (la localisation, l'angle et l'aspect de surface) à travers des observations macro et microscopiques, l'analyse a porté sur 6 éléments d'os long de la couche D et 5 éléments d'os long de la couche D1 (Tab. 17). Certains éléments sont accompagnés de stries.

N°-inventaire	Couche	Partie	Espèce
10354	D	Diaphyse-tibia	<i>Cervus</i>
6580	D	Diaphyse- métatarsien	<i>Cervus</i>
1127	D	Epiphyse-radius ulna	<i>Rangifer</i>
7182	D1	Diaphyse- radius	<i>Rangifer</i>
6579	D1	Diaphyse- métatarsien	<i>Rangifer</i>
8309	D	Diaphyse -tibia	<i>Rangifer</i>
2562N	D1	Diaphyse -tibia	<i>Rangifer</i>
8303	D1	Diaphyse -tibia	<i>Rangifer</i>
8302	D1	Diaphyse -tibia	<i>Rangifer</i>
8545N	D	Diaphyse -tibia	<i>Rangifer</i>
60	D	Diaphyse-humérus	<i>Equus caballus</i>

Tableau 17: Distribution des restes qui portent des encoches dans la couche D et D1

Angle de l'encoche :

Trois morphologies ont été identifiées dans la grotte du Portel. La localisation de l'encoche n'a pas été détaillée sur les os déterminés en raison de la forte fragmentation qui nous empêche de la localiser anatomiquement.

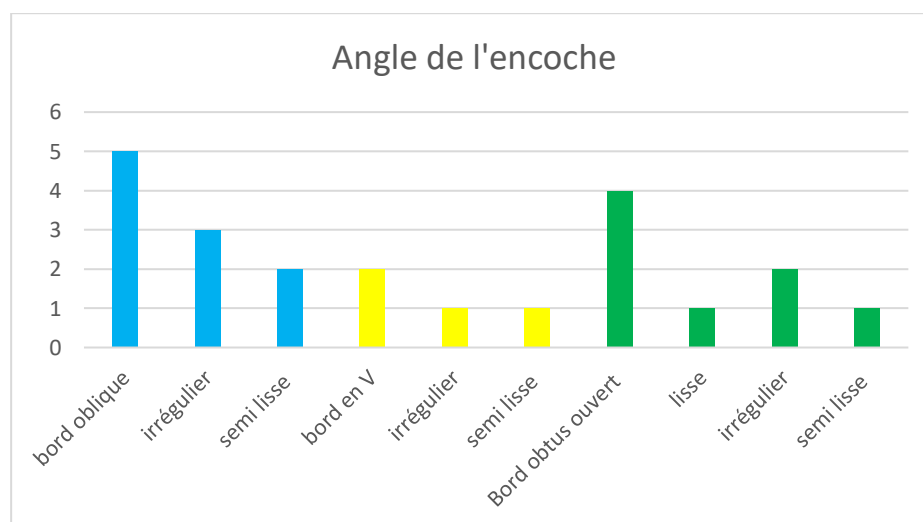


Figure 14: Distribution des encoches des deux couche D et D1 sous forme de trois groupes, bord oblique, bord en V et bord obtus ouvert.

Un bord oblique : 5 éléments ont été identifiés avec un angle oblique dans les extrémités, 3 sur une surface irrégulière, deux éléments sur une surface semi lisse (Fig. 14).

Un bord en V : il regroupe les encoches qui possèdent un angle avec une morphologie de V pour deux éléments, un élément sur une surface irrégulière et un élément sur une surface semi lisse.

Un bord obtus ouvert : ce groupe a été ajouté en fonction de nos observations. 4 éléments possèdent un angle ouvert au niveau des extrémités, un élément sur une surface lisse, 2 éléments sur une surface osseuse irrégulière et un élément sur une surface semi lisse.



Figure 15: exemple d'encoche à bord oblique causé par l'effet du piétinement (photo de l'auteur avec Proscope vers 6.14)

Fragmentation :

Couche D :

20 ossements portent des stigmates de l'action du piétinement soit 25% des restes identifiés à partir de la morphologie de la cassure et sa localisation.

Ces fragmentations sont observées sur trois différents aspects.

Un total de 10 éléments (soit 50 % des fragmentations) sont sur os semi sec. La fragmentation sur un aspect irrégulier est représentée avec 6 éléments (soit 20 %).

L'action de l'impact de la fragmentation sur os frais est présente sur quatre fragments d'os long avec un taux de 20 %.

Couche D1 :

Un total de 11 soit 25 % d'éléments d'os longs fragmentés résulte de l'effet du piétinement.

Cette fragmentation est distribuée sur trois types d'aspects. La fragmentation sur un aspect irrégulier présente un total de 6 restes (soit 54.54 %). L'observation de la fragmentation sur un aspect irrégulier est présente sur 4 éléments (36.36 %) et seulement un seul reste a été observé sur un aspect lisse (soit 9.09 %).

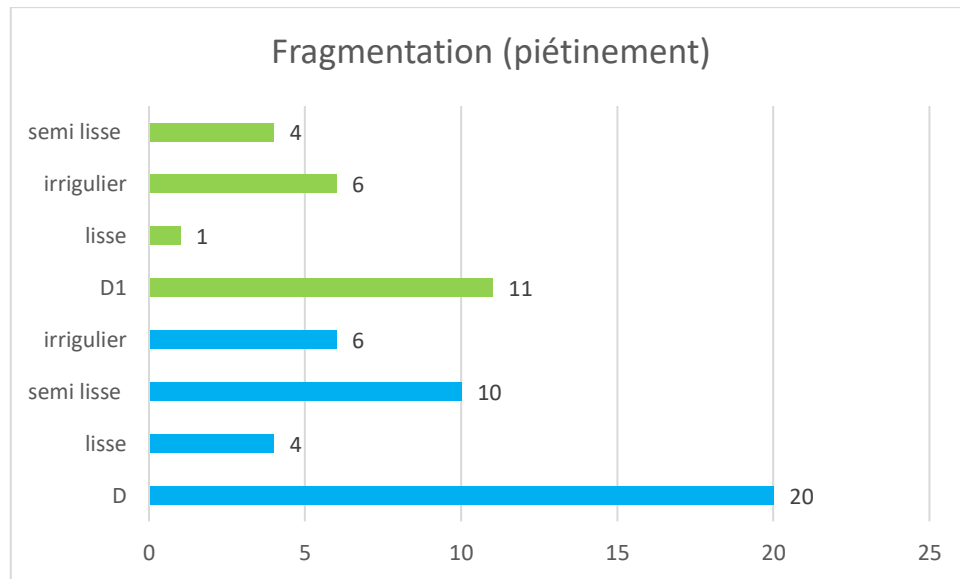


Figure 16: Distribution des marques de fragmentation attribuées au piétinement des deux couche D et D1

Les modifications anthropiques

Outil en os

Un seul retouchoir a été identifié au Portel ouest dans la couche D.

Il s'agit d'une diaphyse d'un fémur droit attribué à l'espèce *Cervus elaphus* (9870).

On observe des plages de cupules localisées sur le même axe dans la même orientation, les marques sont profondes. Présences de hachures sinueuses et rugueuses sur l'os avec quatre marques de découpe qui se chevauchent, avec une trajectoire en courbe et rectiligne par rapport au grand axe de l'os.

On observe également des plages de modifications à la morphologie spécifique. Les retouchoirs sont généralement choisis parmi les fragments d'os longs obtenus après la fracturation en vue de récupérer la moelle comme c'est le cas dans notre échantillon, et servent par la suite comme outil pour retoucher les pièces lithiques.



Figure 17: Retouchoir sur diaphyse fémorale de *Cervu elaphus*, portant des stries de boucherie (Photos D. Dainat EPCC CERP Tautavel).

La chauffe et la combustion des ossements

L'action du feu sur les ossements laisse des marques distinctes. L'os change de couleur selon le degré de température à laquelle il est exposé au feu, ainsi qu'en fonction du temps. Au Portel la combustion est présente à différents stades.

La couche D :

La combustion n'est présente que dans la couche D avec 4 restes, dont deux os longs et un astragale de grand *bovidé*, et deux fragments d'os et un os long d'*Equus caballus*. Trois stades de chauffe ont été identifiés.

Stade 1 :

Quatre fragments ont été identifiés (20 et 22), les os sont légèrement brûlés, la chaleur n'est pas suffisante pour fissurer les os.

Stade 2 : Un astragale de grand *bovidé* (11967), partiellement brûlé, sans présence de fissure.

Stade 3 : Un fragment huméral d'*Equus caballus* totalement brûlé au stade 3 (65) avec des fissures. Des marques linéaires sur les extrémités, profondes en section V, interprétées comme des marques de découpe (Fig. 18).

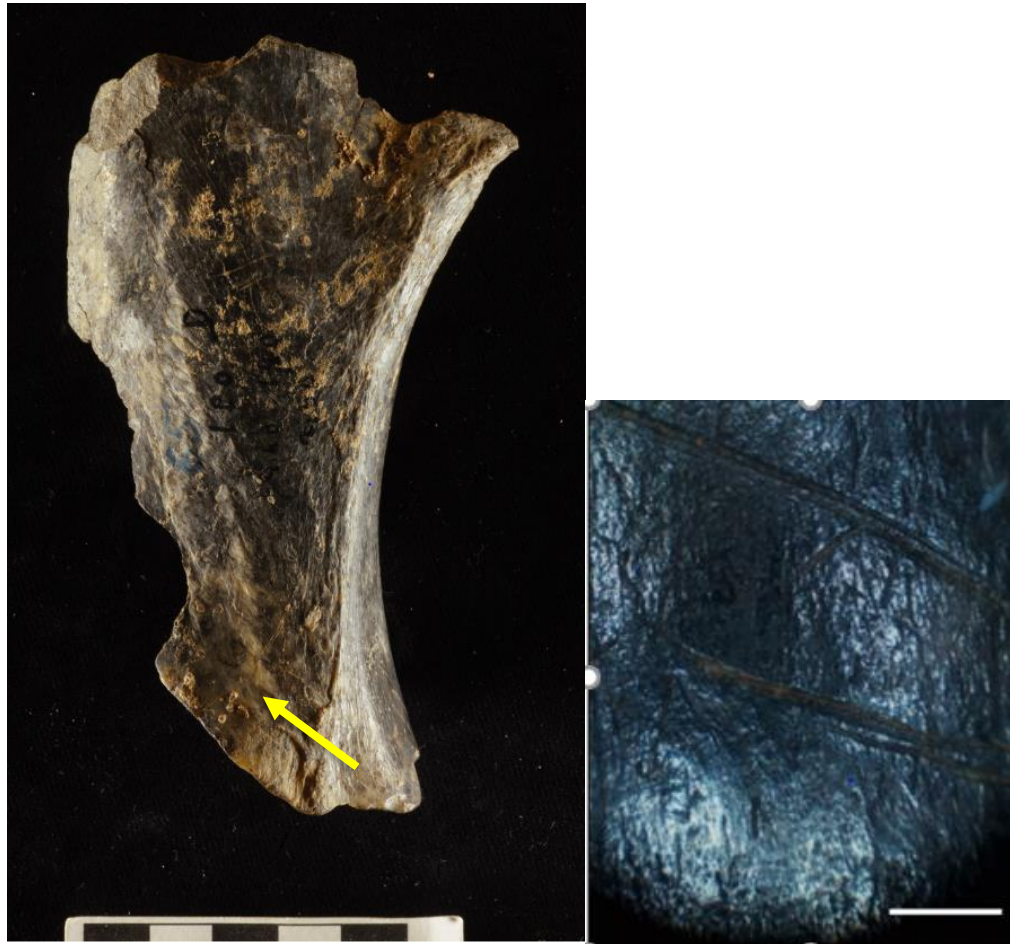


Figure 18: fragment d'un humérus d'*Equus caballus* brûlé au 3ème stade avec la présence de stries de boucherie (Photos D. Dainat EPCC CERP Tautavel) et photo de l'auteur pour les stries avec Proscope vers 6.14)

Marques linéaires

L'identification des marques de découpe repose sur des critères établis, à travers des observations macro-microscopiques (notamment au microscope). L'analyse porte sur Six éléments de la couche D attribué à *Cervus* (LPO. D. 8735, LPO. D. 9870), *Rangifer* (LPO. D. 8786), *Equus caballus* (LPO. D. 65, LPO. D. 60) et grand bovidé (LPO. D. 11015).

LPO. D. 8735 : il s'agit d'une diaphyse fémorale de cervidé (déjà identifié comme outil en os), sur laquelle un groupe de marques linéaires ont pu être observées. Elles ont un profil en V et sont profondes.

LPO. D. 9870 : il s'agit d'un outil (retouchoir) d'une diaphyse fémorale de *Cervus*, sur laquelle des marques de découpe se chevauchent, des stries de différentes tailles, dont la trajectoire des est devisée en deux groupes, un groupe avec une trajectoire en courbe et un groupe rectiligne par rapport au grand axe de l'os. Le nombre de marque de découpes est supérieur à quatre.

LPO. D. 8786 : Un fragment de la branche mandibulaire droit du genre *Rangifer* porte des marques de découpe, un groupe de stries parallèle qui se chevauchent, des marques peu larges et peu profondes, en section V et présence de micro-striations.

LPO. D. 65 : il s'agit d'une diaphyse humérale du genre *Equus caballus* brûlée au stade 3. Des marques linéaires ont été observées sur les extrémités, profondes en section V.

LPO. D. 60 : un fragment de diaphyse humérale du genre *Equus caballus* porte des marques de boucherie, localisées sur les extrémités de la diaphyse, en trajectoire courbe. Elles sont groupées et profondes en section V.

LPO. D. 11015 : une épiphyse de tibia qui porte des stries de boucherie oblique par rapport à l'axe de l'os, un groupe de marque profonde et parallèle avec un profil en V.

N° inventaire	Couche	espèce	(P. Anatomique)
8735	D	<i>Cervus</i>	Diaphyse- fémur
9870	D	<i>Cervus</i>	Diaphyse- fémur
8786	D	<i>Rangifer</i>	Fragment de la branche de la mandibulaire
65	D	<i>Equus caballus</i>	Diaphyse- humérus
60	D	<i>Equus caballus</i>	Diaphyse- humérus
11015	D	Grand - Bovidé	Epiphyse-tibia

Tableau 18: Distribution des restes qui portent des marques anthropiques de la couche D

Couche D1 :

Les marques de découpe sont visibles sur trois éléments de *Rangifer*

(LPO. D1. 6918, LPO. D1. 6828, LPO. D1. 6503, LPO. D1. 6555, LPO. D1. 6446 ; Tab.19).

N d'inventaire	Couche	Espèce	(P.Anatomique)
6918	D1	<i>Rangifer</i>	Epiphyse-radius
6828	D1	<i>Rangifer</i>	Diaphyse - Metatarsien
6503	D1	<i>Rangifer</i>	Diaphyse - Metatarsien
6555	D1	<i>Rangifer</i>	Epiphyse-métatarsien
6446	D1	<i>Rangifer</i>	Diaphyse - Metatarsien

Tableau 19: Distribution des restes qui portent des marques de boucherie dans la couche D1

LPO. D1. 6828 : des marques de boucherie ont été identifiées sur une diaphyse d'un métatarsien de *Rangifer*, des stries profondes et courtes, perpendiculaires à l'axe longitudinale de l'os, avec un profil en V.

LPO. D1. 6503 : il s'agit d'une diaphyse de métatarsien qui portent des stries de boucherie profondes et courte en section en V. Des micro-striations internes sont localisées sur la paroi de la rainure. Les mêmes observations ont été faites sur le numéro 6555 (épiphyse d'un métatarsien de *Rangifer*) et le 6446 (diaphyse d'un métatarsien de *Rangifer*).

LPO. D1. 6918 : il s'agit d'un fragment d'épiphyse distale d'un radius de *Rangifer* qui porte des stries très fines superficielles et moyennement longues sur la face dorsale. Ce genre d'action est typique à un geste de désarticulation.

Sur la partie ventrale, une fracturation sur os frais pour la récupération de la moelle blanche (Fig. 19).



Figure 19: Exemple de marques interprétées comme marques de boucherie sur la partie dorsale d'un fragment distal d'un radius du genre rangifère, et sur le même fragment une fracturation anthropique sur la partie distale (Photos D. Dainat EPCC CERP Tautavel).

Fragmentation :

Les portions des restes osseux du squelette appendiculaire présentent une fracturation importante. Dans l'extraction de la moelle, diverses modifications osseuses ont été observées : marques de percussion, encoches de percussion, écaillages de la surface corticale.

Dans l'assemblage du Portel ouest : 20 éléments d'os longs de la couche D ont été identifiés. La morphologie de l'angle de la fracture est variée entre longitudinal et droit.

Un total de 10 éléments a été observé sur os semi lisse (soit 50 %, 6 éléments ont été faits sur os irrégulier (soit 30 %) et seulement 4 restes sur os lisse (soit 20 %).

Notons également la présence sur certaines parties des os des points d'impact et des encoches de percussion.

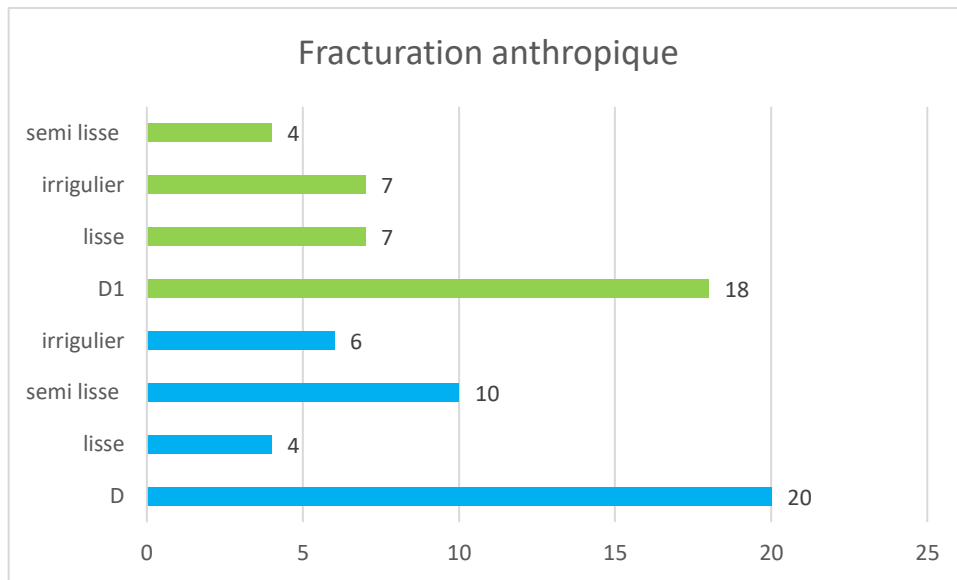


Figure 20: Distribution des marques de fracturation anthropique dans les deux couche D et D1

Couche D1 :

L'échantillon de la couche D1 est présenté avec 18 restes, soit 40.90 % éléments qui présentent une fracturation anthropique. La morphologie de l'angle est entre longitudinale et longitu-spirale pour l'extraction de la moelle.

Le total est distribué sur trois types de surface. 7 fractures sont présentes sur une surface lisse et irrégulière (soit 38.88 % de l'assemblage). Les fractures sur surfaces semi lisses sont présentes seulement sur 4 fragments (22.22 %).



Figure 21: exemple d'aspect de fracturation sur la surface osseuse des grands herbivores

De gauche à droite de la photo : LPO. D. 1188 fracturation de type anthropique, LPO. D.65 fracturation par l'effet de la chaleur, LPO. D1.20 fracturations de type anthropique, LPO. D.17 fracturation de type édaphique (Photos D. Dainat EPCC CERP Tautavel)

Les marques de carnivores :

Les carnivores jouent un rôle majeur dans l'accumulation, mais également dans la modification des assemblages osseux des sites préhistoriques, en particulier dans les contextes en grotte.

Plusieurs espèces de carnivores sont fréquemment évoquées comme accumulatrices et modificatrices des assemblages, la couches D et D1 témoignent de cette présence (voir Tab.20).

Un taux important d'impact des carnivores est observé sur les assemblages des deux couches. Certaines parties osseuses de la couche D portent plusieurs actions et modifications.

1.4.1. Couche D :

Un nombre de 36 restes (soit 19 %) porte des traces attribuées à l'action des carnivores. Les traces les plus fréquemment observées dans la couche D sont les négatifs d'enlèvement (*notches*), visibles sur 10 spécimens (27 %). 8 restes (22 %) portent des cupules (*tooth pits*) et 8 autres (22 %) des traces de mâchonnement qui sont le résultat d'une même action de consommation résultant du contact des dents. Les marques de mâchonnement correspondent à des bords crénelés au niveau des épiphyses pour la consommation de la graisse. Il en résulte des bords de diaphyses présentant un aspect irrégulier provoqué par la perforation des dents.

2 restes (5 %) portent des marques de perforations et de digestion.

Les actions multiples sont présentes avec un taux de 8,34 % (soit 4 restes). un seul élément porte une action A3/A4, un autre spécimen porte une action de A3/A2/A6 (soit 2,78 %) et 1 reste porte une action A3/A2 (soit 2,78 %).

1.4.2. Couche D1 :

L'assemblage de la couche D1 est très faible par rapport à la couche D, l'observation de l'action des carnivores s'est faite seulement sur 6 restes (soit 10,81 %).

Quatre types d'action ont été observés sur l'assemblage de la couche D1 : les négatifs d'enlèvement (identifiés sur 3 restes soit 50 %), vient ensuite le mâchonnement, les cupules et les perforations avec une valeur de 16 % (chaque action est identifiée comme un seul reste).

Marque de dents	NR D	NR% D	NR D1	NR% D1
1	1	2,78%		0,00%
A1	2	5,56%	1	16,67%
A2	8	22,22%	1	16,67%
A2/A3/A6	1	2,78%		0,00%
A2/A4	2	5,13%		0,00%
A3	8	22,22%	1	16,67%
A3/A2	1	2,78%		0,00%
A3/A4	1	2,78%		0,00%
A4	10	27,78%	3	50,00%
A5	2	5,56%		0,00%
Total général	36	100,00%	6	100,00%

Tableau 20: Distribution des restes selon les modifications taphonomiques attribuées à l'action des carnivores au sein de l'assemblage étudié de la couche D et D1 du Portel ouest (1 = IND, A1 = perforation, A2 = mâchonnement, A2/A3/A6 = mâchonnement + cupules + sillons, A2/A4 mâchonnement+ négatif d'enlèvement, A3=cupules, A3/A2 cupules+ mâchonnement, A3/A4=cupules +négatif d'enlèvement, A4=négatif d'enlèvement, A5= digestion

,

Détails des modifications par élément squelettique et par taxon :

1.5.1.1. Couche D :

Les bovidés :

Les grands bovidés présentent un pourcentage de 45,71 % des restes qui portent des traces de carnivore. Ces modifications sont identifiées sur 3 groupes anatomiques : deux carpiens : un

qui porte des traces de perforation et l'autre qui porte des actions multiples qui sont le mâchonnement et les empreintes de dents.

Les os longs portent diverses actions et modifications. Sur 8 os longs, quatre actions ont été identifiées : perforations, mâchonnement, négatif d'enlèvement et des actions multiples matérialisée par un négatif d'enlèvement et le mâchonnement.

Les tarsiens témoignent aussi des actions des carnivores sur 6 astragales (Fig. 22). Trois actions ont été identifiées : ce sont les traces de dents, le négatif d'enlèvement et les actions multiples qui sont mâchonnement et les cupules et sillons.

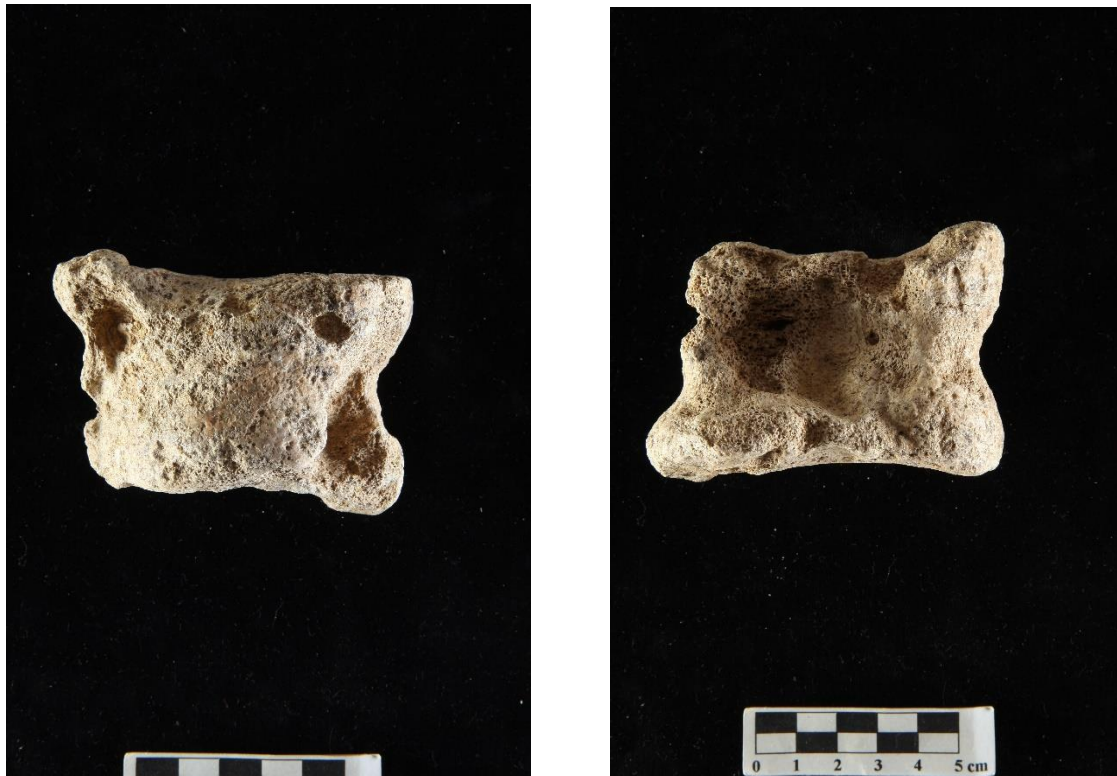


Figure 22: Exemple d'un astragale de grand bovidé modifié par l'action des carnivores (Photos D. Dainat EPCC CERP Tautavel)

Rangifer sp. :

Plus de 54 % des restes de *Rangifer* portent des traces de carnivore.

Quatre phalanges : l'une porte des traces de mâchonnement, et une autre des traces de dents et deux autres ont été régurgitées.

Un seul tarsien porte une trace de carnivore mais la surface ne permet pas de distinguer le type d'action à cause de la forte altération de l'os.

Un seul carpien porte des traces de dents.

Trois os longs présentent des traces de mâchonnement, de cupules et de négatif d'enlèvement.

Un métatarsien porte des traces de négatif d'enlèvement.

Cervus :

Un seul os long porte des traces de mâchonnement sur les deux faces.

Les équidés :

Le genre *Equus caballus* est présent dans la couche D, le pourcentage des parties anatomiques qui portent des traces de carnivore est de 8,57 %.

Trois groupes anatomiques ont été identifiés : un métatarsien, un os long et un tarsien. Tous les trois portent des traces de négatifs d'enlèvement.

Les carnivores :

Crocota crocuta spelaea

Un seul fragment d'os long est présent qui porte des traces de mâchonnement.

Canis lupus :

Une mandibule droite de *Canis lupus* d'un adulte présente des traces de mâchonnement sur les extrémités. (Fig 23)

Ce type d'action est réalisé par des carnivores de petite à moyenne taille.



Figure 23: Trace de mâchonnement sur une mandibule droite de *Canis lupus* (Photos D. Dainat EPCC CERP tautavel)

Les restes indéterminés :

Des traces de mâchonnement sont présentes sur un os long de faune de taille moyenne de la couche D.

Tableau 21: Distribution des traces de carnivores par espèce et par éléments squelettiques dans la couche D :

Espèce /partie anatomique	1	A1	A2	A2/A3/A6	A3	A3/A2	A3/A4	A4	A4/A2	A5	Total général
Cervus											
Os longs			1		1				1		3
Equus cabalus											
Métatarsien								1			1
Os longs								1			1
Tarsiens								1			1
Grand bovidé											
Carpiens		1				1					2
Os longs		1	2					4	1		8
Tarsiens				1	4		1				6
Hyène											
Os longs			1								1

IND											
Os longs			1								1
Loup											
Mandibule Droite			1								1
Rangifer											
Phalange			1							2	3
Tarsiens	1										1
Carpiens					1						1
Os longs			1		1			1			3
Phalange					1						1
Métatarsien								1			1
Total général	1	2	8	1	8	1	1	9	2		36

La couche D1 :

Les bovidés :

Rangifer :

Les *Rangifer* sont les plus dominants avec 66,67 % des restes modifiés par les carnivores.

Les actions sont identifiées sur un os long avec des traces de négatif d'enlèvement, un tarsien avec des perforations et deux métatarsiens, l'un portant des traces de mâchonnement et un deuxième avec des cupules.

Les grands bovidés :

Les grands bovidés sont faiblement représentés avec un total de plus de 16,67 % dont un seul os long porte des traces de négatif d'enlèvement.

Les équidés :

L'*Equus caballus* est faiblement présent avec le même pourcentage que les grands bovidés (16,67 %). Nous notons, ici aussi, la présence de traces de négatif d'enlèvement sur un os long.

Espèce et partie anatomique	A1	A2	A3	A4	Total général
Equus cabalus					
Os longs				1	1
Grand bovidé					
Os longs				1	1
Rangifer					
Os longs				1	1
Tarsiens	1				1
Métatarsien		1			1
Métatarsien			1		1
Total général	1	1	1	3	6

Tableau 22 Distribution des traces de carnivores par espèce et par éléments squelettiques dans la couche D1

Rongeurs :

Malgré la présence de rongeurs dans la liste faunique des deux couches ; aucune modification rapportée à ce groupe n'a été identifiée au niveau de l'assemblage.

1-6-Les marques mixtes :

Couche D :

Le terme renvoie à la présence de plusieurs modifications taphonomiques réalisées par des agents différents.

Trois actions ont été identifiées au cours de notre étude :

Sur un fragment de radius de grand *bovidé* (1188) :

On observe la présence de traces de combustion

: une cuisson partiellement totale au stade 1

des stries de boucherie parallèles et peu profondes en section en V.

Une fracturation longitudinale sur os semi sec,

ainsi que des traces de carnivore (sillons) Une légère combustion (stade 1)

ainsi que des stries de boucherie sont observées sur

un fragment d'humérus (10643).



Figure 24: fragment de radius de grand bovidé qui portedes actions mixtes:la fleche jaune est la fracturation anthropique, la fléch orange trace de carnivore (photos D.dainat EPCC CERPtautavel)

17 : il s'agit d'une diaphyse d'humérus de la nouvelle fouille de 2020. Ce fragment est dans la case des actions mixtes, il porte à lui seul trois types d'actions.

- des stries de boucherie qui rentrent dans les modalités déjà documentées dans la bibliographie
- des stries parallèles, profondes en section V au niveau des extrémités
- et une trace de fracturation à l'os frais sur l'extrémité proximale de l'os et sur l'extrémité distale des traces de mâchonnement de carnivore. De fines stries superficielles sont observées au niveau de la surface osseuse, leur orientation est de différentes trajectoires, avec un profil en U (Fig. 25).



Figure 25: fragment d'humérus portant des actions mixtes: la flèche jaune représente des stries de boucherie, la flèche blanche est un plan de frappe anthropique et la flèche orange montre les traces de carnivore (photos D.dainat EPCC CERP-tautavel)

Les marques indéterminées :

Cette partie donne le résultat de l'ensemble de marques indéterminées des deux couches. Un total de 41 marques de notre assemblage n'a pas pu être attribué à un agent taphonomique (soit 25.78 %)

Ces marques sont en grande partie des marques linéaires, associées à la fragmentation

Les marques linéaires :

Ces marques ont été observées sur un élément de *Rangifer* (6343), un élément d'*Equus caballus* (6565N), quatre éléments de grand *bovidé* (11533, 11548, 10598, 11964) et un élément de loup (596) (Fig 26 et Tab. 23).

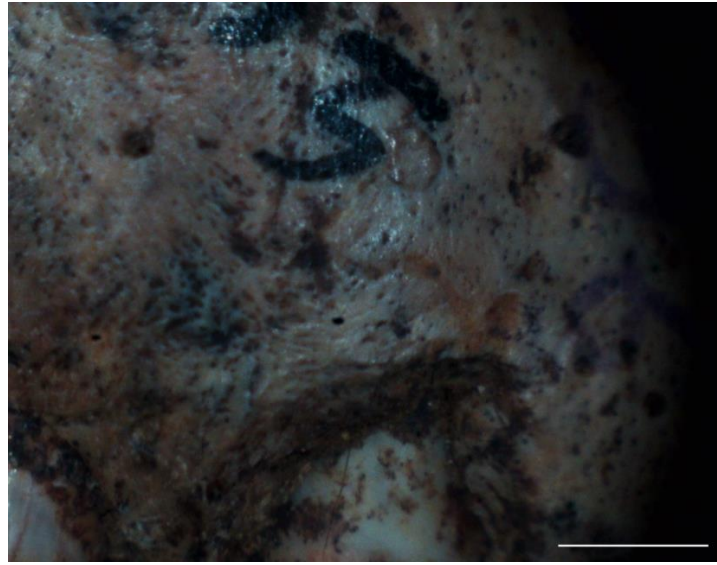


Figure 26: exemple de marque linéaire sur un maxillaire gauche d'un loup (photo de l'auteur avec proscope 6.14)

Ces marques n'ont pas pu être attribuées à un agent précis. Des stries individuelles sont présentes sur la surface osseuse, avec une seule trajectoire droite et de diverses profondeurs.

N° inventaire	Couche	espèce	(P. Anatomique)
6343	D	Rangifer	Fragment métatarsien -
6565N	D	Equus cabalus	Diaphyse-humerus
11533	D	Grand Bovidé	Diaphyse-radius
11548	D	Grand Bovidé	Diaphyse-radius
10598	D	Grand Bovidé	Diaphyse-humerus
596	D	Loup	Fragment-maxillaire
11964	D	Grand bovidé	Astragale

Tableau 23: Distribution des restes qui portent des marques indéterminées de la couche D

Ce sont des marques généralement isolées, présentées sous forme de stries avec un profil morphologique indéterminé. Trois éléments n'ont pas pu être attribués à une action déjà documentée dans les bibliographies.

Ces marques ont été observées sur un élément de *Rangifer* (8303), un élément d'*Equus caballus* (50N) et un élément de Grand bovidé (11632).

Des marques aléatoires, de différentes profondeurs en profil V et U, généralement isolées

8303	LPO	D1	Diaphyse - tibia	Rangifer
50N	LPO	D1	Fragment humérus	equus cabalus
11632	LPO	D1	Fragment phalange	Grand Bovidé

Tableau 24 : Distribution des restes qui portent des marques indéterminées dans la couche D1

Fragmentation indéterminée :

Elle regroupe les éléments osseux fragmentés avec un angle de fragmentation indéterminé (à angle en w, mixte ou droit). La couche D présente 19 éléments avec un angle mixte et en W fait sur os semi sec ou irrégulier et la couche D1 avec 14 éléments avec une morphologie mixte et droite

Les Esquilles :

Un nombre très important d'esquilles est présent au niveau des couches D et D1 (voir Fig. 26)

Le matériel a été séparé en deux groupes :

- les cordonnées, il s'agit d'esquilles qui portent les renseignements suivants (nom de la couche, X, Y, Z).
- et les non cordonnées qui portent seulement le nom de la couche et parfois le Z. Ces dernières peuvent provenir d'un sondage ou d'une récupération selon la taille de l'esquille.

Les esquilles ont été ensuite séparées en 3 groupes selon la taille (de 2 à 4 cm, de 4 à 6 cm, de 6 à 4 cm) et les refus de tamis.

Les cordonnées :

La couche D : c'est le 2ème groupe (4-6 cm) qui est le plus dominant avec un nombre de 90 esquilles. Vient ensuite la classe de la taille de 2-4 cm avec un nombre assez important de 80 esquilles. Le troisième groupe est très faible, il est représenté par 10 esquilles.

La couche D1 :

Elle est représentée par un seul groupe de 130 esquilles de tailles de 2 à 4 cm.

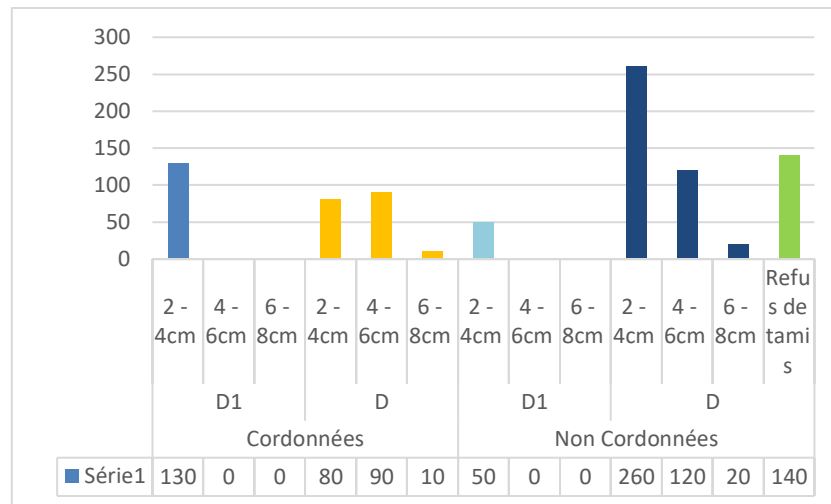


Figure 27: Représentation des esquilles de différentes classes de tailles cordonnées et non cordonnées de la couche D/D1

Les non cordonnés :

Couche D :

Elle est représentée par trois groupes de taille. La classe la plus dominante est celle dont les dimensions sont comprises entre 2 et 4 cm avec un total de 260 esquilles. Le 2^{ème} groupe (de 2 à 4 cm) est assez important avec un nombre de 120 et le dernier groupe (de 6 à 8 cm) avec un nombre de 80 esquilles.

Couche D1 :

Elle est représentée par une seule classe de tailles de 2 à 4 cm avec un nombre de 50 esquilles.

Les refus de tamis :

On ignore la provenance de ces refus puisqu'aucune couche ne leur est attribuée. Ce groupe est représenté avec un total de 140 esquilles.

Le taux d'esquilles et sa représentation par classe de tailles est plus important que le rang des os déterminés anatomiquement et taxonomiquement. Sa distribution par taille de classes montre l'importance de l'activité humaine et des carnivores dans les deux couches.

Esquilles supérieure à 5 cm :

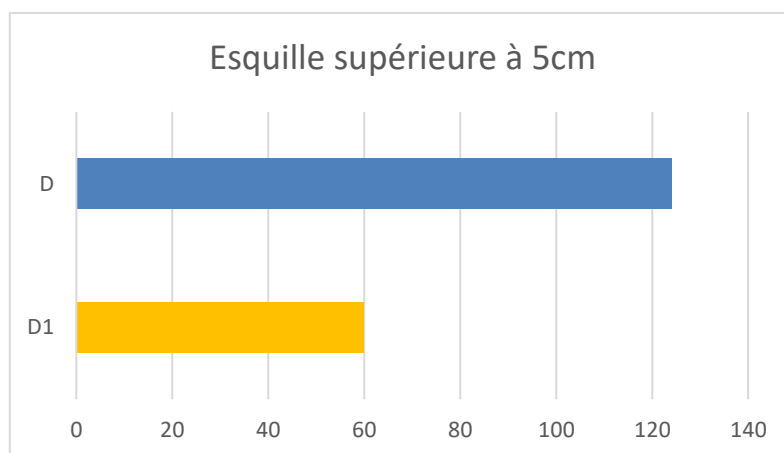


Figure 28: Représentation du groupe d'esquilles supérieur à 5cm de la couche D/D1

Ce groupe est divergent du 1^{er} groupe. 184 esquilles supérieures à 5 cm ont été sélectionnées et étudiées en suivant la méthode décrite dans le chapitre Méthodologie. La couche D est représentée par 124 esquilles et la couche D1 par 60 fragments.

Sur 184 esquilles supérieures à 5 cm, 119 éléments présentent des modifications taphonomiques.

Agents climato-édaphiques :

Couche D:

Le taux de modification du weathering sur les surfaces des esquilles est très important (tab 19). Sur 59 restes observés, 36 esquilles (soit 61.01 %) montrent des modifications liées à une exposition plus ou moins prolongée à l'air libre ou en sub-surface.

En reprenant la classification de behrensmayer (1978), on observe que 15 restes ont des modifications attribuables au stade 1 (soit 57,69 %), 10 autres restes portent

des marques attribuables au stade 2 (soit 38.46 %)

Intempérisation	NR	NR%
Stade 1	15	57.69%
Stade 2	10	38.46%
Stade 3	0	0%
Stade 4	1	3,84%
Stade 5		0%
Total	26	100%

Tableau 24: Distribution des restes selon leurs stade d'intempérisation de la couche D

et seulement un seul reste (3.84 %) montre une modification de stade 3.

Cette distribution des stades montre un enfouissement relativement rapide, un nombre d'esquille semble avoir été modifiées par l'action de l'eau sous forme de forte desquamation et de cupules assez lisses et de profondes caractéristiques. Etant donnée leur représentation (n=6) soit 10.16 %, il semble que l'eau a affecté de manière moyennement importante l'assemblage de la couche.

Couche D1 :

La couche D1 est représentée par 60 esquilles portant des modifications taphonomiques.

33 esquilles portent des marques typiques de l'intempérisation durant leurs expositions à l'air libre.

Cette identification est basée sur 6 stades. Nous avons identifié 18 restes attribués au stade 1 (soit un taux de 54.54 %), 8 restes sont attribués au stade 3 avec un taux de 24.21 %, et un minimum de 7 restes (soit 21.21 %) sont attribués au stade 2.

Cette distribution révèle un enfouissement relativement long avec des durées différentes.

Intempérisation	NR	NR%
Stade 1	18	54.54%
Stade 2	7	21.21%
Stade 3	8	24.24%
Stade 4	0	0%
Stade 5	0	0%
Total	33	100%

Tableau 25: Distribution des restes selon leurs stade d'intempérisation de la couche D1

Un nombre de 8 restes (soit 24.24 %) semblent avoir été modifiés par l'action de l'eau sous forme de cupule et d'émoussé. L'eau n'a pas affecté de manière importante l'assemblage.

Processus physico-chimiques :

Des modifications taphonomiques dues à l'action de l'acidité du sol ont été observées sur les ossements des deux couches. Il s'agit principalement des résidus de manganèse qui s'est accumulé sur la surface de 60 esquilles (soit 32.60 %). Il est rare où on trouve la présence de l'oxyde de fer sur cet assemblage.

Un nombre très faible de 10 esquilles porte une fine coloration grise dû au dépôt des cendres sur la surface osseuse.

Agents biologiques non humains :

Carnivores :

La couche D :

L'action des carnivores est faiblement présente sur les esquilles de la couche D, seulement trois esquilles portent des traces des groove sur leurs surfaces osseuses.

Ce sont des esquilles qui ont un Z entre 3.2 et 2.4 (cm ou m ?) et de tailles supérieures à 5 cm.

Rongeurs :

Couche D et D1 :

Deux esquilles avec les coordonnées pour D, (X=2, Y=3, Z=2.4) et pour D1 (X=2.8, Y=2.5, Z=2.7) montrant des modifications taphonomiques portent des sillons attribués à l'action des rongeurs

Le piétinement :

Strie modalité :

Couche D :

Un seul reste (X=1.2, Y=1.2, Z=2) témoigne d'un processus de piétinement matérialisé par des stries aléatoires et superficielles typiques du piétinement.

Couche D1 :

Dans cette couche, 6 restes témoignent de l'action de piétinement. Ces modifications sont distribuées sous forme de stries typiques du piétinement. Elles révèlent une fréquentation de la grotte probablement par les grands carnivores (*ursus*) ou bien par les hommes préhistoriques.



Figure 29: Exemple de marque interprétées comme résultats d'un processus de piétinement de la couche D1(photo de l'auteur avec proscope 6.14)

Trois morphologies ont été identifiées dans l'ensemble des encoches étudiées :

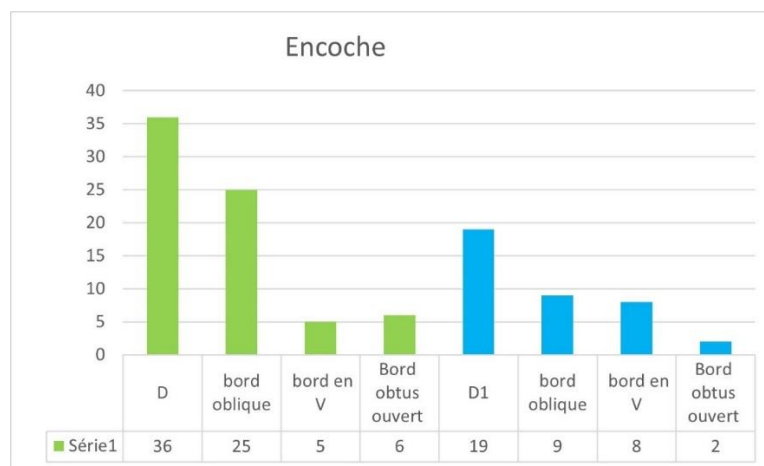


Figure 30: distribution des encoches en trois groupe dans la couche D/D1 sur des esquilles supérieur à 5cm

Couche D :

Sur 124 esquilles supérieures à 5 cm, 36 restes portent des encoches soit 29.03 %.

Trois morphologies ont été observées : des encoches à bord oblique et elles représentent 25 restes, des encoches à bord en V avec 5 restes 6 éléments à bord obtus ouvert.

Les encoches à bord oblique ont été identifiées selon blasco et al, (2008), comme étant caractéristique du piétinement, auxquelles s'ajoutent les encoches à bord obtus ouvert présent dans ces couches. Toutefois, une étude expérimentale est souhaitable peut valider cette théorie.

Couche D1 :

Sur un total de 60 esquilles supérieur à 5 cm, 19 restes portent des encoches (soit un taux de 31.61 %). Ce total est distribué sur trois groupes de morphologie :

Le groupe à bord oblique qui est représenté par un total de 9 encoches, le groupe à bord en V avec 8 restes et le groupe à bord obtus ouvert avec seulement 2 restes.

IV-Discussion :

Dans les deux ensembles moustériens des couches D et D1 que nous avons étudiés, nous avons mis en évidence (tableau 1) un groupe associé au paysage ouvert et arctiques qui pourrait être associée à des conditions froides et sèches (Vézian, 1989)

La faune chassée est représentative d'un milieu très ouvert avec principalement du cheval, des grands bovidés, du cerf et du renne durant les phases les plus froides. Cependant, la surreprésentation des animaux de milieux ouverts provient peut-être de la facilité de chasse d'un gibier plus facile à observer lors de ses déplacements. Une stratégie de chasse qui relève d'un comportement opportuniste (Gardesien, 1994).

Le site a connu de multiples variations climatiques : La couche D1 est précédée de la couche E qui est très pauvre en faune. Les analyses sédimentologiques suggèrent une mise en place pendant une phase humide et chaude, suit la couche D1 caractérisée par un froid sec (Vézian, 1989) qui peut être corrélée à l'évènement d'Heinrich 4 (NorthGRIP, 2004). La couche D avec la présence de grands bovidés comme l'aurochs et le cerf correspond à une phase de réchauffement (Vézian, 1989).

Le climat se radoucit un peu avec des température moyennes annuelles de 7°C très proches de celle de la forêt de Jaktorow en Pologne (8° de moyenne annuelle) : dans ces couches la chasse se reporte sur le cheval, le cerf et les bovinés et on observe la diminution du renne.

L'étude des modifications des restes osseux révèle une histoire taphonomique complexe pour les couches D et D1 comme le montre l'implication d'une large gamme d'agents taphonomiques.

La distribution de l'intempérisation (wathering) dans la couche D révèle un enfouissement rapide et / ou une protection due à la présence d'ombre dans la grotte du Portel Ouest.

Les 17 éléments desquamés ont peut-être été affectés au moment du passage de l'eau dans la grotte qui est en quantité moyennement importante.

La même observation d'intempérisation a été faite sur la couche D1. Les 8 éléments étudiés sur les 44 restes ne sont pas insuffisants pour décrire un enfouissement long, mais il est fort probable que cet enfouissement a été moins rapide que dans la couche D, où l'action de l'eau n'était pas assez importante.

Les oxydes métalliques, en particulier les manganèses, sont bien observés dans les deux couches. Résultant de genèse des milieux en grotte qui favorise le dépôt de manganèses

Les deux couches ont été séparées sur la base de la corrosion qui touche les roches calcaires qui les composent. La couche D est décrite par la présence de roches calcaires corrodés et la couche

D1 par des roches calcaires peu corrodées (Vézian,1989). On remarque une grande différence dans la distribution de nombre du matériel entre ces deux couches. La couche D étant plus riche en faune que la couche D1.

L'étude stratigraphique de la couche D1 montre la présence de brèches et de fragments de calcaire, de tailles assez importantes, tombés dans la grotte et qui ont eu un effet probable sur l'accumulation de l'assemblage. La concordance de couleur, l'aspect sédimentaire dans les deux couches nous font penser que l'assemblage appartient à une seule couche mais ce paramètre n'est pas suffisant pour argumenter notre hypothèse.

La présence d'une fine coloration grise, importante dans la couche D que dans la couche D1, est peut-être due à la présence d'un ou de plusieurs foyers.

La fragmentation est très élevée suggérant que plusieurs agents ont contribué de manière directe ou indirecte au morcellement des os. Les os longs sont les principaux éléments touchés en raison de leur forte consommation par les néandertaliens et les carnivores des couches D1/D.

L'histoire taphonomique nous révèle la complexité des deux couches au niveau de l'accumulation des vestiges préhistoriques et de l'occupation (plusieurs occupations au cours de l'année) par différents occupants. L'activité dans la grotte est bien présente mais moins importante que dans la couche F (premier ensemble moustérien). Cette différence est peut-être due à l'influence du climat sur les néandertaliens et aussi à la durée de l'occupation de la grotte.

Les assemblages des deux couches sont préservés dans un niveau argileux-sableux de couleur gris rougeâtre. Les différents résultats attestent d'une utilisation des deux couches pour des activités d'exploitation et de consommation de carcasses par les carnivores et les hommes.

Le taux de piétinement n'est pas très représenté face aux marques de boucherie et de carnivores au sein de notre assemblage des couches D/D1.

Trois expérimentations ont été réalisées sur le même sédiment argileux-sableux (Fiorillo, 1989 ; Blasco et *al.*, 2008 ; Rozada et *al.*, 2014). Les résultats sont :

- 1) Stries subparallèles peu profondes qui apparaissent à différents endroits de la surface osseuse (Fiorillo, 1989 ; Rozada et *al.* 2014),
- 2) Fragmentation des deux côtés de l'os, fracture transversale des fragments proximaux des os (Rozada et *al.*, 2014),
- 3) Encoches à bord oblique (Blasco et *al.*, 2008).

Les mêmes caractéristiques ont été observées sur notre assemblage osseux du portail ouest : présence de stries linéaires, profondes et peu profondes (Hayens,1991a, b ; Domínguez-Rodrigo et *al.*, 2009 ; Denys et Patou-Mathis, 2014 ; Fernandez-Javallo et Andrews, 2016), fragmentation des deux côtés des os longs en forme de biseau (Villa,1991 ; Rozada et *al.*, 2014), encoches en courbe (Blasco et *al.*, 2008) et plusieurs marques déjà citées dans la bibliographie sont aussi observées.

Les encoches à bord oblique et à bord obtus ouvert sont présentées sur les os longs et les esquilles, ainsi qu'une fragmentation

1-les marques Animales :

1-1-Les rongeurs :

Une esquille porte des traces de rongeurs qui est peut-être postérieurs, contrairement à l'assemblage déterminé ou aucune marque n'a été identifier

L'analyse en composante principale, proposée ici, n'a pas fourni plus de détails sur l'attribution des stries linéaires indéterminées. Cette observation est peut-être le résultat de l'échantillons qui est faible mais aussi aux multiples observations qui ne sont pas homogène. Il n'y a pas de concordance entre les variables.

On note aussi la présence du charriage mais son action est très minime. Elle peut être dûe au déplacement des ours dans la grotte.

La faible présence du piétinement est peut-être dûe aux transitions entre deux occupations : hommes / carnivores - carnivores / hommes.

Une faible activité biologique dans la grotte (occupation peu importante) suivie par un enfouissement rapide de l'assemblage est peut-être la cause de la faible présence du piétinement.

1-2-Les carnivores :

L'importance des traces produites par différents carnivores ainsi que la variabilité taxinomique des éléments squelettiques modifiés amènent à discuter de l'identification du ou des carnivores. Dans la couche D, la présence d'os digérés et de marques de dents (diaphyses peu, fragmentées et cylindres fréquents) sur des restes de grands bovidés et de *Rangifer tarandus* permet d'identifier l'action de l'hyène (*Crocota spelaea*) qui sont très visibles et typique sur les os en particulier des grands bovidés.

Les différences de marques affichées résultent de la fonctionnalité du site et des durées d'occupation ; peut-être non seulement lors de courts séjours mais probablement également pour de plus longues durées. La grotte a servi comme lieu de reproduction et de tanière à l'hyène comme l'attestent les éléments osseux d'individus juvéniles et les très nombreux coprolithes recensés, et aussi un lieu où les ours hibernent. Quelques individus ont été identifiés *Ursus spleaeus* dont l'occupation pendant l'hiver est envisageable.

Des marques d'un autre groupe de carnivores de taille moyenne sont aussi présentes sur certains éléments. Il s'agit en particulier du genre *Canis lupus* (exemple de la mandibule de *Canis lupus* qui porte des traces de mâchonnement. Vu la morphologie et la taille des traces elle peuvent être associées à un carnivore de petite taille, Fig 23).

Il semble que l'espèce impliquée dans la distribution des marques laissées sur les os de la couche D1 soit le résultat des petits carnivores ou des ours. D'ailleurs, il est difficile d'attribuer des marques à un taxon spécifique.

Contrairement à l'hyène, les vestiges de loup ne permettent pas d'envisager l'hypothèse d'une occupation de la grotte en tant que tanière.

Deux scénarios peuvent être proposés pour l'effet du piétinement sur l'assemblage des couches

D et D1 :

Hypothèse A	Hypothèse B
Interaction homme / carnivore dans le territoire et son effet sur le piétinement	
Activité des hommes dans les deux couches, présence de matériel lithique denticulé assez important	Activité des carnivores : Petits carnivores dans la couche D1 Hyène dans la couche D
Activité minimale à l'intérieur de la grotte en raison de la chasse et du climat ? Présence d'ours	Activité des carnivores aux alentours et occupation de la grotte après le départ des hommes ou inversement.
Départ des hommes pour une chasse saisonnière (la chasse aux grands bovidés, équidés et cervidés dans les plaines)	Occupation des carnivores (petit groupe) Présence de piétinement à faible échelle
Sédimentation rapide avant l'arrivée des prochains occupants	Revoir une nouvelle méthodologie pour ce type de contexte 1- Réaliser plus d'expérimentation dans les milieux karstiques pour mieux comprendre sa distribution

Il semble que les agents majoritairement impliqués dans les modifications taphonomiques soient les hommes et les carnivores. La faune chassée est une faune consommée en Europe dans cette période du paléolithique moyen, les stigmates identifiés sur les os sont des marques de consommation, stries de boucherie, combustion chez les néandertaliens et des extrémités mâchonnées par différents carnivores.

1-3-Les rongeurs :

Au-delà de la quantification de la présence de cinq genres de rongeurs dans la liste faunique (Marquet et *al.*, 1998), aucune étude n'a permis d'identifier sur l'assemblage des deux couches.

2-Les marques anthropiques :

La variabilité des traces produites par l'agent anthropique dans les deux couches est très importante. Des actions visant à fracturer les ossements contenant de la moelle ont été réalisées dans les deux niveaux (exemple d'un fragment de radius de la couche D1). Des actions dues au dépeçage au niveau des mandibules de *Rangifer tarandus* sont aussi identifiées dans les deux couches (Binford, 1984) ainsi que des actions de décharnement sur certaines diaphyses de cerf de la couche D. Une chaîne opératoire complète sur les actions dues à la consommation demeure très compliquée pour interpréter la stratégie d'acquisition et savoir si elle est primaire ou secondaire.

3-Les traces mixtes :

Certains éléments osseux témoignent d'une exploitation mixte anthropique / carnivore. Le principal taxon de ce témoignage sont les grands bovidés (Fig24, Fig.25). Cette concordance de traces Anthropique /carnivore révèle le partage par ces deux derniers du même terrain de chasse. Ce type de marques mixtes (carnivore/néandertaliens) a été déjà observé dans les couches moustériennes de la grotte de Tournal (Magniez, 2010) et dans bien d'autres grottes.

La distinction entre un accès primaire et secondaire aux carcasses est en revanche délicate.

4-La combustion :

Trois stades ont été identifiés dans les deux couches (stade 1, 2 et 3). La maîtrise du feu est bien visible chez cette société de néandertaliens. Le fragment d'humérus d'*Equus* de la couche D (Fig 18) brûlé au troisième stade de combustion permet d'avancer l'hypothèse qu'il a été laissé sur le bord du foyer intentionnellement. A cette période, l'utilisation des grands os pour le maintien du feu à la place du bois n'est pas reconnue.

Les stries sur l'os sont typiques des traces laissées par les outils en silex. Cette action a été peut-être réalisée avant la combustion au moment où l'os était encore frais.

5-L'outil en os :

Un retouchoir sur une diaphyse fémorale a fait l'objet d'un décharnement puis d'une utilisation comme outil en os pour les éclats en silex et ou /calcaire (Fig 17). Ce type d'outils a été déjà identifié dans d'autres grottes moustériennes telle que la grotte de Fumane dans la province de Vérone (Anne Jéquier et *al.*, 2012).

V-Conclusion :

Ce travail a permis de décrire, sous plusieurs angles, l'histoire partielle des couches D1/D du Portel Ouest au cours du Paléolithique moyen que nous pouvons résumer brièvement avant d'aborder les principales perspectives.

Les analyses du matériel disponible ont permis de mettre au jour les différents impacts taphonomiques

Les espèces identifiées sont les mêmes que celles connues en Europe centrale pendant cette période (cheval, grand bovidé, renne, cerf).

L'assemblage osseux est très fragmenté. Ces modifications peuvent être attribuées particulièrement à deux agents biologiques Homme /carnivores. Les deux ont contribué à l'accumulation de l'assemblage dans la grotte. En se basant sur le matériel disponible et l'inventaire de l'assemblage établie par Vézian (2014), le cheval, les grands bovidés et le renne étaient les plus chassés pour leur consommation.

L'hypothèse d'une occupation du site comme halte temporaire à différentes époques de l'année et aussi envisageable.

Certains éléments laissent penser à une fréquentation moins importante durant certaines périodes de l'année et que l'occupation du site est saisonnière. Mais cette problématique doit être étudiée à part et de plus près pour comprendre le type d'occupation.

Le charonnage de certaines carcasses n'est pas à exclure. Au niveau taphonomique, des deux couches ont un faisceau de caractères convergents qui prouve que ces niveaux ont été perturbés par l'activité des carnivores.

Le piétinement résulte d'une activité d'agent biologique humaine ou non humaine. Le piétinement devient plus important si l'os est exposé plus longtemps à l'air libre mais certaines hypothèses se diffèrent d'un auteur à un autre en raison de son intensité (Olsen et Shipman, 1988 ; Fiorillo (1984, 1989) ; Behrensmeyer (1986).

On a pu identifier le piétinement dans les deux couches (stries, encoches, fracturations) en se basant sur les observations de différents auteurs et les manuels d'identification (Binford 1981 ; Lyman 1994 ; Denys et Patou-Mathis 2014 ; Fernandez-Javallo et Andrews 2016)

Dans notre cas, le piétinement est bien visible dans les deux niveaux étudiés. La raison de cette faible représentation est due à la faible activité des hommes et des carnivores à l'intérieur de la grotte. Le climat était plus favorable pour une activité à l'extérieur. Les interactions et le temps d'occupation de la grotte qui est plutôt court, une compétition homme / carnivore est bien visible sur l'assemblage osseux. Cette interaction a joué un rôle important dans l'occupation de la grotte.

L'enfouissement et la sédimentation rapide ont aussi joué un rôle sur l'intensité du piétinement.

Les premières observations du charriage à sec ont été relevées par Koby 1940 en grotte mais les méthodes utilisées et les différents critères d'interprétation du piétinement en général se sont

effectués plus souvent sur des sites de plein air. Cela ne change pas les modalités de trace mais certains paramètres ne sont pas applicables à notre assemblage. Une expérimentation pour mieux comprendre l'identification du piétinement en grotte est la mieux adaptée pour répondre à notre problématique.

Ce travail généraliste sur l'effet du piétinement des couches D/D1 du Portel ouest nous amène à envisager des perspectives pour orienter de futures recherches, selon l'axe que nous avons développé.

En premier temps, nous devons poursuivre notre recherche sur l'effet du piétinement en grotte sous plusieurs angles :

- le choix du contexte qui sera un milieu fermé non exposé à l'air libre : afin de mettre en lumière le piétinement en grotte et son identification et de le comparer ou autres travaux.
- une étude expérimentale est primordiale, nous allons suivre un protocole bien défini sur le choix du sédiment, les parties anatomiques exposées au piétinement, le poids et le nombre de personnes et leurs équipements (s'ils portent des chaussures ou sont-ils pieds nus), la durée du piétinement...

Grace aux résultats obtenus, nous allons nous concentrer en priorité sur la morphologie de l'angle de fragmentation et sur les encoches. La répartition spatiale est également à prendre en compte

Les résultats sur l'effet du piétinement obtenus à la grotte du Portel ouest seront les bases la référence de notre expérimentation. A partir de certaines observations, nous essayerons de savoir si certains caractères comme les encoches à bord obtus ouvert sont bien typiques du piétinement en grotte ou bien une spécificité du niveau du Portel Ouest.

Références bibliographiques :

- ANDREWS P. ; COOK J. 1985 – Natural modifications to bones in a temperate setting. *Man*, 4, p. 675-691
- Batigne O., 2017. Pétroarchéologie de la sous-couche F2 du Portel Ouest (Commune de Loubens, Ariège). Mémoire de Master 2, Université de Perpignan Via Domitia, 87 p.
- Baills H., 1998b. Approche statistique des industries de la grotte ornée du Portel (Loubens, Ariège). *L'Anthropologie*, 102, 265-292.
- BINFORD L. R. 1981 – Bones, ancient men and modern myths. London : Academic press, 320 p. ill.
- Becam G. Variation exo- et endostructurale des dents permanentes humaines du maxillaire et de la mandibule : singularité des premiers et des derniers Néandertaliens et Hommes modernes. Published online March 17, 2017.
- Becam, G., Chevalier, T., 2019. Neandertal features of the deciduous and permanent teeth from Portel-Ouest Cave (Ariège, France). *American Journal of Physical Anthropology*, 168, 45-69.
- Becam et al - 1er rapport intermédiaire 2020 - Le site moustérien de la grotte du Portel-Ouest.
- Behrensmeyer AK. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*. 1978;4(2):150-162.
- BEHRENSMEYER A. K.; GORDON K. D.; YANAGI G. T. 1986 - Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks. *Nature*, 319, p. 768-771
- Blasco R, Rosell J, Fernández Peris J, Cáceres I, Vergès JM. A new element of trampling: an experimental application on the Level XII faunal record of Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Journal of Archaeological Science*. 2008;35(6):1605-1618.
- Bunn HT, Bartram LE, Kroll EM. Variability in bone assemblage formation from Hadza hunting, scavenging, and carcass processing. *Journal of Anthropological Archaeology*. 1988;7(4):412-457.
- Breuil H., Cheynier A., 1958. Les fouilles de Breuil et Cartailhac dans la grotte de Gargas en 1911 et 1913. *Bulletin de la Société méridionale de Spéléologie et de Préhistoire*, 5, 341-382.
- Courtenay LA, Yravedra J, Huguet R, et al. New taphonomic advances in 3D digital microscopy: A morphological characterisation of trampling marks. *Quaternary International*. 2019.
- De Lumley H, Barsky D. Évolution des caractères technologiques et typologiques des

- industries lithiques dans la stratigraphie de la Caune de l'Arago. *L'Anthropologie*. 2004;108(2):185-237.
- Domínguez-Rodrigo M, de Juana S, Galán AB, Rodríguez M. A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks. *Journal of Archaeological Science*. 2009;36(12):2643-2654.
- Echassoux A. Étude taphonomique, paléoécologique et archéozoologique des faunes de grands mammifères de la seconde moitié du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, France). *L'Anthropologie*. 2004;108(1):11-53.
- FIORILLO A. R. 1984 - An introduction to the identification of trample marks. Current Research in the Pleistocene (Orono, Me.), 1, p. 47-48 FIORILLO A. R. 1989 – An experimental study of trampling : implication for the fossil record. In : R. Bonnichsen et M. H. Sorg (Ed.), Bone modification. Orono : Center for the study of first Americans, p. 61-72.
- Fernandez-Jalvo Y, Andrews P. *Atlas of Taphonomic Identifications: 1001+ Images of Fossil and Recent Mammal Bone Modification*. Springer Netherlands; 2016.
- Fondrillon M. Christiane Denys et Marylène Patou-Mathis (dir.), Manuel de taphonomie. *Revue archéologique du Centre de la France*. 2015;(Tome 54).
- Gardeisen A. La faune de la grotte Ouest du Portel (Loubens, Ariège) : premiers résultats. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. 1988;85(9):275-276.
- Gardeisen A. Analyse de quelques critères de conservation des ossements fossiles : l'exemple du Portel ouest (Ariège, France). *Archaeozoologia*. 1996;8(1,2):141.
- Gardeisen A., 1985 - Les carnivores des couches moustériennes de la grotte du Portel (Loubens, Ariège). Mémoire de Maîtrise, Université Paul- Valéry, Montpellier III, 72 p.
- Gardeisen A., 1986. Étude préliminaire de la faune de la grotte du Portel : les équidés. Mémoire de D.E.A., Université Paul-Valéry, Montpellier III, 113 p.
- Gifford-Gonzalez DP, Damrosch DB, Damrosch DR, Pryor J, Thunen RL. The Third Dimension in Site Structure: An Experiment in Trampling and Vertical Dispersal. *Am antiq*. 1985;50(4):803-818.
- Jéquier CA, Romandini M, Peresani M. Les retouchoirs en matières dures animales : une comparaison entre Moustérien final et Uluzzien. *Comptes Rendus Palevol*. 2012;11(4):283-292.
- LENOBLE A. ; BORDES J.-G. 2001 – Une expérience de piétinement et de résidualisation par ruissellement. In : M. Mergoïl (Ed.), Préhistoire et Approche expérimentale. sous la 51 direction de M. C. Frère-Sautot, p 295-311
- LYMAN R. L. 1994 – Vertebrate taphonomy. Cambridge : Cambridge Press University, 524 p. ill.
- Magniez P. Etude paléontologique des Artiodactyles de la grotte Tournal (Bize-Minervois,

- Aude, France): Étude taphonomique, archéozoologique et paléoécologique des grands mammifères dans leur cadre biostratigraphique et paléoenvironnemental. Published online 2010. Accessed September 10, 2021
- Marquet J-C, Vézian R, Gardeisen A. Le Portel-Ouest. Associations fauniques et paléoenvironnements sur la frange septentrionale des Pyrénées ariégeoises au Würm ancien. *Quaternaire*. 1998;9(4):303-314.
- Marquet J-C, Vézian R, Gardeisen A. Le Portel-Ouest. Associations fauniques et paléoenvironnements sur la frange septentrionale des Pyrénées ariégeoises au Würm ancien. *Quaternaire*. 1998;9(4):303-314.
- Menzhi, M., 1994. Etudes stratigraphique, sédimentologique et micromorphologique des remplissages de pléistocène supérieur de la grotte du Portel (Ariège) et de la grotte Tournal (Aude). Thèse de doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle, 155 p.
- Myers TP, Voorhies MR, Corner RG. Spiral Fractures and Bone Pseudotools at Paleontological Sites. *American Antiquity*. 1980;45(3):483-490
- MISKOVSKY J.C., LUMLEY H. de, LICHT M-H., HOFFERT M., 1976 - Le Würmien ancien dans l'Ariège d'après l'étude stratigraphique et sédimentologique de la grotte de Soulabé (Montserron). Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire - Volume 13 - Numéro 1. p. 19-35
- Nielsen AE. Trampling the Archaeological Record: An Experimental Study. *Am antiq*. 1991;56(3):483-503.
- Olsen SL, Shipman P. Surface modification on bone: Trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*. 1988;15(5):535-553.
- Pargeter, J., Bradfield J. 2012. The effects of Class I and II sized bovids on macrofracture formation and tool displacement: Results of a trampling experiment in a southern African Stone Age context: *Journal of Field Archaeology*: Vol 37, No 3.
- Prince G. Contribution à l'étude des industries de la grotte du Portel Ouest (Commune de Loubens, Ariège, France) : étude techno-typologique des industries moustériennes. Published online January 1, 2000.
- Pineda A, Saladié P, Vergès JM, Huguet R, Cáceres I, Vallverdú J. Trampling versus cut marks on chemically altered surfaces: an experimental approach and archaeological application at the Barranc de la Boella site (la Canonja, Tarragona, Spain). *Journal of Archaeological Science*. 2014;50:84-93.
- Pizarro-Monzo M, Domínguez-Rodrigo M. Dynamic modification of cut marks by trampling: temporal assessment through the use of mixed-effect regressions and deep learning methods. *Archaeol Anthropol Sci*. 2020;12(1):4.
- Renault-Miskovsky J, Girard M. Palynologie des grottes de Montmaurin (Haute-Garonne) et du versant nord pyrénéen. Corrélations interséquentielles du Pléistocène moyen à l'Holocène [Palynology of Montmaurin caves (Haute-Garonne) and north-pyrenean slope, Intersequential correlations from middle Pleistocene to Holocene.]. *Quaternaire*. 1998;9(3):185-201.

- Reynard JP. Trampling in coastal sites: An experimental study on the effects of shell on bone in coastal sediment. *Quaternary International*. 2014;330:156-170.
- Rozada L, Allain R, Tournepiche J-F. Trampling experiments on bones in fine and soft sediments. *Quaternaire Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*. 2018;(vol. 29/1):39-44. doi:10.4000/quaternaire.8593
- Theunissen R, Balme J, Beck W. Headroom and human trampling: cave ceiling-height determines the spatial patterning of stone artefacts at Petzkes Cave, northern New South Wales. *Antiquity*. 1998;72(275):80-89.
- Tissoux H., Vézian R., Lumley H. de, Bahain J.-J. et Falgueres C., 2004. Datation par les séries de l'uranium (U-Th) et la résonance paramagnétique électronique (R.P.E.) combinées du gisement paléolithique de la grotte du Portel-Ouest (commune de Loubens, Ariège, France). Résultats préliminaires. BAR international, S1270, Acts of the XIVth UISPP congress - Section 2 – General sessions and posters, 1-8.
- Villa P, Mahieu E. Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution*. 1991;21(1):27-48
- Vézian Jh., 1941 - La Grotte du Portel. Bulletin Société Préhistorique du Languedoc, 2, p. 2-11.
- Vézian J., 1964. Les fouilles de l'entrée ouest de la grotte du Portel. Bulletin de la Société Méridionale de Spéléologie et Préhistoire, XI, p. 4-10.
- Vézian J., 1989. Les fouilles à l'entrée du Portel ouest (Loubens, Ariège) : stratigraphie générale et passage du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur. Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège, XLIV, p. 225-261.
- Vézian R., 2014. Etude paléontologique des Bovinae et des Equidae de la grotte moustérienne du Portel-ouest (Ariège, France). Cadres biostratigraphique, biochronologique et paléoenvironnemental. Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 429 p.

ANNEXES

Annexe 1: représentation taxinomique des restes étudiés de la couche D/D1

Famille	Taxon	D	D1
Hyaenidae	<i>Crocuta spelaeus</i>	9	0
Canidae	<i>Canis lupus</i>	9	1
Ursidae	<i>Ursus spelaeus</i>	3	1
Equidae	<i>Equus caballus</i>	20	1
Cervidae	<i>Cervus sp (elephus)</i>	17	1
	<i>Rangifer</i>	30	24
	<i>Megaloceros.sp</i>	1	
Bovidae	<i>Grand bovidé</i>	37	2

Annexe 2 : représentation squelettiques des restes étudiés de la couche D/D1

Partie anatomique	D	D1
Crâne	1	
Mandibules	4	
Maxillaires	2	
Dents isolé	8	1
Cotes	1	2
Vertèbre	3	
Scapula	1	
Humérus	11	2
Radius ulna	17	5
Carpes	8	
Métacarpes	5	
Fémur	6	1
Tibia	14	3
Tarses	2	2
Métatarses	15	13
Phalanges	14	1
Métapodes	10	1
Sésamoides	4	
Ind	2	

Annexe 3: distribution des encoches des deux couche D/D1 du Portel ouest

inventaire	Couche	Partie	Espèce	Encoche 1=présent, 2=absence	Localisation 1=proximal, 2= distal, 3= latéral 1, 4= médial 5= deux extrémité (1.2)	Angle de l'encoche 1= bord oblique, 2= a bord en V,3= Bord obtus ouvert	Aspect de la surface 1=lisse, 2= irrégulier,3= un bord lisse et un bord irrégulier, 4=semi lisse
10354	D	Diaphyse tibia	Cervus	1	4	3	1
6580	D	Diaphyse métatarsien	Cervus	1	1	2	2
1127	D	Radius ulna	Rangifère	1	4	2	4
7182	D1	Diaphyse radius de	Rangifère	1	4	1	2
6579	D1	Diaphyse métatarsien	Rangifère	1	4	3	2
8309		Diaphyse tibia	Rangifère	1	4	3	2
2562N	D1	Diaphyse tibia	Rangifère	1	3	1	4
8303	D1	Diaphyse tibia	Rangifère	1	4	1	2
8302	D1	Diaphyse tibia	Rangifère	1	3	1	4
8545N	D	Diaphyse tibia	Rangifère	1	3	1	4
1212N	D	Diaphyse radius	Rangifère	1	4	2	1
2563N	D	Diaphyse radius	Rangifère	1	0	0	0
	D1	Diaphyse humérus	Equus cabalus	1	0	0	0
65	D	Diaphyse humerus	Equus cabalus	1	0	0	0
60	D	Diaphyse humerus	Equus cabalus	1	3	3	4
11549	D	Diaphyse radius	Cervus	1	0	0	0

Annexe 4 : Distribution des marques de fragmentation de la couche D/D1

N inventaire	Couche	(P.Anatomique)	Espèce	point d'impact de percussion 0=absente, 1=présente, A1=outils, A2=dents de carnivores, A3=autres	localisation (os dt) 1=proximal, 2=distal, 3=lateral, 4= medial, 5= deux extrémités (1.2)	angle de la fracture 1= spiral, =2 droit, 3= v, 4=w, 5= biseau, 6=longitudinal, 7=sub-horizontal, 8=longitudinal_spiral	aspect de la surface 1=lisse, 2=irrégulier, 3=un bord lisse et un bord irrégulier, 4=semi lisse
10443	D	Métatarsien	Cervus	A1	5	1	4
10428	D1	Métatarsien	Cervus	0	5	8	3
10806	D	Métatarsien	Megaloceros)	0	5	6	3
10252	D	Métatarsien	Cervus	1	5	6	4
10113	D	Humérus	Cervus	0	5	3	1
8698	D	Radius	Cervus	0	1	1	4
10354	D	Tibia	Cervus	0	5	7	1
10454	D	Métacarpien	Cervus	0	5	5	4
8735	D	Fémur	Cervus	0	5	3	3
9919	D	Fragment trochlaire	Cervus	0	2	6	2
10021	D	Phalange	Cervus	0	2	2	4
4885	D	Astragale	Cervus	0	5	5	2
4886N	D	Astragale	Cervus	0	5	1	4
9870	D	Fémur	Cervus	1	5	5	5
6580	D	Métatarsien	Cervus	0	5	8	1
1221N	D	Fémur	Cervus	0	5	0	0
9919	D	Fémur	Cervus	0	2	3	4
6918	D1	Radius	Rangifère	0	2	2	1
10497	D	Ulna	Rangifère	0	1	1	2
1127	D	Radius	Rangifère	0	3	2	1
7182	D1	Radius	Rangifère	1	5	5	3

7094	D1	Radius	Rangifère	0	5	4	3
3704	D1	Radius	Rangifère	0	5	3	3
6989	D	Radius	Rangifère	0	5	5	1
7089	D1	Radius	Rangifère	0	5	2	2
7053	D1	Radius	Rangifère	0	5	2	2
6828	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	1	1
6289	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	2	4
6555	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	4
6606	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	1
6344	D1	Métatarsien	Rangifère	0	2	2	4
6579	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	4
6503	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	2	4
6312	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	2
6308	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	3
5932	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	7	1
6325	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	4
6354	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	6	3
6446	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	1	4
6359	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	4
6343	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	4
			Rangifère				
6486	D	Métatarsien	Rangifère	0	5	2	1
6499	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	4
6807	D1	Métatarsien	Rangifère	0	5	5	2
8301	D	Tibia	Rangifère	0	5	5	3
8309		Tibia	Rangifère	0	5	5	3
2562N	D1	Tibia	Rangifère	0	5	3	1
8303	D1	Tibia	Rangifère	0	5	6	1
8302	D1	Tibia	Rangifère	1	5	7	1
8545N	D	Tibia	Rangifère	0	5	2	4
8408	D	Tibia	Rangifère	0	2	1	2

8536	D1	Fémur	Rangifère	0	2	2	3
85858N	D	Fémur	Rangifère	1	5	5	3
5264	D	Phalange	Rangifère	0	1	4	2
8826	D	Phalange	Rangifère	0	1	1	4
5278	D	Phalange	Rangifère	0	5	2	2
8786	D	Branche mandibulaire	Rangifère	0	2	7	2
1326	D	Mandibule	Rangifère	0	5	1	2
1306	D	Mandibule	Rangifère	0	5	6	4
2101N	D	Humérus	Rangifère	0	0	0	0
5765	D1	Calcanéum	Rangifère	0	5	5	2
19	D	Tibia	Rangifère	1	5	7	1
5178	D	Phalange	Rangifère	0	0	0	0
2563N	D	Radius	Rangifère	1	5	6	4
80N	D1	Humérus	Equus caballus	1	5	8	4
65	D	Humérus	Equus caballus		5	7	1
60	D	Humérus	Equus caballus	1	5	5	4
6565N	D	Humérus	Equus caballus	0	5	2	2
2662N	D	Humérus	Equus caballus	0	0	0	0
22	D	Os long ind	Equus caballus	0	5	5	
10	D	Tibia	IND	1	5	8	3
17	D	Humérus	Grand bovidé	0	5	5	2
77	D	Tibia	IND	0	5	7	4
81	D	Cote	IND	0	0	0	0
4602	D	Grand sésamoïde	Equus caballus	0	0	0	0
4594	D	Grand sésamoïde	Equus caballus	0	5	1	4
4582	D	Phalange	Equus caballus	0	2	4	1
1666	D	Phalange	Equus caballus	0	1	6	4
3869	D	Tarse	Equus caballus	0	5	6	4
9862	D	Tarse	Equus caballus	0	5	5	1
11511	D	Radius	Grand Bovidé	0	5	4	1
11529	D	Radius	Grand Bovidé	0	5	3	1

11549	D	Radius	Cervus	1	5	6	1
11533	D	Radius	Grand Bovidé	0	5	6	1
11548	D	Radius	Grand Bovidé	0	2	6	1
11930	D	Radius	Grand Bovidé	0	2	6	4
11886	D	Radius	Grand Bovidé	0	1	6	4
11907	D	Radius	Grand Bovidé	0	5	5	4
11934 N	D	Radius	Grand Bovidé	0	5	6	3
11911	D	Métatarsien	Grand Bovidé	0	5	6	3
10590	D1	Humérus	Grand Bovidé	0	5	6	4
10636	D	Humérus	Grand Bovidé	0	5	6	4
10598	D	Humérus	Grand Bovidé	0	5	8	2
10643	D	Humérus	Grand Bovidé	0	5	6	3
10786	D	Tibia	Grand Bovidé	0	5	6	2
10804	D	Tibia	Grand Bovidé	0	5	6	1
10798	D	Tibia	Grand Bovidé	0	5	6	1
2305	D	Tibia	Grand Bovidé	0	1	1	2
11015	D	Tibia	Grand Bovidé	0	5	5	2
10768	D	Tibia	Grand Bovidé	0	2	6	2
1212N	D	Ulna	Grand Bovidé	0	2	7	2
1106N	D	Astragale	Grand Bovidé	0	4	8	4
59911	D	Phalange	Grand Bovidé	1	4	6	4
11632	D1	Phalange	Grand Bovidé	0	4	6	2
11823	D	métacarpien	Grand Bovidé	0	5	7	1
598	D	Mandibule droite P3-P4-M1-M2	Canis lupus	0	0	0	0

3749	D	Atlas	Canis lupus	0	1	5	2
------	---	-------	-------------	---	---	---	---

Annexe 5 : Représentation des esquilles de différentes classes de taille cordonnées et non cordonnées de la couche D/D1

Esquille cordonnées			Esquilles non cordonnées			
Dimension	D	D1	Dimension	D	D1	Refus de tamis
2-4Cm	80	130	2-4Cm	260	50	140
4-6cm	90	0	4-6cm	120	0	
6-8cm	10	0	6-8cm	20	0	

Annexe 6: Représentation des esquilles supérieur à 5cm

Couche	Esquille supérieure à 5cm	
D	124	
D1	60	

Annexe 7: Représentation des encoches sur esquilles de la couche D/D1

Morphologie du bord	D	D1
Bord oblique	25	19
Bord en V	6	8
Bord obtus ouvert	19	2

Résumé :

L'histoire taphonomique des gisements en grotte est toujours complexe. Avant, pendant et après l'enfouissement, les vestiges subissent plusieurs processus pouvant conduire à leur disparition. Ce travail cherche à caractériser l'effet du piétinement sur un assemblage osseux. Il a en effet été montré que ces modifications peuvent être confondues avec les marques de boucherie (Fiorillo, 1984 ; Behrensmeyer et coll., 1986 ; Domínguez et al 2009). Le site en grotte du Portel ouest a livré d'important vestiges archéologiques. L'étude de l'assemblage est basée sur le deuxième ensemble moustérien de la couche D/D1 (-39100+/-5800 ans pour D). Nous cherchons à identifier la présence ou l'absence du piétinement dans les deux couches. Les résultats obtenus ont permis d'affirmer la présence du piétinement sur les ossements des deux couches et d'identifier certaines marques telles que les encoches à bord oblique. L'approche taphonomique nous a permis de mieux comprendre les comportements des néandertaliens et des carnivores et de discuter des connaissances actuelles sur l'occupation de la grotte.

Abstract :

Taphonomic history of bone assemblages from archaeological cave sites is always complex. Before, during and after the accumulation, different processes can affect the integrity of the bone assemblage. Our aim is to characterize the effect of trampling on bones in caves. Indeed, it has been suggested that trampling marks could sometimes mimic human butchery marks (Fiorillo, 1984 ; Behrensmeyer et coll., 1986 ; Domínguez-Rodrigo et al 2009). The cave site of Portel Ouest has yielded important archaeological remains. Our study is based on the second Mousterian set of the layer D / D1 (39100+/-5800 years for D). Our question is to identify the presence or absence of trampling in both layers. The results obtained have made it possible to affirm the presence of trampling on the bone surfaces of the two layers and to identify certain marks such as notches with oblique edges. The taphonomic approach allowed us to better understand the behavior of Neanderthals and carnivores and to discuss current knowledge about the occupation of the cave.