

Doctorat de l'Université de Toulouse

préparé à l'Université Toulouse - Jean Jaurès

Les néandertaliens face aux bouleversements climatiques du
MIS 4 : entre choix cynégétiques et contraintes
environnementales.

Thèse présentée et soutenue, le 4 juillet 2025 par

Christelle DANCETTE

École doctorale

TESC - Temps, Espaces, Sociétés, Cultures

Spécialité

Préhistoire

Unité de recherche

TRACES - Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés

Thèse dirigée par

Sandrine COSTAMAGNO et Emmanuel DISCAMPS

Composition du jury

Mme Marie SORESSI, Présidente, Universiteit Leiden

Mme Camille DAUJEARD, Rapporteure, Muséum National d'Histoire Naturelle

M. William RENDU, Examineur, Al-Farabi Kazakh National University

Mme Allowen EVIN, Examinatrice, Université de Montpellier

Mme Sandrine COSTAMAGNO, Directrice de thèse, Université Toulouse - Jean Jaurès

M. Emmanuel DISCAMPS, Co-directeur de thèse, Université Toulouse - Jean Jaurès

Membres invités

M. Jean-Christophe CASTEL, Muséum d'Histoire Naturelle de Genève

M. Guillaume GUÉRIN, Université de Rennes 1

Note au lecteur – Erratum

Lors de la soutenance, deux erreurs ont été soulevées par les membres du jury. Une révision du manuscrit n'a pas été engagée. Il m'a néanmoins semblé essentiel de signaler ces corrections et de mettre à disposition les données associées à ce travail, dans un souci de transparence scientifique et d'information du lecteur, à savoir :

- Certaines des coordonnées géographiques (GPS) reportées sur la carte des sites archéologiques (fig. I.1) sont erronées. Ces erreurs concernent uniquement leur représentation cartographique et n'affecte ni les analyses, ni les interprétations développées dans ce travail.
- Sur certaines planches techniques (Annexes III.31 à III.39 et corps du manuscrit vol. 1 : p. 92 ; p. 95 ; p. 181-182), la mention « lame 1/4 d'onde » a été utilisée par erreur. Il convient de lire « lame λ » (lame d'onde).

Je remercie les lecteurs de tenir compte de ces éléments lors de la consultation du manuscrit.

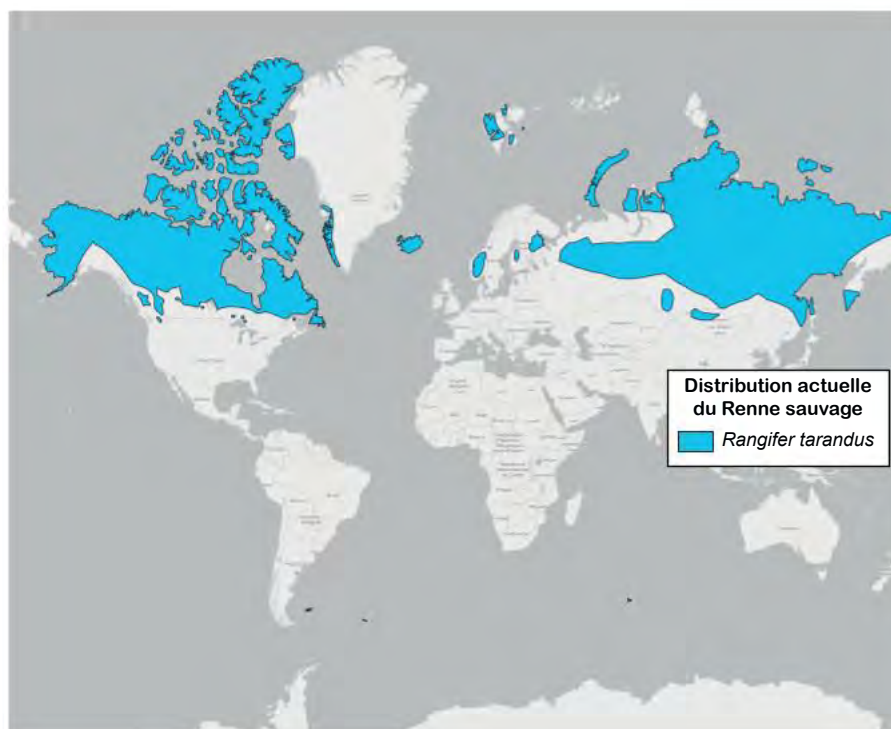
Par ailleurs, afin de favoriser la transparence et la réutilisation des données produites dans le cadre de cette recherche, la base de données associée à cette thèse est désormais accessible en libre accès sur Nakala à l'adresse suivante :

<https://nakala.fr/10.34847/nkl.4b618zwd>

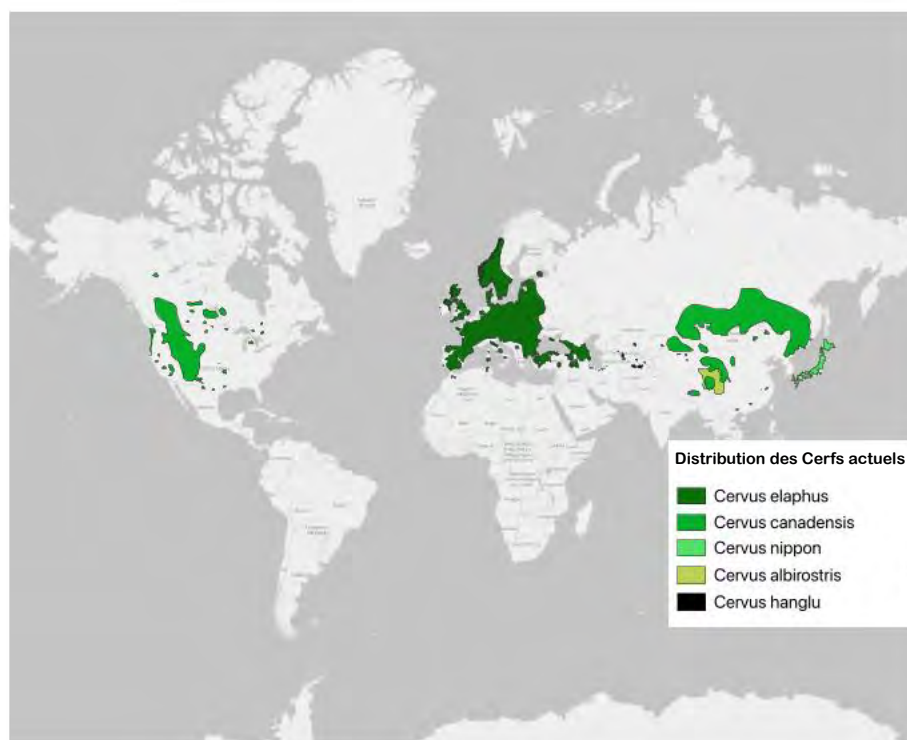
Les lecteurs souhaitant réutiliser les données ou vérifier certains éléments sont invités à se référer à cette version déposée.

Je tiens enfin à remercier les membres du jury pour la qualité de leurs remarques et de leurs échanges lors de la soutenance.

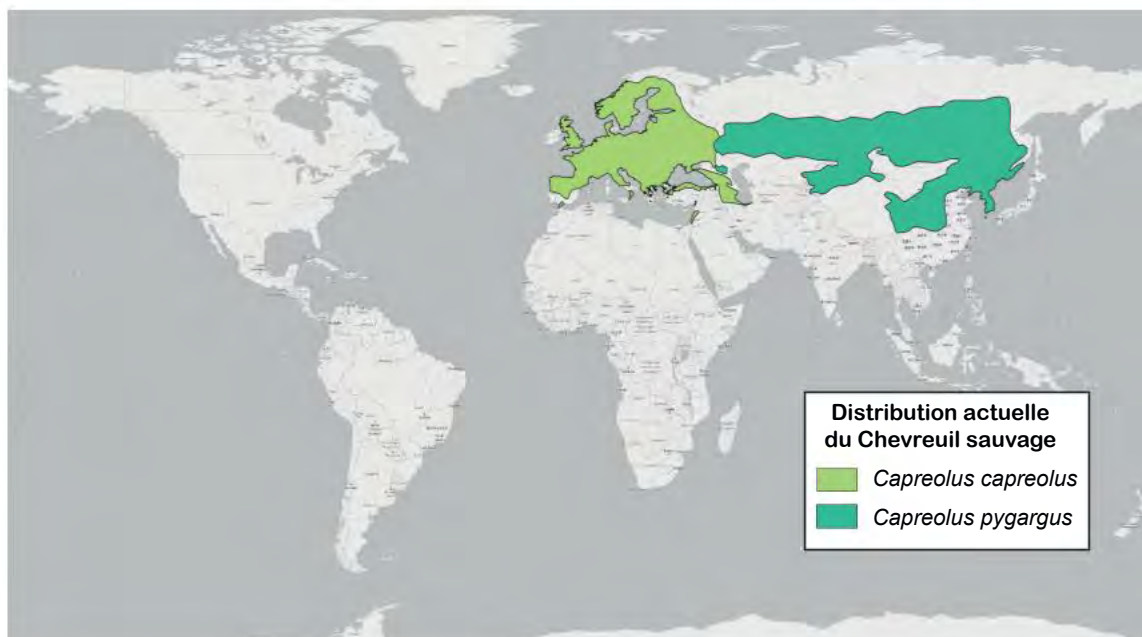
Annexe I.1 : Biogéographie actuelle du Renne sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.



Annexe I.2 : Biogéographie actuelle du Cerf sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.



Annexe I.3 : Biogéographie actuelle du Chevreuil sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.



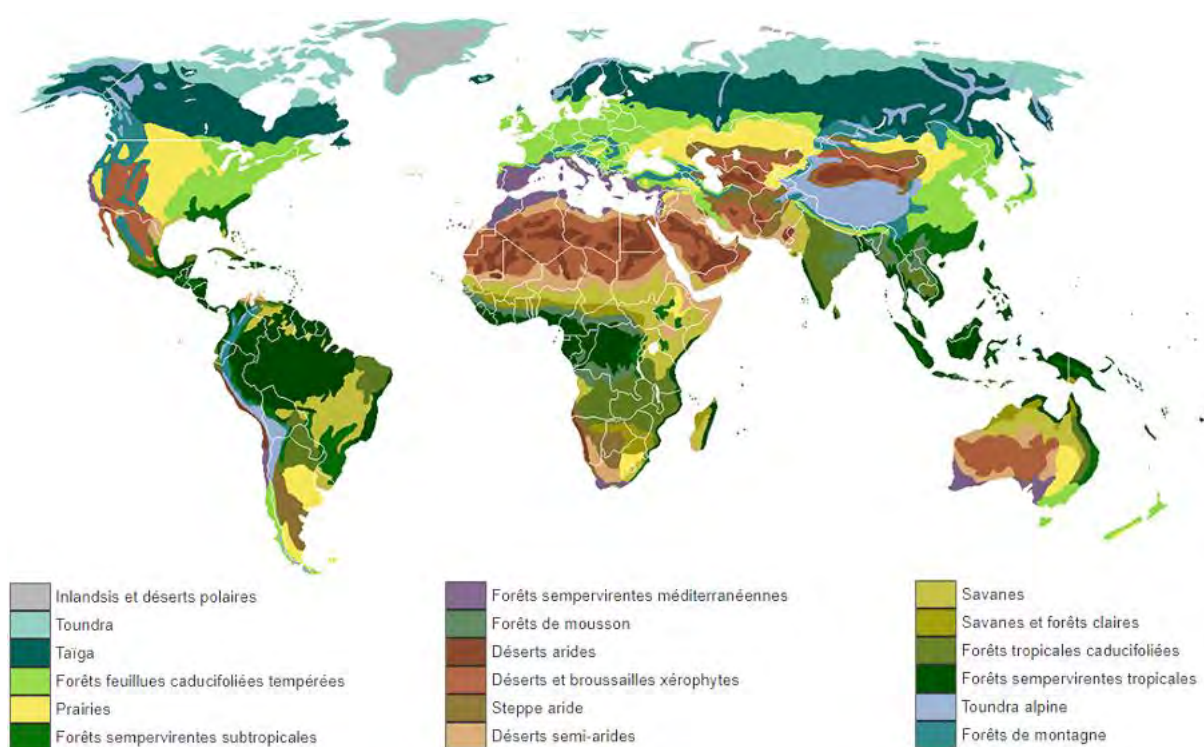
Annexe I.4 : Biogéographie actuelle du Bison sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.



Annexe I.5 : Biogéographie actuelle du Cheval sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.



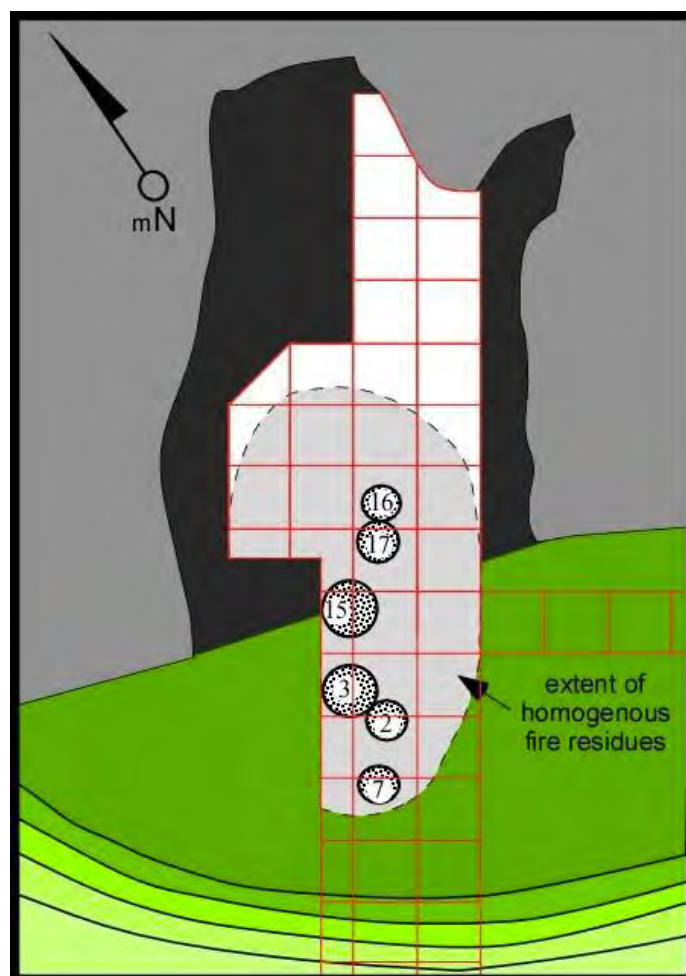
Annexe I.6 : Distribution globale des biomes du monde. D'après les archives de l'École Nationale Supérieure de Lyon, carte réalisée par Sten Porse.



Annexe I.7 : Tableau descriptif donnant les dimensions et les composantes des structures de combustion identifiées au cours des fouilles récentes. D'après le rapport d'opération 2009 (Turq et al., 2009).

Niveau	Structure	Carré	années fouillés	Z =	Dimensions	Notes
5	6	K-18	2007	-2.48 à -2.50	indeterminée	Partiellement fouillé par lafille.
7	2	G-18	2006	-2.41 à -2.42	30 x 30 cm	Composée des zones de combustion different.
	3	G/H-18	2007	-2.47 à -2.54	65 x 120 cm	Principalement composé de cendres.
	7	F-18	2007	-2.48 à -2.51	40 x 45 cm	Principalement composé d'os brûlé.
	15	I-17/18	2008	-2.53 à -2.57	50 x 75 cm	Composé des unités distinctes de cendres et de charbon de bois.
	16	K-18	2008	-2.58 à -2.61	indeterminée	Composée des zones de combustion different et inclus des fragments d'os in situ.
	17	J-18	2008	-2.60 à -2.61	25 x 55 cm	Composée des zones de combustion different et inclus des fragments d'os in situ.

Annexe I.8 : Localisation des foyers au sein du niveau 7. D'après le rapport d'opération 2009 (Turq et al., 2009).



Annexe II.1 : Tableau des saisons de déposition des Zones au sein d'un échantillon actuel de 216 Rennes adultes de Kaminuriak. Les pourcentages représentent le taux de complétude des Zones (d'après A. Pike-Tay, 1995).

MONTH	MEAN	STANDARD DEVIATION	most commonly observed	total range	predicted growth*
April	6.5%	4	4% - 9%	0%- 17%	11%
May	-	-	-	-	22%
June	15%	10	16% - 25%	0%-32%	33%
July	-	-	-	-	44%
August	-	-	-	-	55%
September	68%	8	60% - 78%	53%-86%	66%
October	-	-	-	-	77%
November	93%	7.5	84% - 100%	78%-100%	88%
December	94%	6	94% - 100%	85%-100%	99%
January			<i>in winter annuli</i>		
February			<i>in winter annuli</i>		
March			<i>in winter annuli</i>		

Annexe II.2 : table des correspondances stratigraphiques entre les anciennes (J. Lafille) et les nouvelles (A. Turq, H. L. Dibble, P. Goldberg, S. P. McPherron et D. Sandgathe) fouilles (d'après Turq et al., 2009, p.6).

Litho-strat	Niveau nouvelle	Niv Lafille	Industrie Lithique	Restes Humain	varié d'âge	Faun Espèces %	Stade Isotopique Marin
7	1	XIV XIII	remanié		30 - 70,000 (ESR)		
6	2	XII	Mousterien Quina	dent	41 - 46,000 (ESR)	<i>R. tarandus</i> 84.0 <i>Equus</i> 7.0 <i>Bovidae</i> 4.0 <i>C. elaphus</i> 2.5 <i>C. ibex</i> 1.5	3 moyen
5		XI					
4	3	X					3 debut
3	4	IX			72 - 81,000 (ESR)	<i>R. tarandus</i> 82.0 <i>Equus</i> 13.0 <i>Bovidae</i> 4.0	4
intermittent		VIII					
2	5	VII VI	Mousterien Typique	dent		<i>R. tarandus</i> 72.0 <i>Equus</i> 14.0 <i>Bovidae</i> 12.0	5a-4?
	6	V	Mousterien Typique	enfant Neandertal ?		<i>C. capreolus</i> 43.0 <i>R. tarandus</i> 26.0 <i>C. elaphus</i> 21.0 <i>Equus</i> 7.0 <i>Bovidae</i> 3.0	5a
	7	IV					
	8	III	Mousterien Denticulé?	dent		<i>C. capreolus</i> 43.0 <i>R. tarandus</i> 26.0 <i>C. elaphus</i> 21.0 <i>Equus</i> 7.0 <i>Bovidae</i> 3.0	5b/5a?
	9	II I			72 - 91,000 (TL)	<i>C. capreolus</i> 42.0 <i>C. elaphus</i> 33.0 <i>Equus</i> 17.0 <i>R. tarandus</i> 8.0	
1	10	A	non-archeologique?			fragments rares	
	11	B	non-archeologique		78 - 86,000 (TL)	sterile	
	12	C					
	13	?					

Annexe II. 3 : Liste des dents sélectionnées au sein des collections J. Lafille pour la découpe en vue de l'analyse cémentochronologique des niveaux IV à VII ; échantillonnage réalisé en collaboration avec E. Discamps.

Couche Lafille (Turq)	Marquage	Taxon	Anatomie	Côté	N° lames (Projet DeerPal)
IV (7)	I21-35	Rangifer tarandus	Molaire inférieure	gauche	DP_22, DP_22.2
IV (7)	G19-22	Rangifer tarandus	Molaire inférieure	gauche	DP_82, DP_82.2
IV (7)	L18-142?	Cervus elaphus	M1+M2 inférieure	gauche	DP_153, DP_153.2
IV (7)	L19	Cervus elaphus	Molaire inférieure	droite	DP_154, DP_154.2
V (6)	I22	Cervus elaphus	M1+M2 inférieure	gauche	DP_150, DP_150.2
V (6)	L16-20	Rangifer tarandus	Molaire inférieure	gauche	DP_151, DP_151.2
V (6)	I21-53	Rangifer tarandus	M3 inférieure	gauche	DP_152, DP_152.2
VI (5 ou 6)	I20	Rangifer tarandus	M1 inférieure	droite	DP_144, DP_144.2
VI (5 ou 6)	I20	Rangifer tarandus	P4+M1 inférieure	droite	DP_145, DP_145.2
VI (5 ou 6)	I19	Rangifer tarandus	M1+M2 inférieure	droite	DP_146, DP_146.2
VI (5 ou 6)	I19	Rangifer tarandus	P2+P3+P4+M1+M2+M3	droite	DP_147, DP_147.2
VI (5 ou 6)	I20	Rangifer tarandus	Molaire inférieure	droite	DP_148, DP_148.2
VI (5 ou 6)	L17	Rangifer tarandus	Molaire inférieure	droite	DP_149, DP_149.2
VI (5 ou 6)	I21	Cervus elaphus	Molaire inférieure	droite	DP_143, DP_143.2
VII (5)	M18	Rangifer tarandus	M2 inférieure	gauche	DP_138, DP_138.2
VII (5)	I20	Rangifer tarandus	M2 inférieure	gauche	DP_139, DP_139.2
VII (5)	I22	Rangifer tarandus	M2 inférieure	gauche	DP_140, DP_140.2
VII (5)	I20	Rangifer tarandus	M2 inférieure	gauche	DP_141, DP_141.2
VII (5)	L16	Rangifer tarandus	M2 inférieure	gauche	DP_142, DP_142.2

Annexe II. 4 : Propocole de découpe des dents et de réalisation des lames minces pour les analyses cémento-chronologiques (texte écrit par E. Pubert).

Protocole de découpe des dents et de conception des lames minces
Écrit et réalisé par Éric Pubert

1- INCLUSION

Inclusion de la dent dans de la résine époxy transparente (PRESI MA2+) jusqu'à la base de la couronne
-> polymérisation 24h minimum.

2- EXTRACTION COURONNE

Coupe transverse au niveau de la base de la couronne avec une tronçonneuse à disque diamanté (Buehler Isomet 5000) -> extraction de la couronne.

3- COUPE

Coupe longitudinale (axe mésio-distal passant à travers les racines) de la dent dans son bloc de résine, avec une tronçonneuse à disque diamanté (Buehler Isomet 5000).

4- POLISSAGE DE SURFAÇAGE

Polissage de la surface de coupe en utilisant plusieurs abrasifs de taille décroissante sur polisseuse (PRESI Le Cube et PRESI Mecatech) : disque abrasif P240, disque diamanté 54 μm , disque diamanté 18 μm , suspensions diamantées 9 μm , 3 μm et 1 μm sur disques de polissage tissé.

5- NETTOYAGE ET SÉCHAGE

Nettoyage à l'éthanol des surfaces polies des blocs, puis séchage à l'air libre pendant 24h minimum ou en étuve à 50°C pendant une heure minimum.

6- COLLAGE

Collage de la surface polie des blocs, sur lame de verre avec colle époxy -> polymérisation 24h minimum à température ambiante.

7- COUPE D'ARASEMENT

Coupe du bloc fixé sur la lame de verre, au plus près du verre avec tronçonneuse à disque diamanté. Après découpe, le spécimen fixé sur la lame de verre fait entre 500 μm et 800 μm d'épaisseur.

8- POLISSAGE

Polissage pour réduction d'épaisseur en utilisant le disque abrasif P240 et les disques diamantés 54 μm et 18 μm jusqu'à une épaisseur comprise entre 100 μm et 110 μm .

9- POLISSAGE DE FINITION

Polissage pour un enlèvement des marques de façonnage, en utilisant les suspensions diamantées de 9 μm , 3 μm et 1 μm sur disques de polissage tissé. A la fin de cette étape le spécimen doit faire entre 90 μm et 100 μm .

10- NETTOYAGE ET SÉCHAGE

Les lames terminées sont nettoyées à l'éthanol puis séchées à l'air libre pendant 24 h minimum avant d'être rangées dans des boîtes de classement en bois.

NOTE 1 : Durant les phases 8 et 9, l'épaisseur des spécimens est contrôlée en utilisant un micromètre numérique.

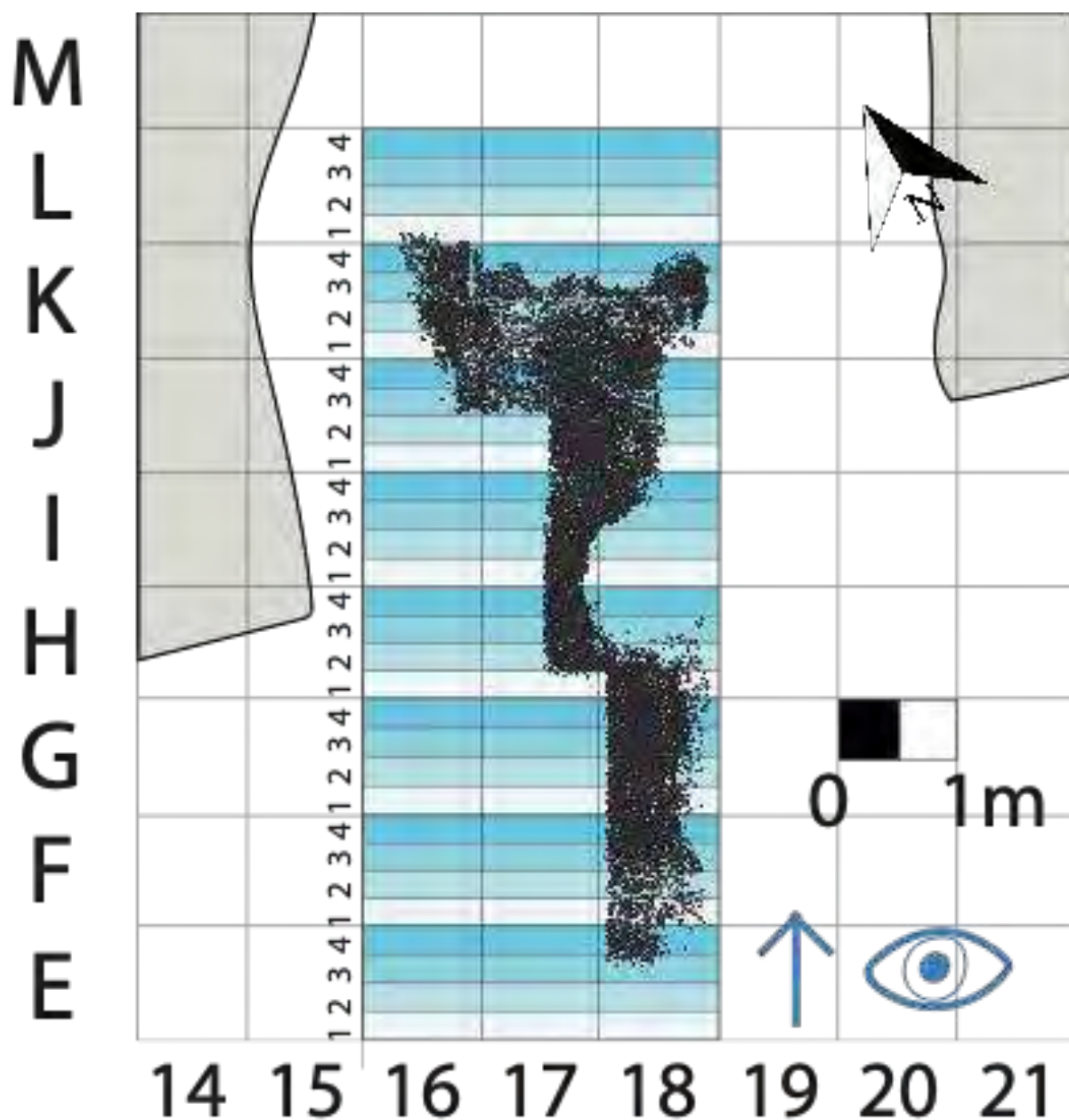
NOTE 2 : Les dents ont été microscannées ;
des réplique en résine ont été imprimées sur une imprimante 3D stéréolithographique (Form3 de FormLab).

Annexe III.1 : Liste des pièces pour lesquelles les déterminations de J.-C.C. et C.D. divergent, et contrôlé par deux autres archéozoologues ayant déterminé ces pièces à l'aveugle (S. Costamagno et E. Discamps). En rouge sont surlignées les cases où des désaccords existent entre l'un des deux analystes et les deux archéozoologues de contrôle. BB = Bovinés ; CAB = Équidés ; CEL = Cerf ; CAPREO = Chevreuil ; RANG = Renne ; MAM = Mammifère.

N° Pièce	Couche	C.D.	J.-C.C.	Contrôle par deux autres archéozoologues
G18_2749	5	BB	CAB	BB
G18_3355	5	BB	RANG	BB
G18_3546	5	RANG	CEL	RANG
G18_3640	5	BB	CAB	MAM 3-4
G18_3850	5	CEL	RANG	CEL
G18_4012	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_4087	7	CEL	RANG	CEL
G18_4100	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_4123	7	CEL	RANG	CEL
G18_4168	7	CEL	RANG	CEL
G18_4178	7	CEL	BB	CEL
G18_4208	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_4399	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_4413	7	CEL	RANG	CEL
G18_5082	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_5102	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_5230	7	CEL	CAPREO	MAM 2-3
G18_5540	7	CEL	RANG	CEL
G18_5580	7	CEL	CAPREO	CEL
G18_5599	7	CEL	RANG	CEL
G18_5840	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_5858	7	CEL	RANG	CEL
G18_5860	7	CEL	RANG	CEL
G18_5862	7	CEL	RANG	CEL
G18_5911	7	CAPREO	RANG	CAPREO
G18_5919	7	CEL	RANG	CEL
G18_5975	7	CAPREO	RANG	CERVIDE
G18_5976	7	CEL	RANG	CEL
G18_5986	7	CEL	RANG	CEL
G18_6120	7	CEL	RANG	MAM 2-3

Annexe III.2 : Plan général de la grotte montrant le découpage par travées de 25 cm d'épaisseur opéré sur les planches de projections en coupes frontales.

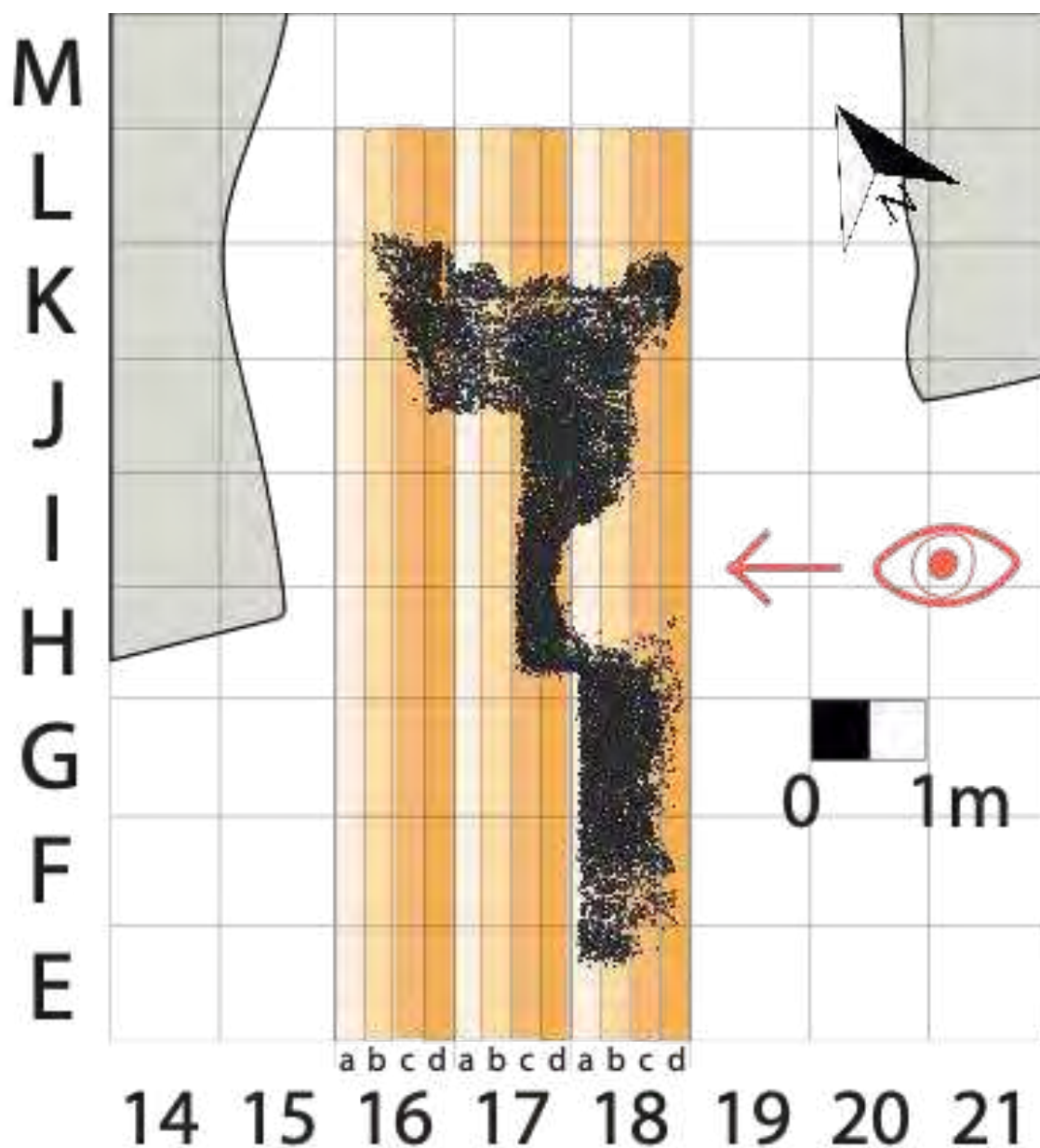
L'œil et la flèche indiquent le sens d'observation des coupes.



Note : les projections frontales de 10 cm d'épaisseur sont numérotées de 1 à 10. Par exemple, la projection frontale I1 de 25 cm d'épaisseur correspond aux projections I1, I2 et I3 (première moitié) de 10 cm d'épaisseur.

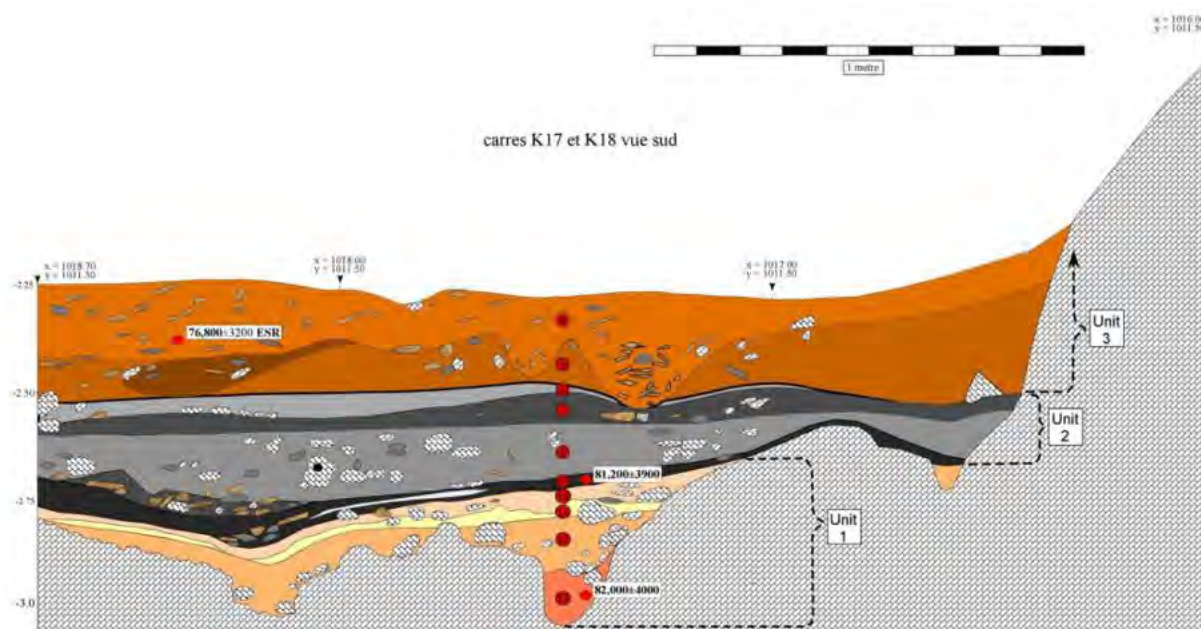
Annexe III.3 : Plan général de la grotte montrant le découpage par tranchées de 25 cm d'épaisseur opéré sur les planches de projections en coupes sagittales.

L'œil et la flèche indiquent le sens d'observation des coupes.

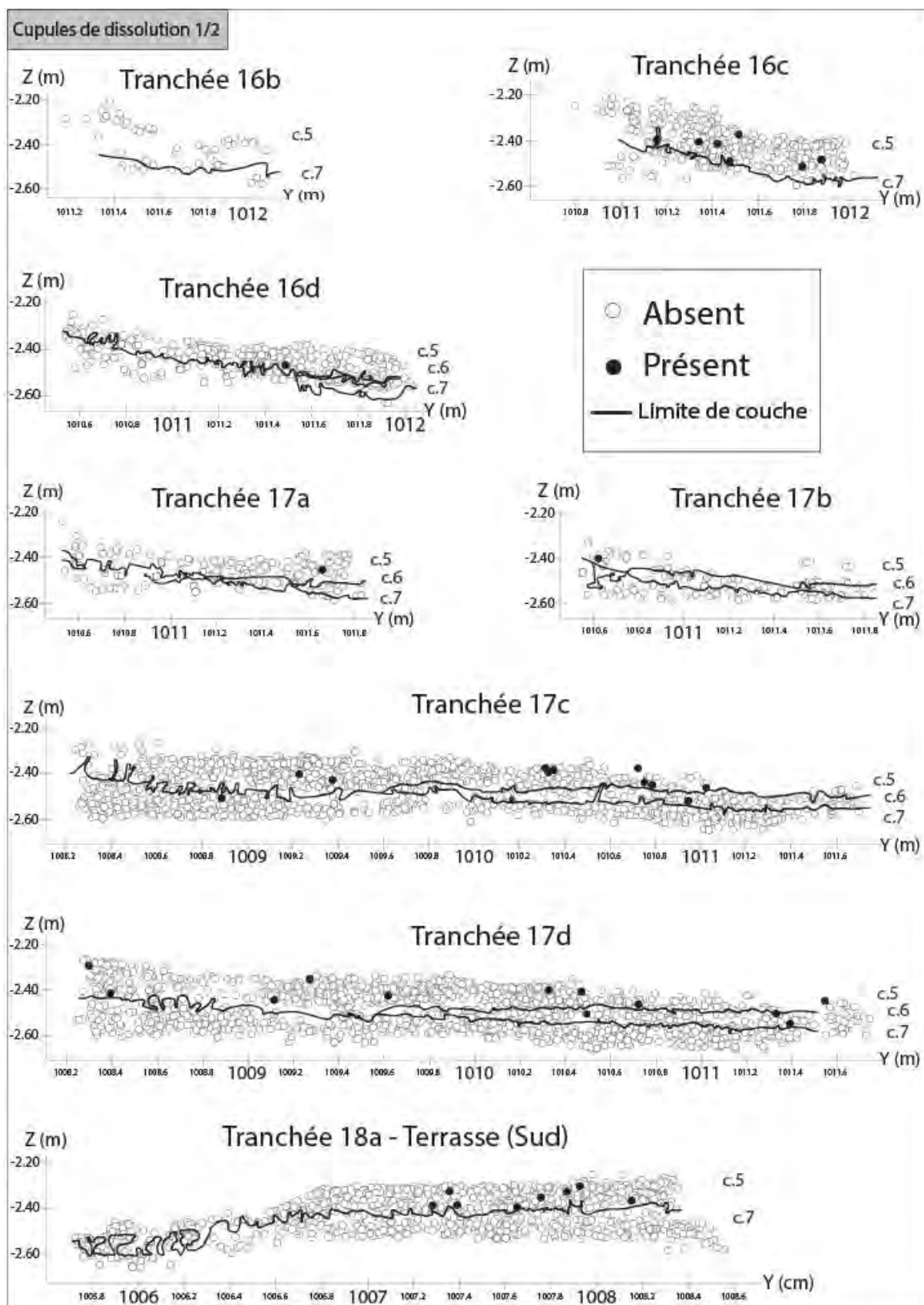


Note : les projections sagittales de 10 cm d'épaisseur sont numérotées de « a » à « i ». Par exemple, la projection sagittale 17a de 25 cm d'épaisseur correspond aux projections 17a, 17b et 17c (première moitié) de 10 cm d'épaisseur.

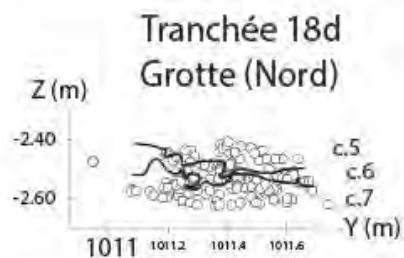
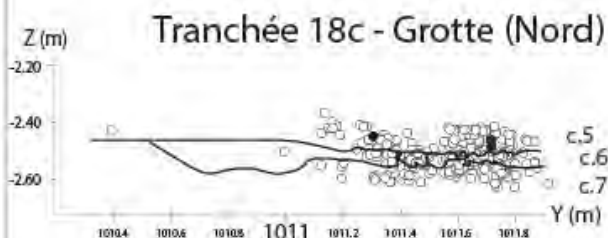
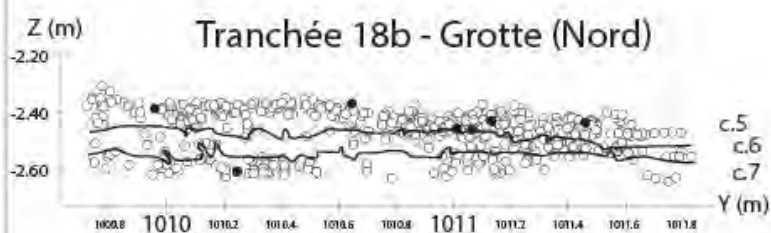
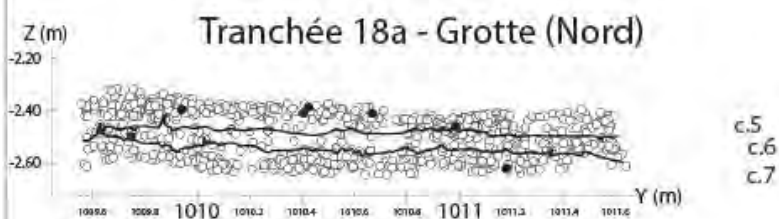
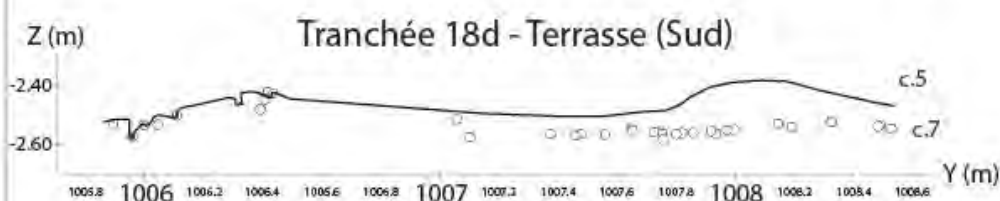
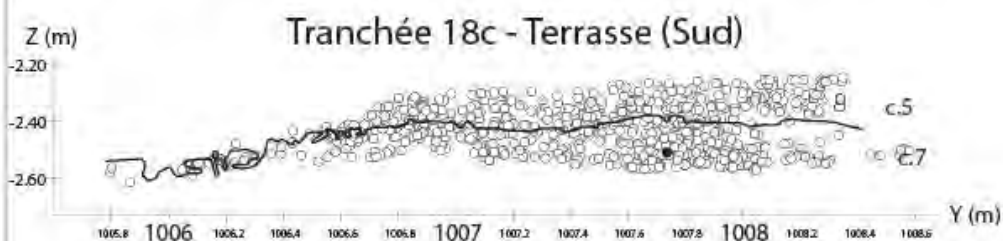
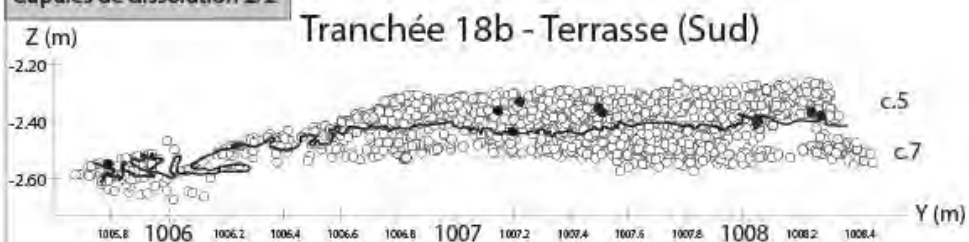
Annexe III.4 : Relevé de coupe des carrés K17 et K18, vue Sud, attestant de dépressions en cuvette au sein du niveau 4.



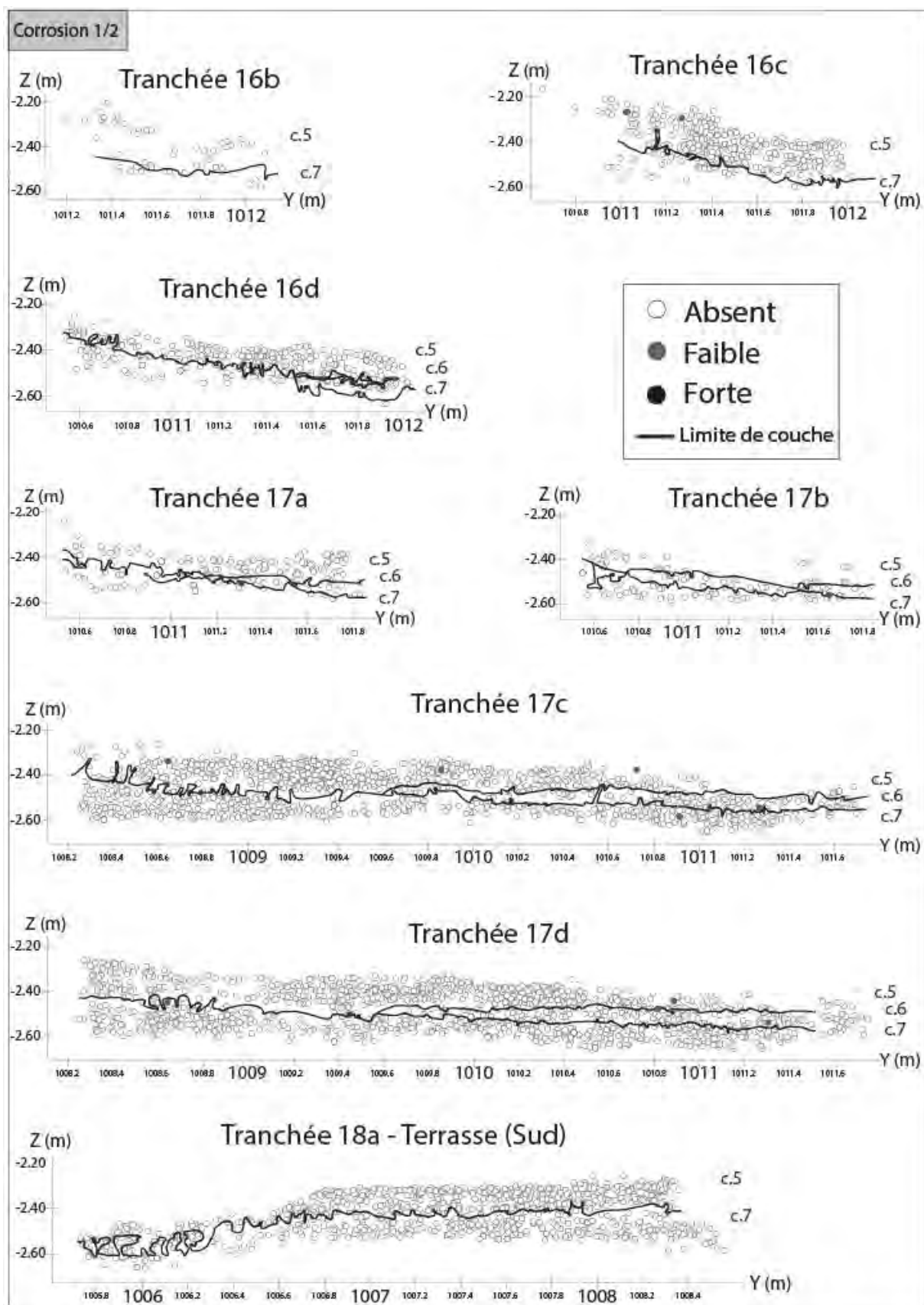
*Annexe III.5 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés
par les cupules de dissolution pour les niveaux 5 à 7.*



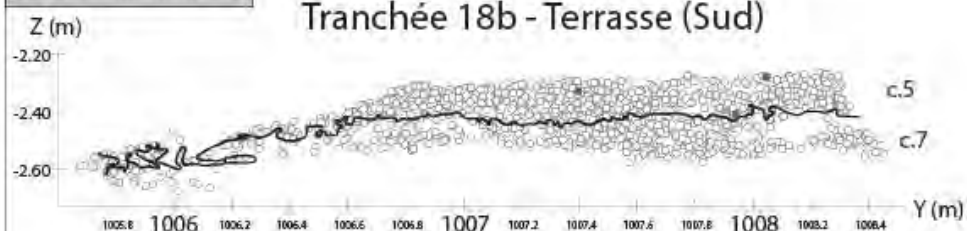
Cupules de dissolution 2/2



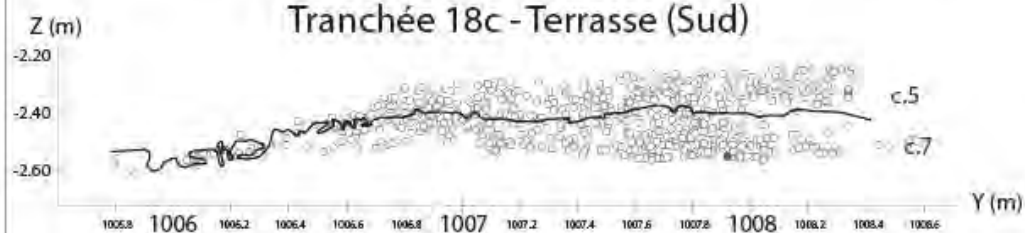
*Annexe III.6 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés
par la corrosion pour les niveaux 5 à 7.*



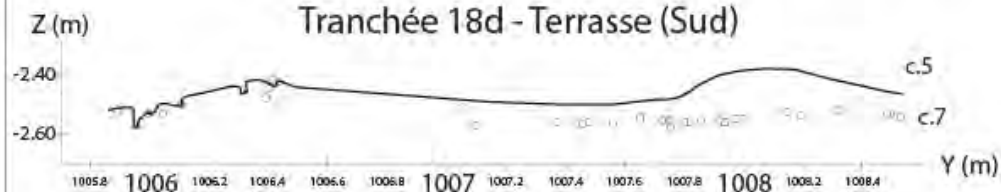
Tranchée 18b - Terrasse (Sud)



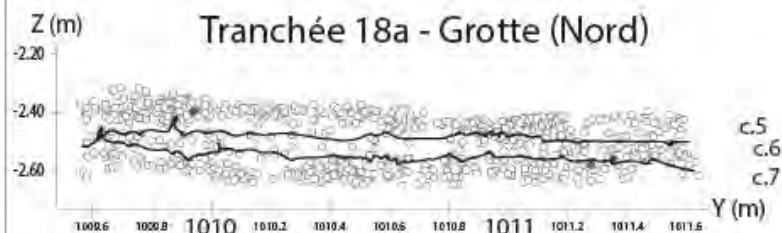
Tranchée 18c - Terrasse (Sud)



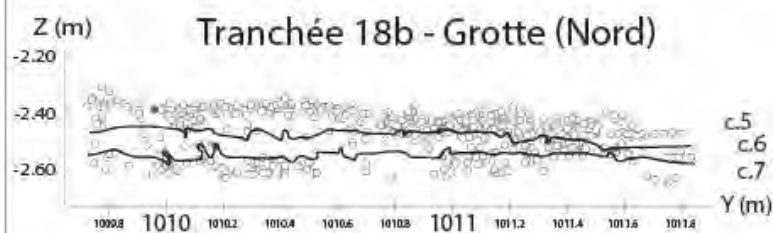
Tranchée 18d - Terrasse (Sud)



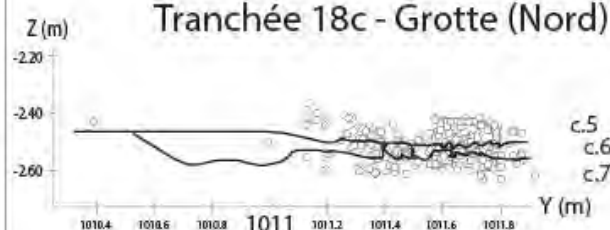
Tranchée 18a - Grotte (Nord)



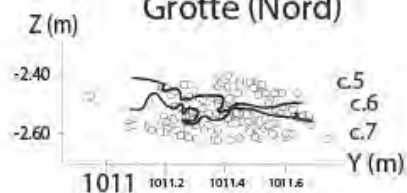
Tranchée 18b - Grotte (Nord)



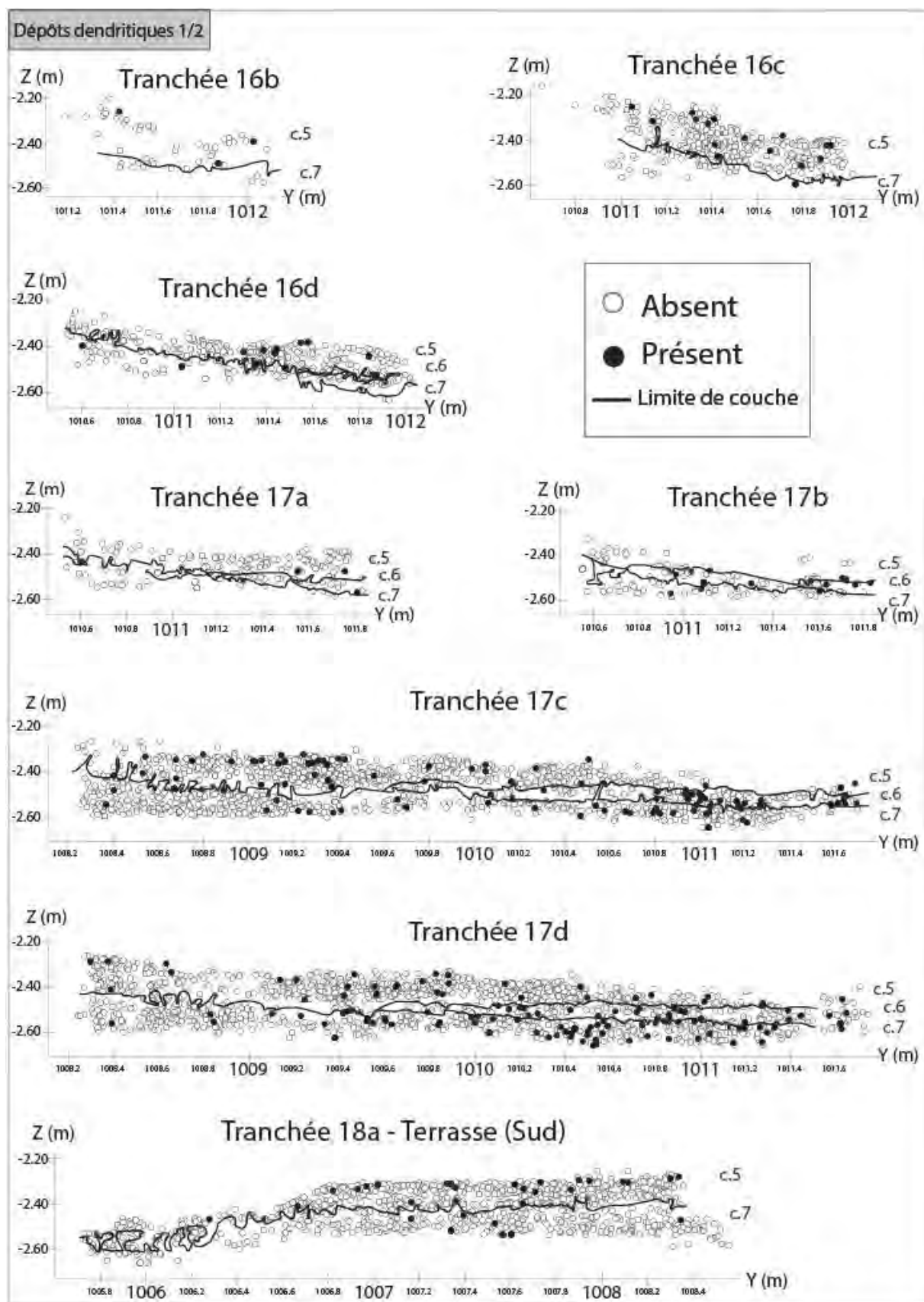
Tranchée 18c - Grotte (Nord)



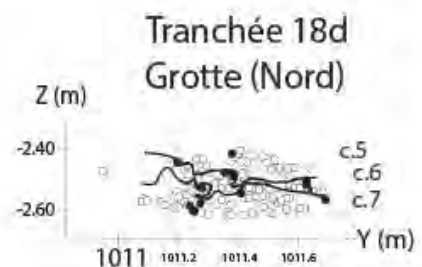
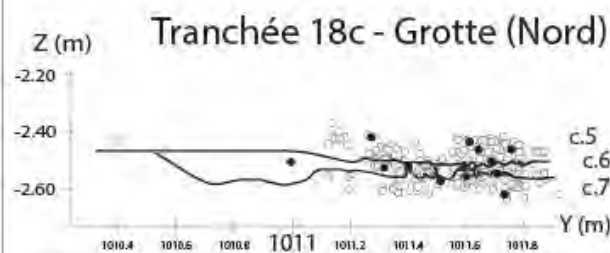
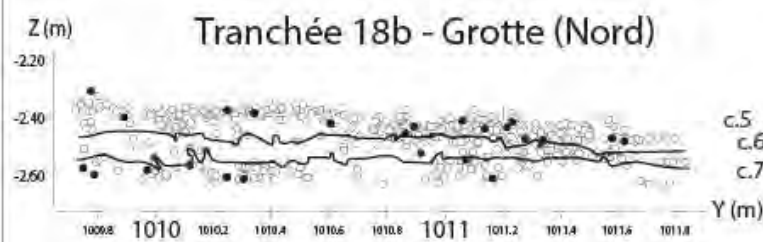
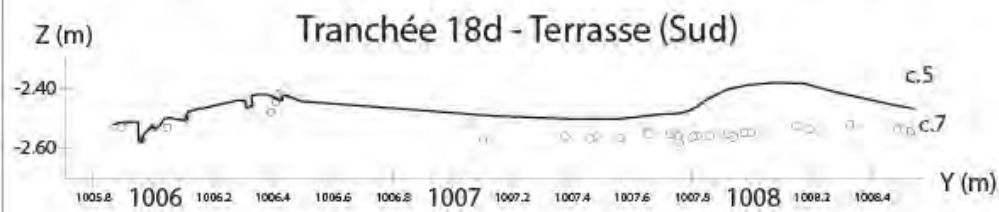
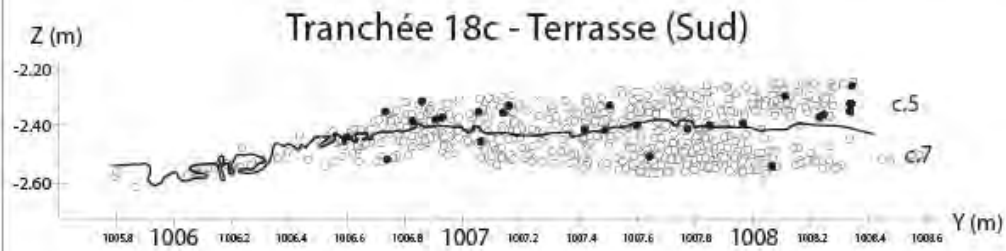
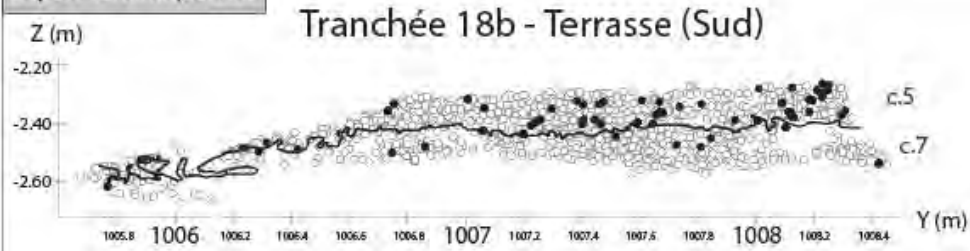
Tranchée 18d Grotte (Nord)



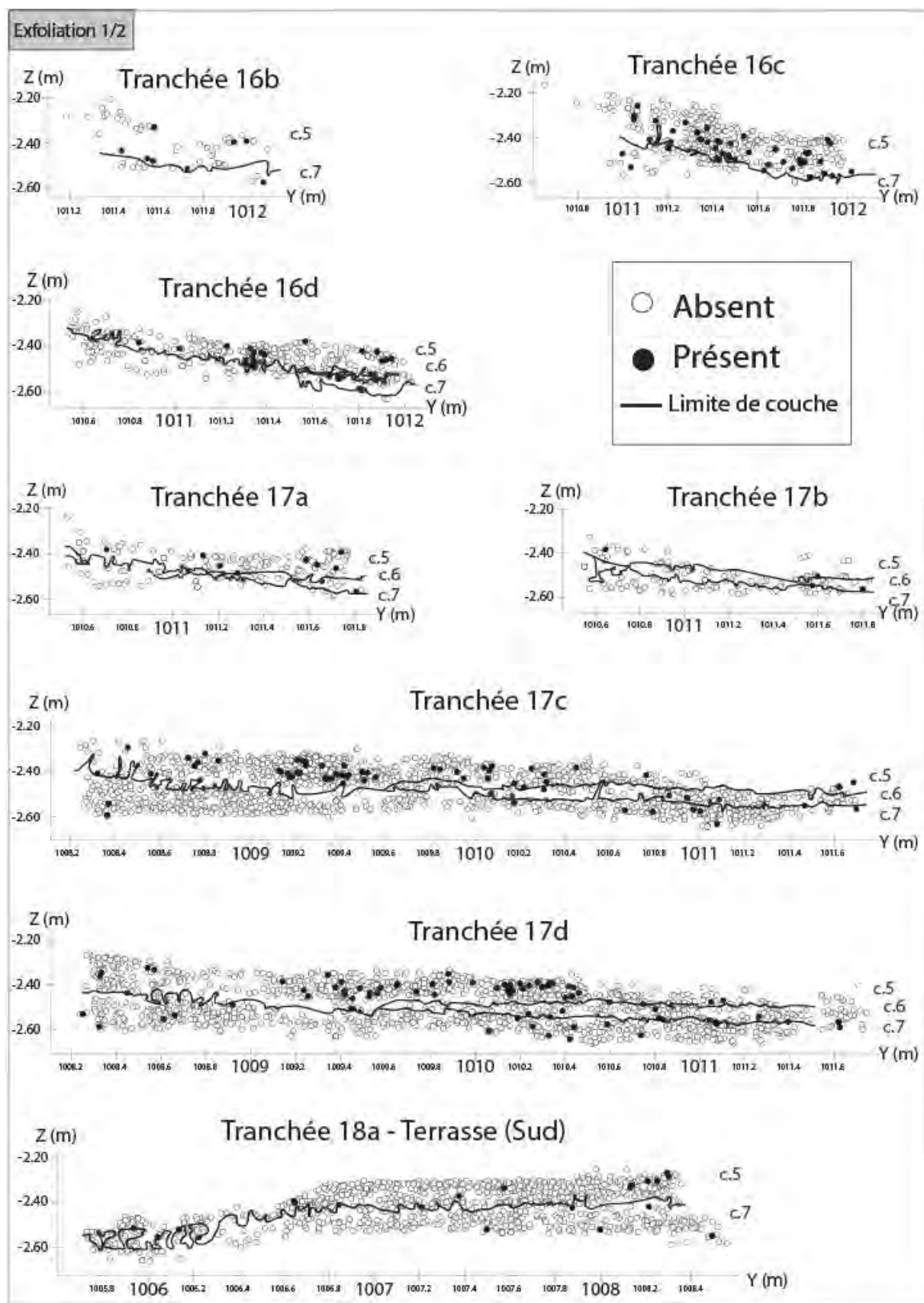
*Annexe III.7 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés
recouverts par les dépôts dendritiques pour les niveaux 5 à 7.*



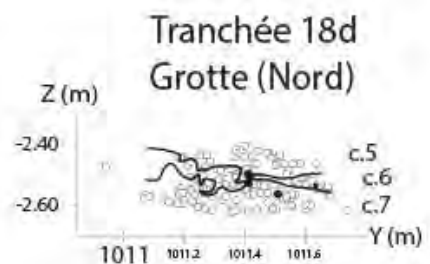
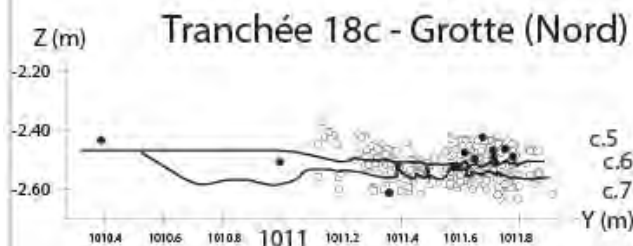
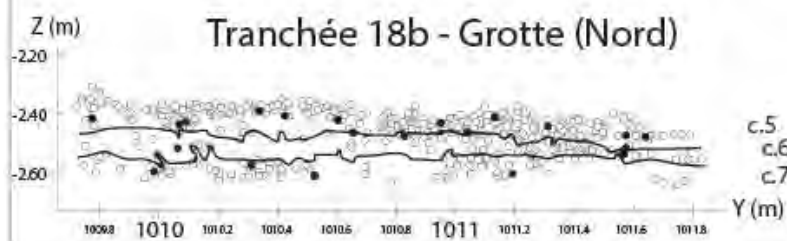
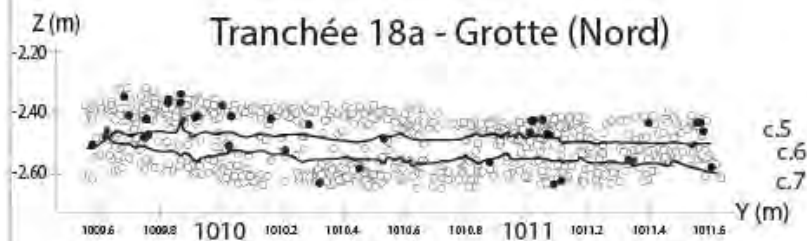
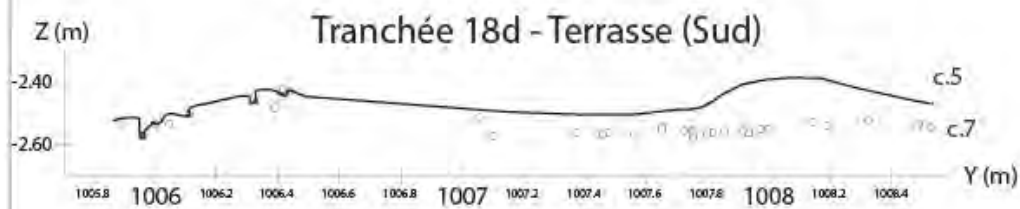
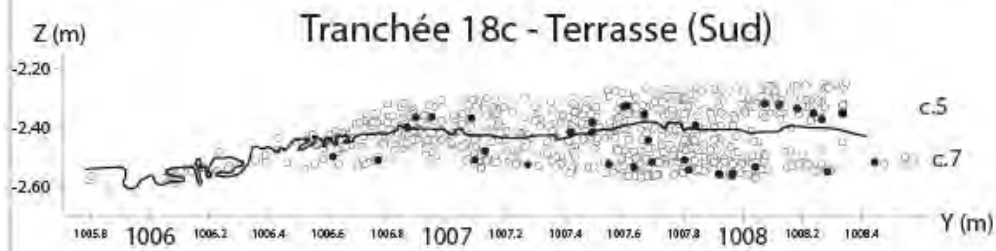
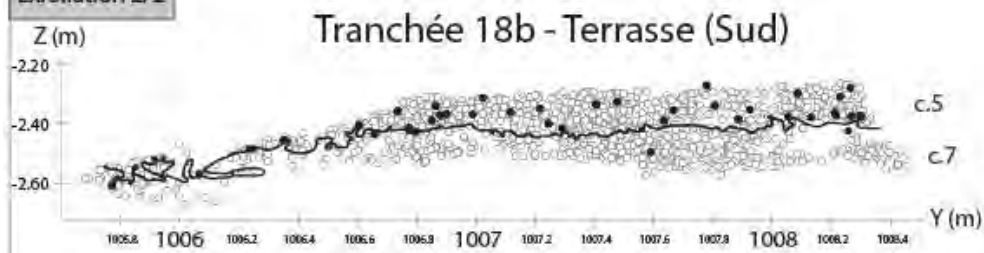
Dépôts dendritiques 2/2



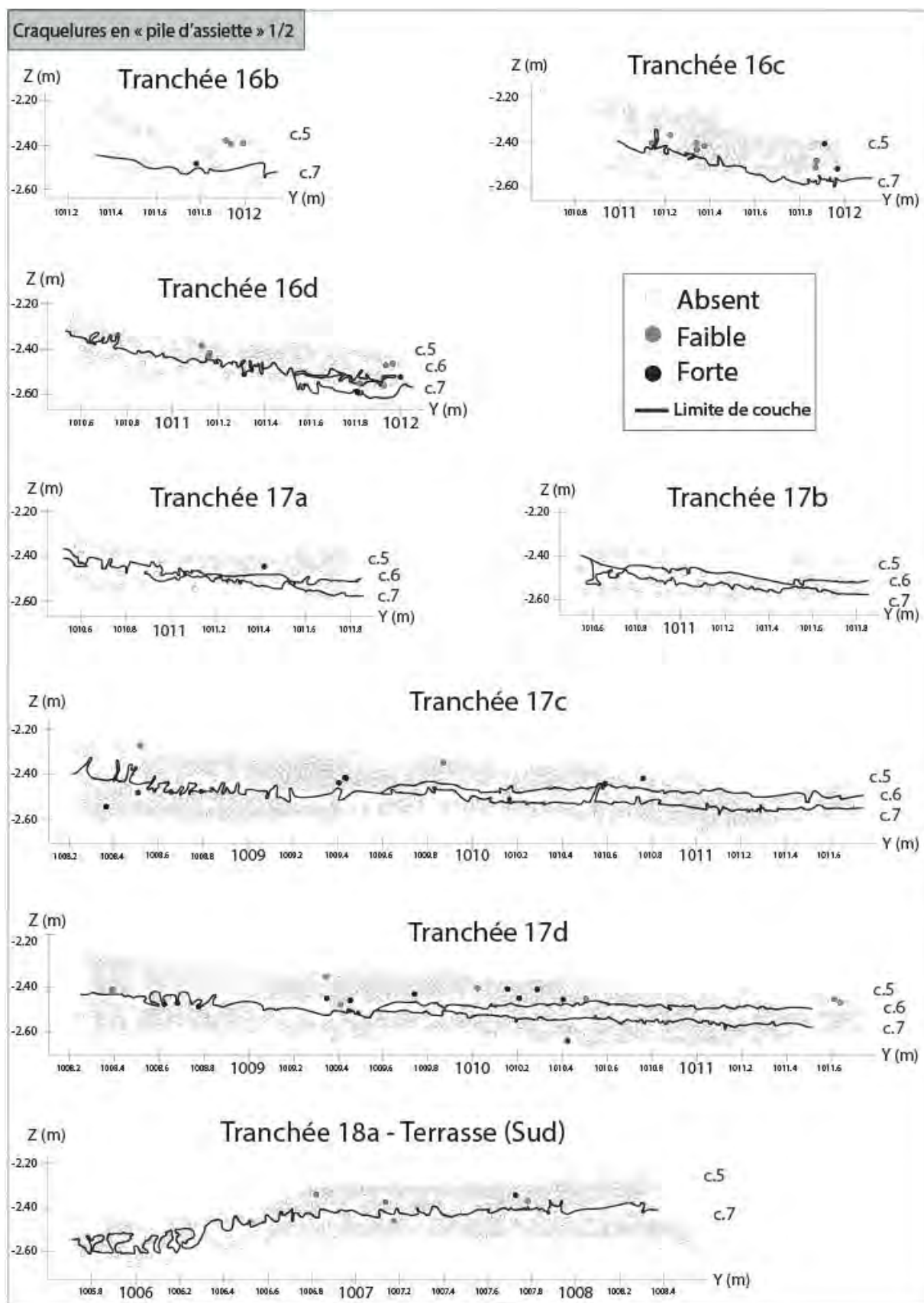
*Annexe III.8 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés
par les traces d'exfoliation pour les niveaux 5 à 7.*



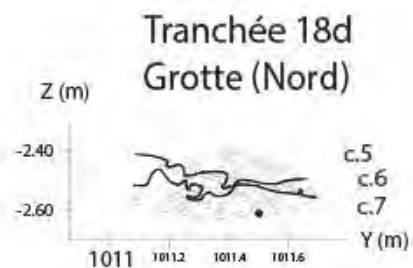
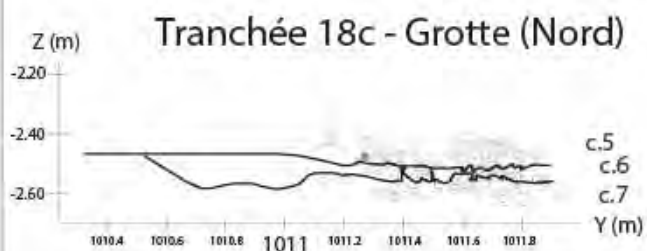
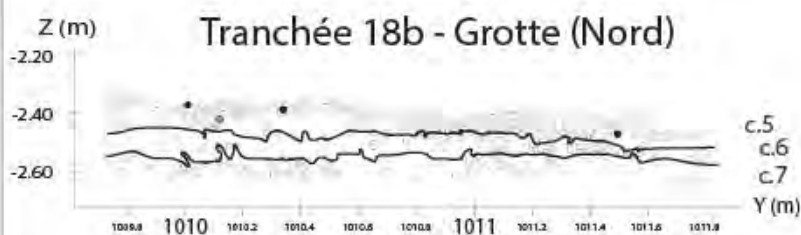
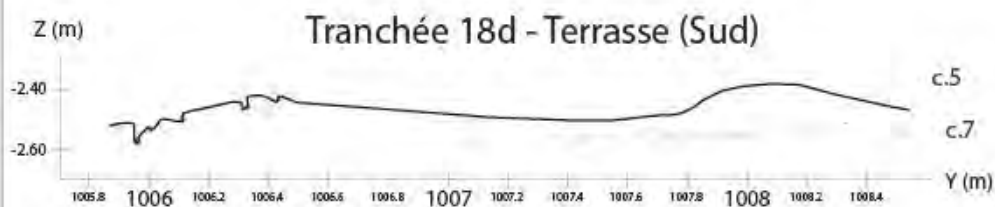
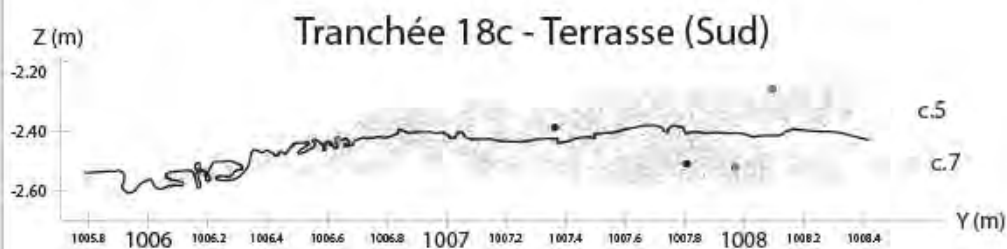
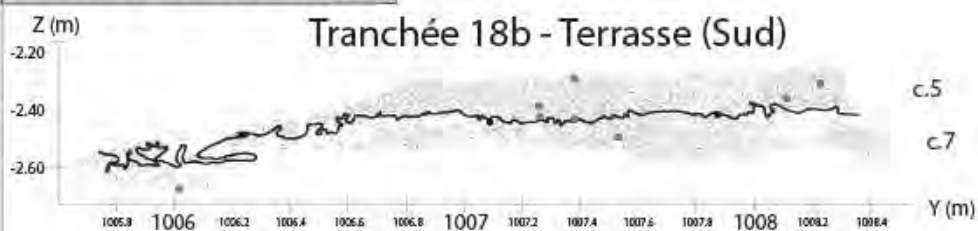
Exfoliation 2/2



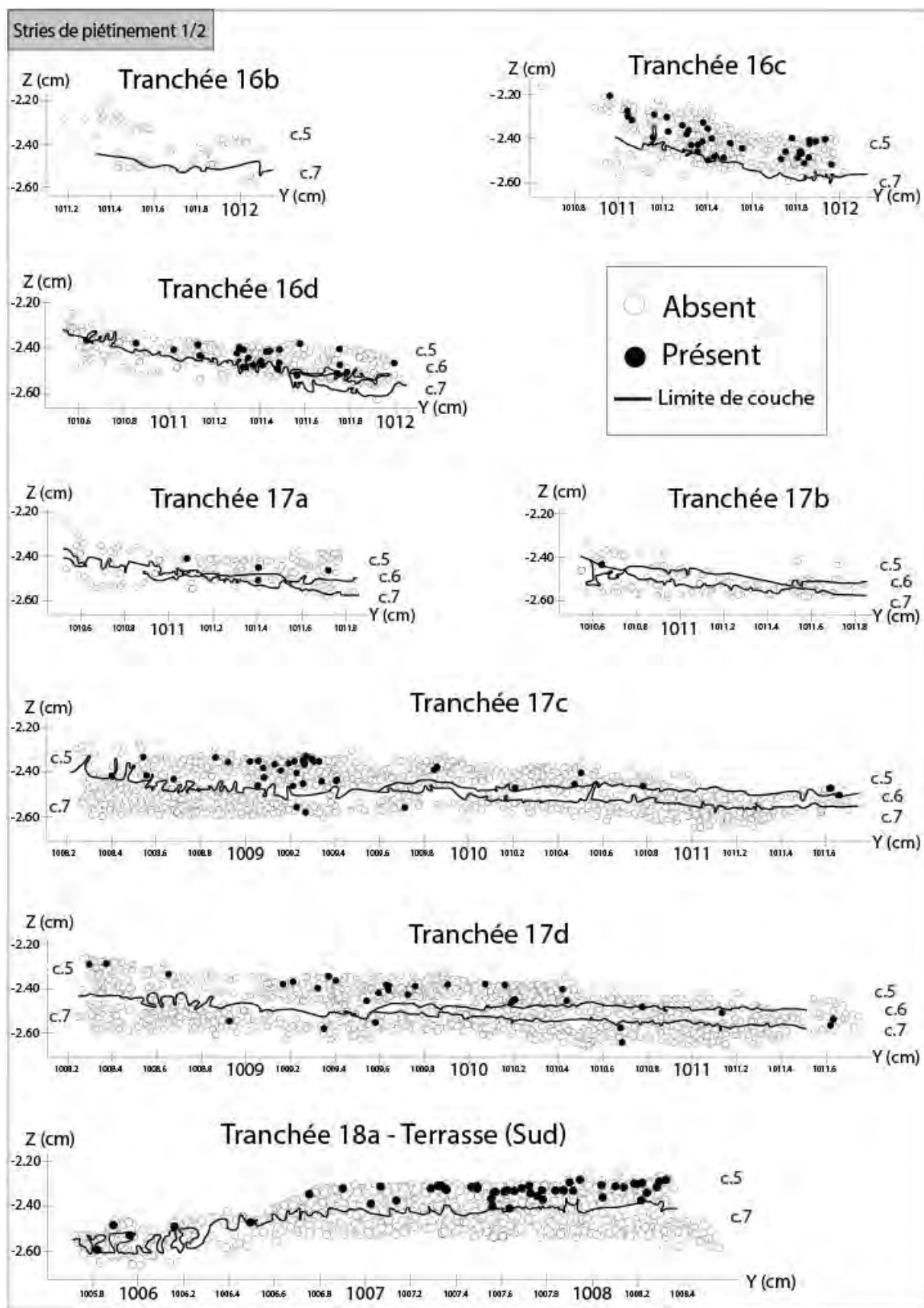
Annexe III.9 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés par les craquelures en « pile d'assiettes » pour les niveaux 5 à 7.



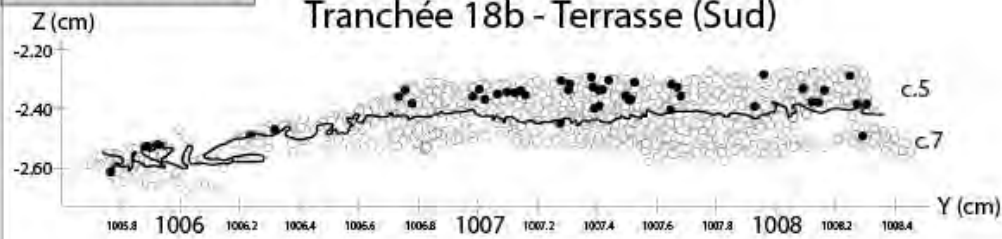
Craquelures en « pile d'assiette » 2/2



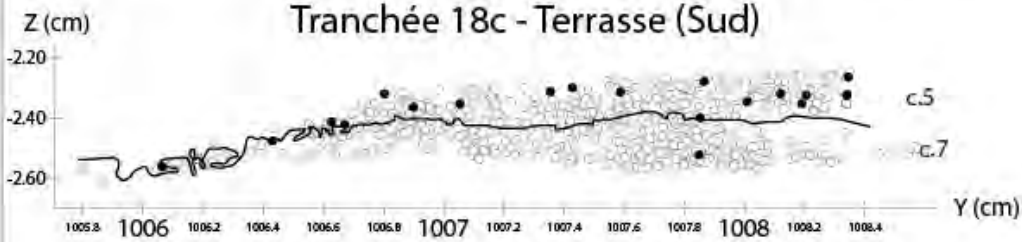
*Annexe III.10 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés
par le piétinement pour les niveaux 5 à 7.*



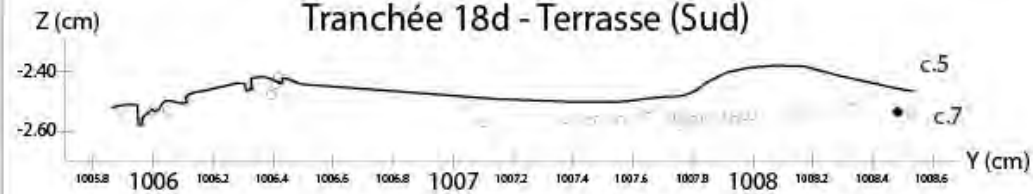
Tranchée 18b - Terrasse (Sud)



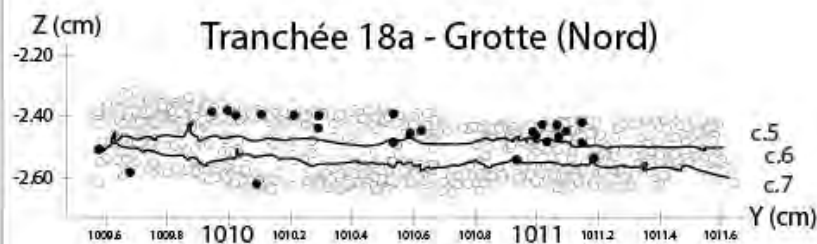
Tranchée 18c - Terrasse (Sud)



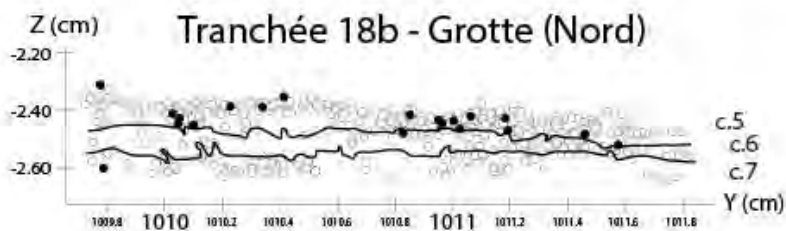
Tranchée 18d - Terrasse (Sud)



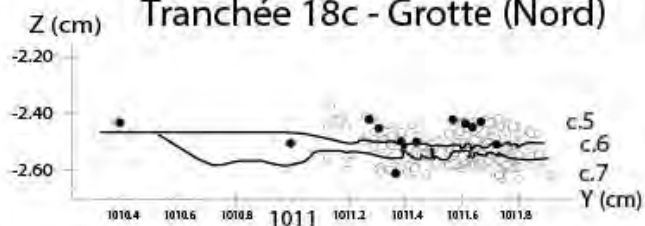
Tranchée 18a - Grotte (Nord)



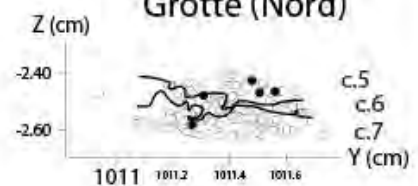
Tranchée 18b - Grotte (Nord)



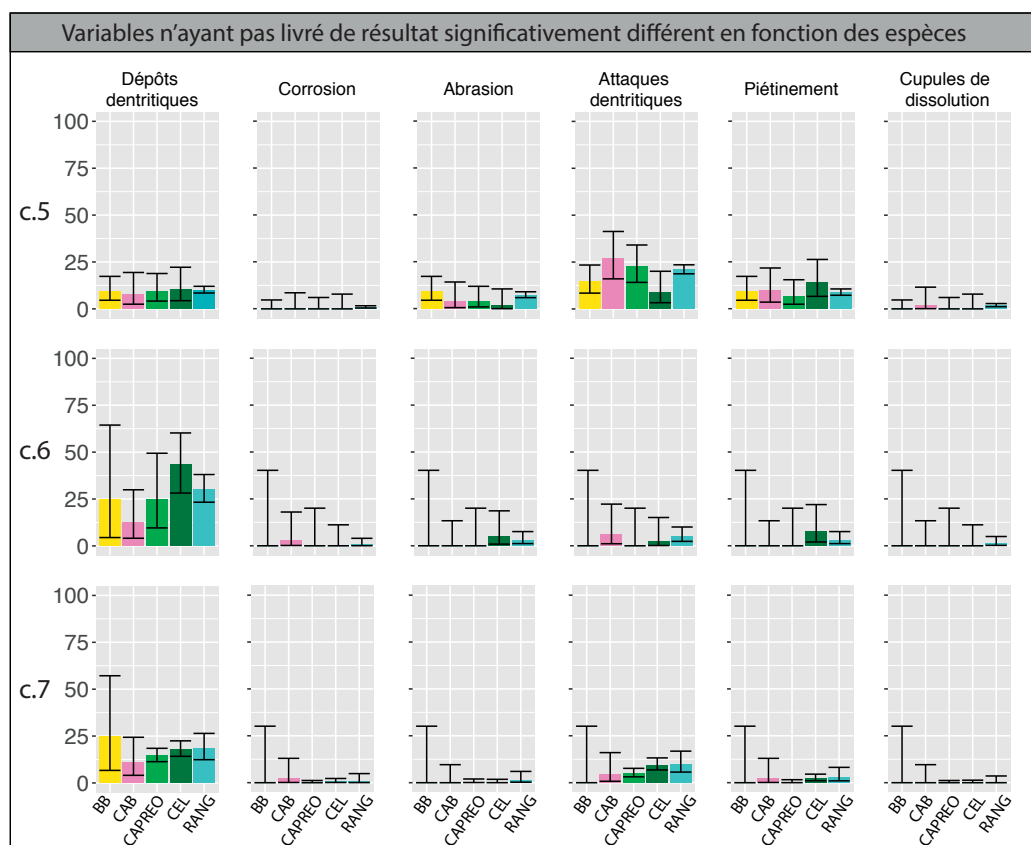
Tranchée 18c - Grotte (Nord)



Tranchée 18d Grotte (Nord)



Annexe III.11 : Histogrammes en série représentant le pourcentage de fragments par espèces concerné par les différentes altérations osseuses, pour chaque couche. Seuls les résultats n'ayant livré aucune différence statistiquement significative sont présentés ici.



Annexe III.12 : Résumé des résultats pour l'AFC confrontant les variables « Taxon » et « Couleur » pour la couche 5 et contribution respective des modalités dans la construction des axes. beigeC = beige clair ; brunF = brun foncé ; BB = Bovinés ; CAB = Équidés ; CAPREO = Chevreuil ; CEL = Cerf ; RANG = Renne.

Call:

```
"res.CA<-CA(data,quali.sup=c(1),graph=FALSE)"
```

The chi square of independence between the two variables is equal to 114.0774 (p-value = 7.496583e-17).

Eigenvalues

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Variance	0.104	0.022	0.004	0.001
% of var.	79.422	16.836	3.109	0.633
Cumulative % of var.	79.422	96.258	99.367	100.000

Rows

	Iner*1000	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr	cos2
1	14.072	0.078	0.433	0.032	-0.405	54.618	0.859	-0.144	37.576	0.109
2	3.122	-0.165	1.176	0.393	-0.135	3.704	0.262	0.095	9.855	0.129
3	58.742	1.049	51.013	0.906	0.316	21.768	0.082	-0.113	15.094	0.010
4	42.303	0.818	36.179	0.893	-0.229	13.352	0.070	0.164	37.265	0.036
5	13.186	-0.123	11.199	0.887	0.043	6.558	0.110	0.003	0.209	0.001

Columns

	Iner*1000	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr	cos2
beige	13.441	-0.110	6.219	0.483	-0.112	30.173	0.497	0.021	5.774	0.018
beigeC	13.533	-0.331	7.599	0.586	0.244	19.460	0.318	0.114	23.011	0.069
brun	39.324	0.453	36.488	0.969	-0.030	0.778	0.004	-0.069	21.442	0.022
brunF	49.717	1.543	44.683	0.938	0.291	7.504	0.033	0.258	31.809	0.026
orangé	15.409	-0.166	5.010	0.339	0.222	42.085	0.604	-0.062	17.964	0.048

Supplementary categorical variables

	Dim.1	cos2	v.test	Dim.2	cos2	v.test	Dim.3	cos2	v.test
_.BB	0.078	0.032	0.650	-0.405	0.859	-3.363	-0.144	0.109	-1.199
_.CAB	-0.165	0.393	-1.056	-0.135	0.262	-0.863	0.095	0.129	0.605
_.CAPREO	1.049	0.906	6.965	0.316	0.082	2.095	-0.113	0.010	-0.750
_.CEL	0.818	0.893	5.891	-0.229	0.070	-1.648	0.164	0.036	1.183
_.RANG	-0.123	0.887	-6.734	0.043	0.110	2.373	0.003	0.001	0.182

Annexe III.13 : Résumé des résultats pour l'AFC confrontant les variables « Taxon » et « Couleur » pour la couche 7 et contribution respective des modalités dans la construction des axes. beigeC = beige clair ; brunF = brun foncé ; BB = Bovinés ; CAB = Équidés ; CAPREO = Chevreuil ; CEL = Cerf ; RANG = Renne.

Call:

```
"res.CA<-CA(data,quali.sup=c(1),graph=FALSE)"
```

The chi square of independence between the two variables is equal to 344.4614 (p-value = 1.477109e-63).

Eigenvalues

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Variance	0.430	0.007	0.005	0.000
% of var.	97.310	1.638	1.045	0.007
Cumulative % of var.	97.310	98.948	99.993	100.000

Rows

	Iner*1000	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr	cos2
1	3.211	0.168	0.084	0.112	0.362	23.223	0.523	-0.300	25.053	0.360
2	56.380	1.041	11.957	0.911	0.261	44.792	0.057	0.192	38.041	0.031
3	50.930	-0.352	11.458	0.967	-0.048	12.842	0.018	0.044	16.401	0.015
4	33.520	-0.283	7.519	0.964	0.034	6.268	0.014	-0.043	16.211	0.022
5	297.576	1.463	68.983	0.996	-0.082	12.875	0.003	-0.038	4.294	0.001

Columns

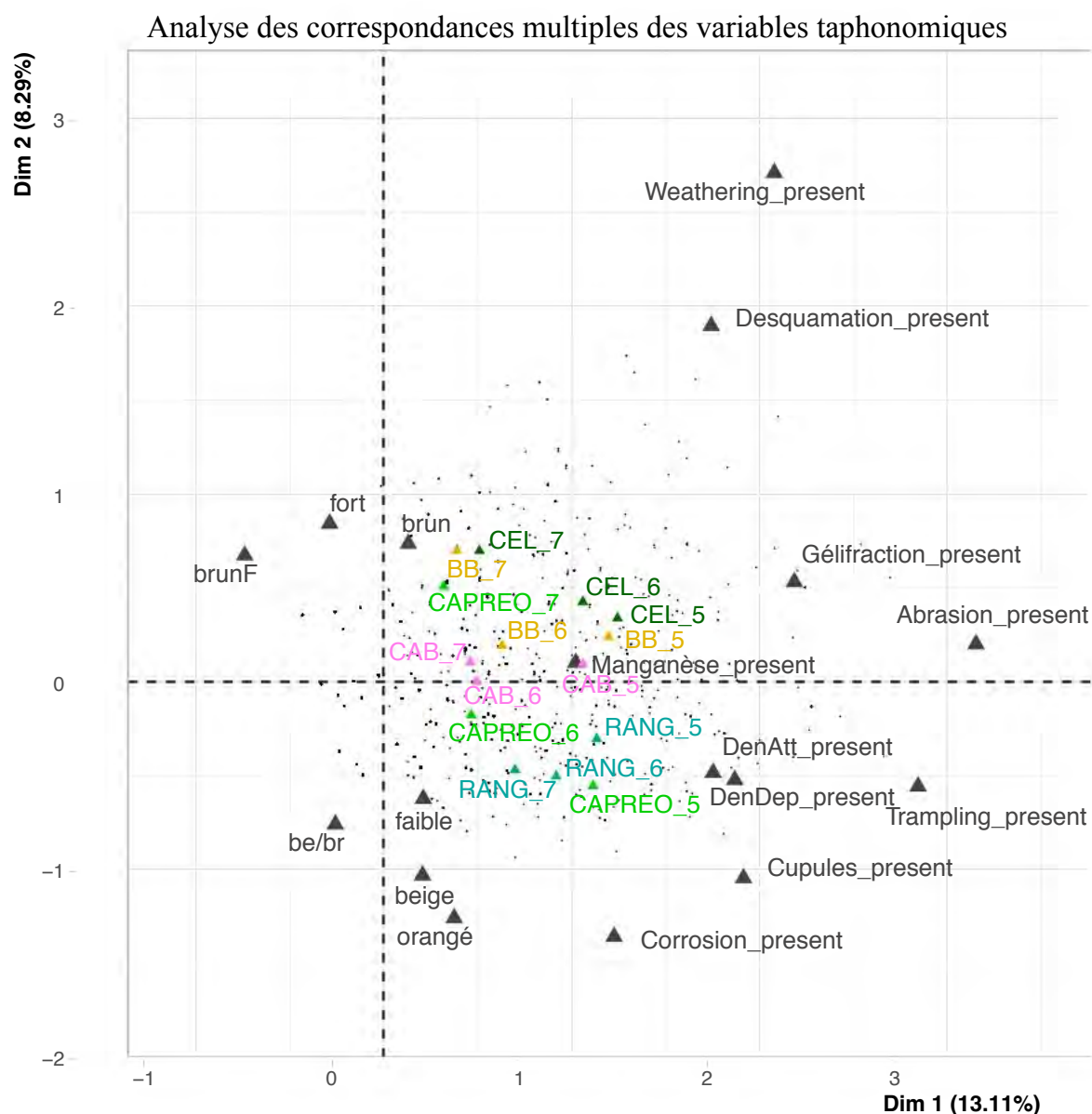
	Iner*1000	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr	cos2
beige	281.077	1.291	65.165	0.996	-0.071	11.657	0.003	-0.034	4.190	0.001
beigeC	22.462	2.071	5.118	0.979	0.045	0.144	0.000	0.290	9.362	0.019
brun	61.768	-0.320	14.084	0.980	0.025	4.995	0.006	-0.039	19.109	0.014
brunF	39.402	-0.441	8.256	0.900	-0.100	25.038	0.046	0.108	45.725	0.054
orangé	36.908	0.758	7.377	0.859	0.276	58.166	0.114	0.135	21.614	0.027

Supplementary categorical variables

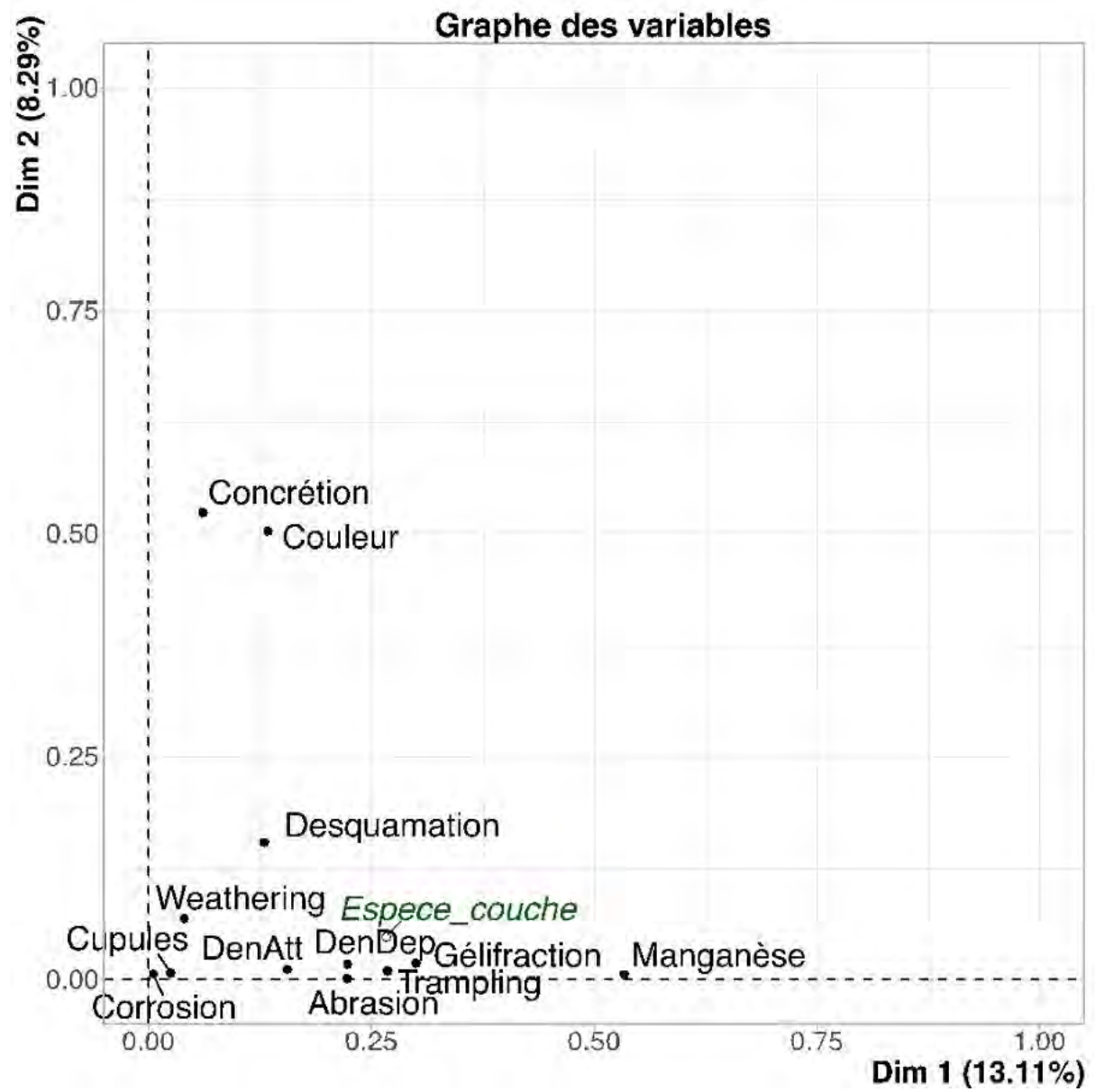
	Dim.1	cos2	v.test	Dim.2	cos2	v.test	Dim.3	cos2	v.test
_.BB	0.168	0.112	0.533	0.362	0.523	1.151	-0.300	0.360	-0.955
_.CAB	1.041	0.911	6.482	0.261	0.057	1.628	0.192	0.031	1.198
_.CAPREO	-0.352	0.967	-7.978	-0.048	0.018	-1.096	0.044	0.015	0.989
_.CEL	-0.283	0.964	-6.498	0.034	0.014	0.770	-0.043	0.022	-0.989
_.RANG	1.463	0.996	16.372	-0.082	0.003	-0.918	-0.038	0.001	-0.423

Annexe III.14 : Analyse des Correspondances Multiples croisant l'intégralité des variables taphonomiques. La variable « taxon_couche » a été intégrée en qualité de variable supplémentaire et n'influe pas sur la construction du graphique.

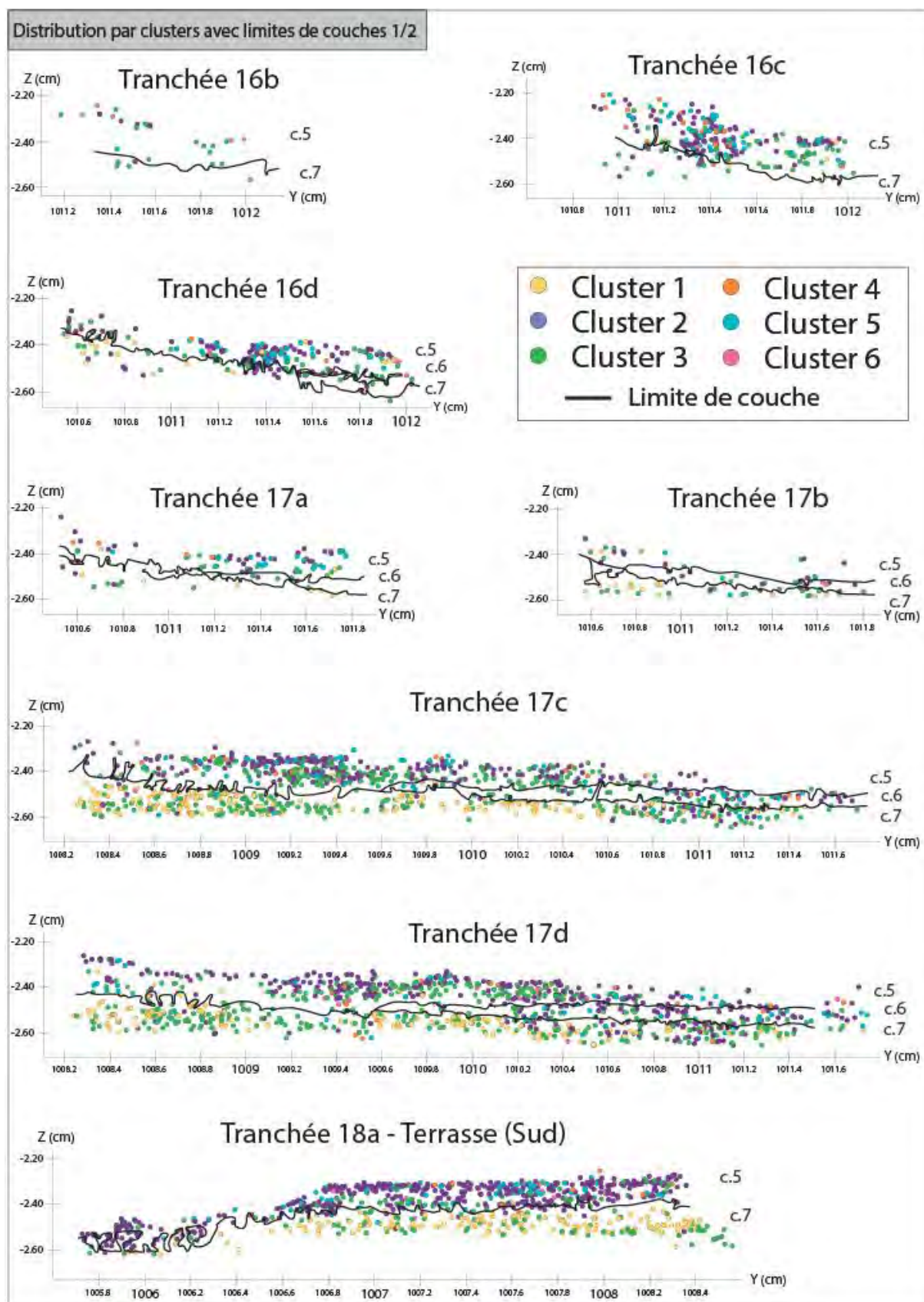
Graphique de l'ACM :



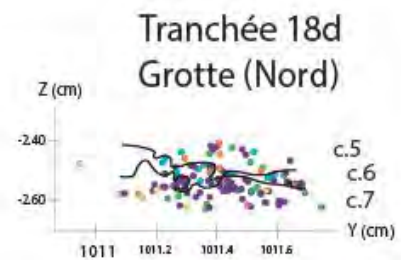
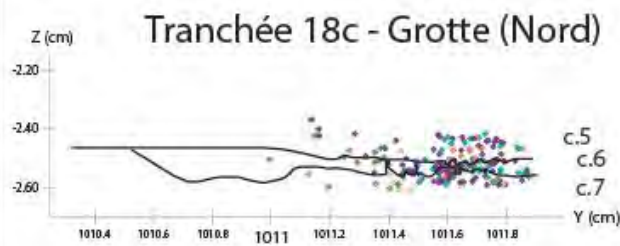
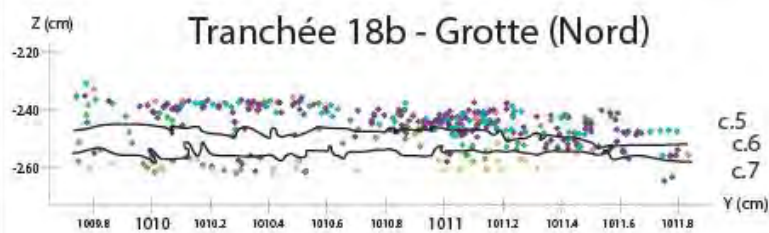
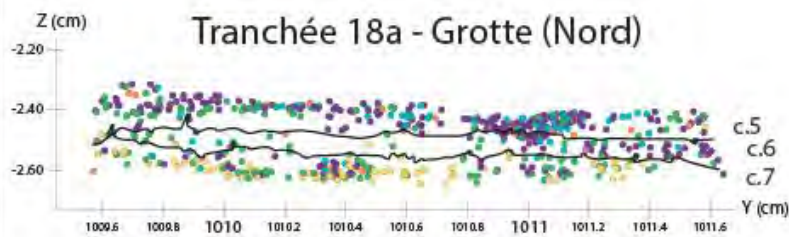
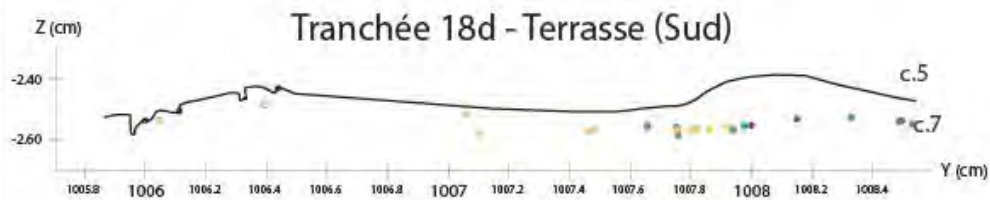
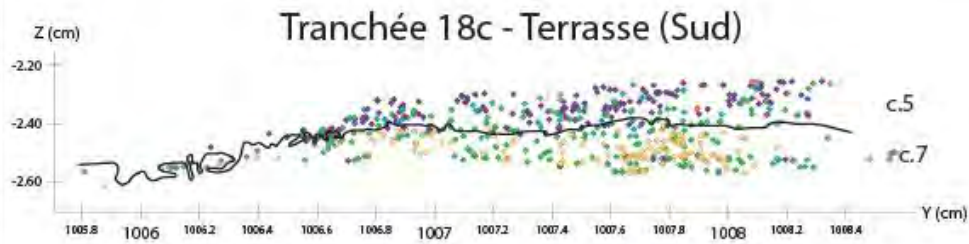
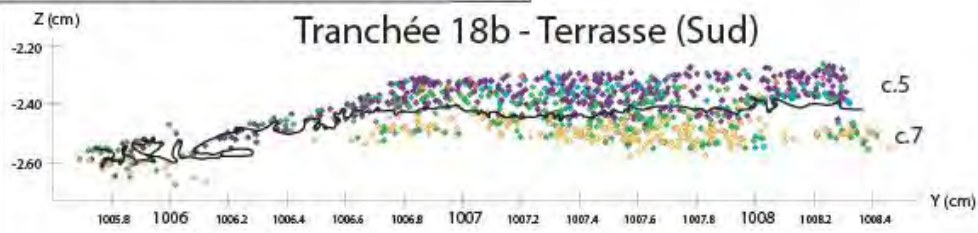
Graphique des variables :



Annexe III.15 : Projections en coupes sagittales des six clusters taphonomiques retenus par la classification ascendante hiérarchique (fig. III.20).



Distribution par clusters avec limite de couches 2/2



Annexe III.16 : Valeurs des modalités obtenues lors de la classification ascendante hiérarchique (fig III.20) représentant leur poids respectif dans la construction de chacun des clusters.

\$'1'						
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test	
Couleur=brunF	97.497766	100.00000	17.0190114	0.000000e+00	Inf	
Manganese=Manganese_absent	21.351292	88.63428	68.8821293	5.976860e-62	16.609217	
Concretion=fort	25.864843	58.93676	37.8098859	2.952480e-54	15.510354	
Gelifraction=Gelifraction_absent	17.543013	100.00000	94.5855513	1.210577e-29	11.307075	
Weathering=Weathering_absent	16.738263	100.00000	99.1330798	3.071785e-05	4.168078	
Weathering=Weathering_present	0.000000	0.00000	0.8669202	3.071785e-05	-4.168078	
Couleur=beige	0.000000	0.00000	2.8593156	8.912237e-16	-8.040981	
Gelifraction=Gelifraction_present	0.000000	0.00000	5.4144487	1.210577e-29	-11.307075	
Concretion=faible	10.956224	41.06324	62.1901141	2.952480e-54	-15.510354	
Couleur=orange	0.000000	0.00000	10.7224335	8.035774e-60	-16.312557	
Manganese=Manganese_present	6.060606	11.36572	31.1178707	5.976860e-62	-16.609217	
Couleur=brun	0.000000	0.00000	26.5095057	5.202939e-163	-27.208142	
Couleur=be/br	0.000000	0.00000	42.8897338	4.150432e-301	-37.089488	
\$'2'						
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test	
Couleur=be/br	94.60993	85.92593	42.8897338	0.000000e+00	Inf	
Concretion=faible	57.81365	76.13527	62.1901141	4.407626e-110	22.292106	
Gelifraction=Gelifraction_absent	49.92764	100.00000	94.5855513	1.754236e-103	21.601091	
Manganese=Manganese_absent	55.26606	80.61192	68.8821293	4.166925e-86	19.666614	
Weathering=Weathering_absent	47.63731	100.00000	99.1330798	1.212275e-16	8.281898	
Weathering=Weathering_present	0.00000	0.00000	0.8669202	1.212275e-16	-8.281898	
Couleur=beige	0.00000	0.00000	2.8593156	5.611313e-54	-15.469069	
Manganese=Manganese_present	29.42326	19.38808	31.1178707	4.166925e-86	-19.666614	
Gelifraction=Gelifraction_present	0.00000	0.00000	5.4144487	1.754236e-103	-21.601091	
Couleur=brun	25.07172	14.07407	26.5095057	1.559274e-107	-22.027811	
Concretion=fort	29.80692	23.86473	37.8098859	4.407626e-110	-22.292106	
Couleur=orange	0.00000	0.00000	10.7224335	8.355353e-213	-31.133988	
Couleur=brunF	0.00000	0.00000	17.0190114	0.000000e+00	-Inf	

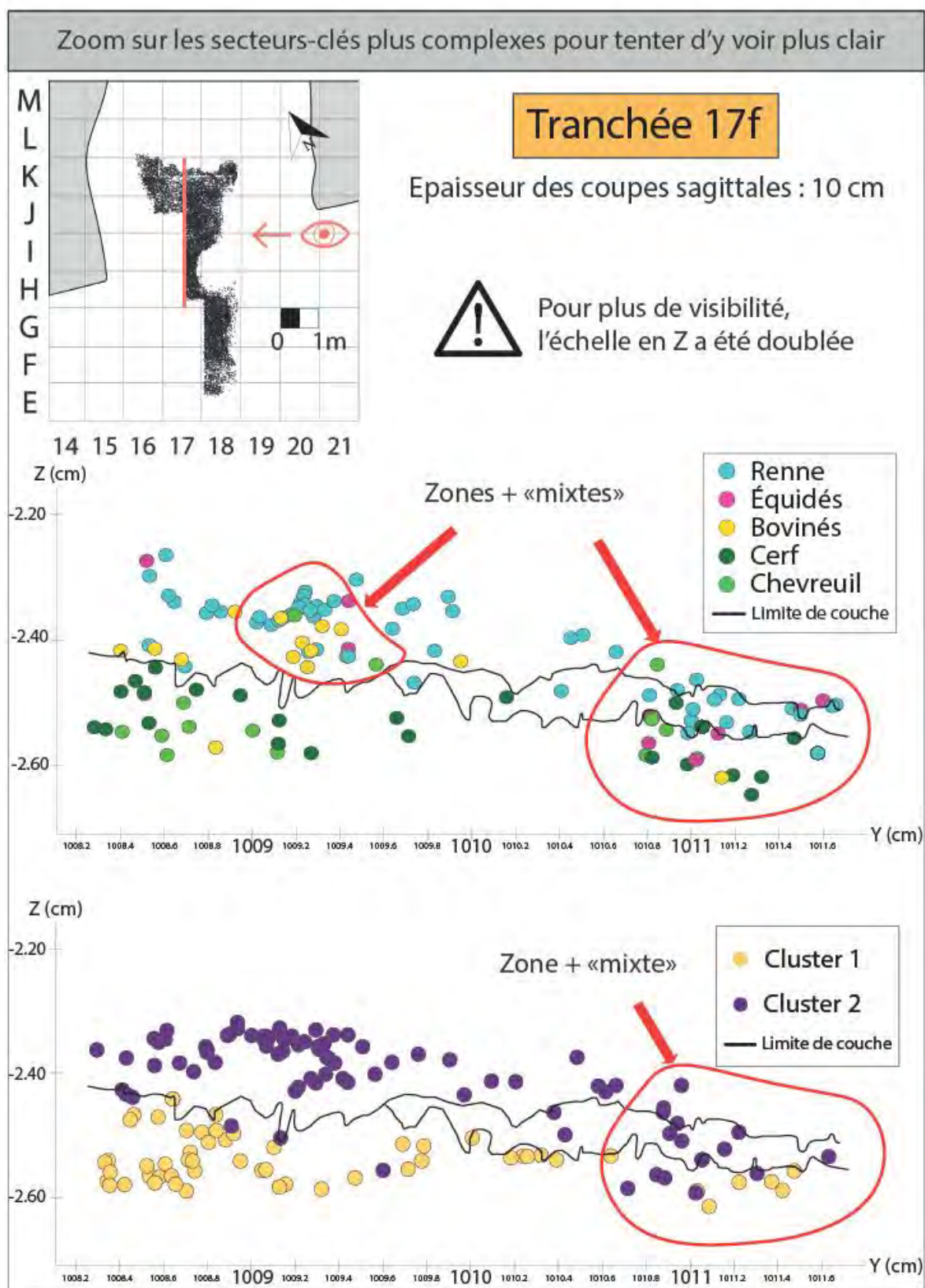
\$'3'					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Couleur=beige	100.000000	100.000000	2.859316	0.000000e+00	Inf
Concretion=faible	3.692834	80.319149	62.190114	5.857543e-08	5.423096
Gelifraction=Gelifraction_present	4.775281	9.042553	5.414449	3.834828e-02	2.071113
Gelifraction=Gelifraction_absent	2.749638	90.957447	94.585551	3.834828e-02	-2.071113
Concretion=fort	1.488335	19.680851	37.809886	5.857543e-08	-5.423096
Couleur=orange	0.000000	0.000000	10.722433	3.955834e-10	-6.255761
Couleur=brunF	0.000000	0.000000	17.019011	3.347613e-16	-8.160095
Couleur=brun	0.000000	0.000000	26.509506	2.648466e-26	-10.611018
Couleur=be/br	0.000000	0.000000	42.889734	2.326979e-47	-14.455128

\$'4'					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Couleur=brun	73.321859	88.997214	26.5095057	0.000000e+00	Inf
Manganese=Manganese_present	42.961877	61.211699	31.1178707	1.631072e-160	26.996352
Gelifraction=Gelifraction_present	79.213483	19.637883	5.4144487	5.147154e-126	23.878307
Concretion=fort	36.886565	63.857939	37.8098859	2.221693e-114	22.730816
Weathering=Weathering_absent	22.031298	100.000000	99.1330798	7.419450e-07	4.950050
Weathering=Weathering_present	0.000000	0.000000	0.8669202	7.419450e-07	-4.950050
Couleur=beige	0.000000	0.000000	2.8593156	3.541045e-21	-9.445384
Couleur=orange	0.000000	0.000000	10.7224335	3.644143e-81	-19.080832
Couleur=brunF	1.429848	1.114206	17.0190114	1.572236e-105	-21.817806
Concretion=faible	12.692590	36.142061	62.1901141	2.221693e-114	-22.730816
Gelifraction=Gelifraction_absent	18.556038	80.362117	94.5855513	5.147154e-126	-23.878307
Manganese=Manganese_absent	12.298521	38.788301	68.8821293	1.631072e-160	-26.996352
Couleur=be/br	5.035461	9.888579	42.8897338	3.901127e-206	-30.637304

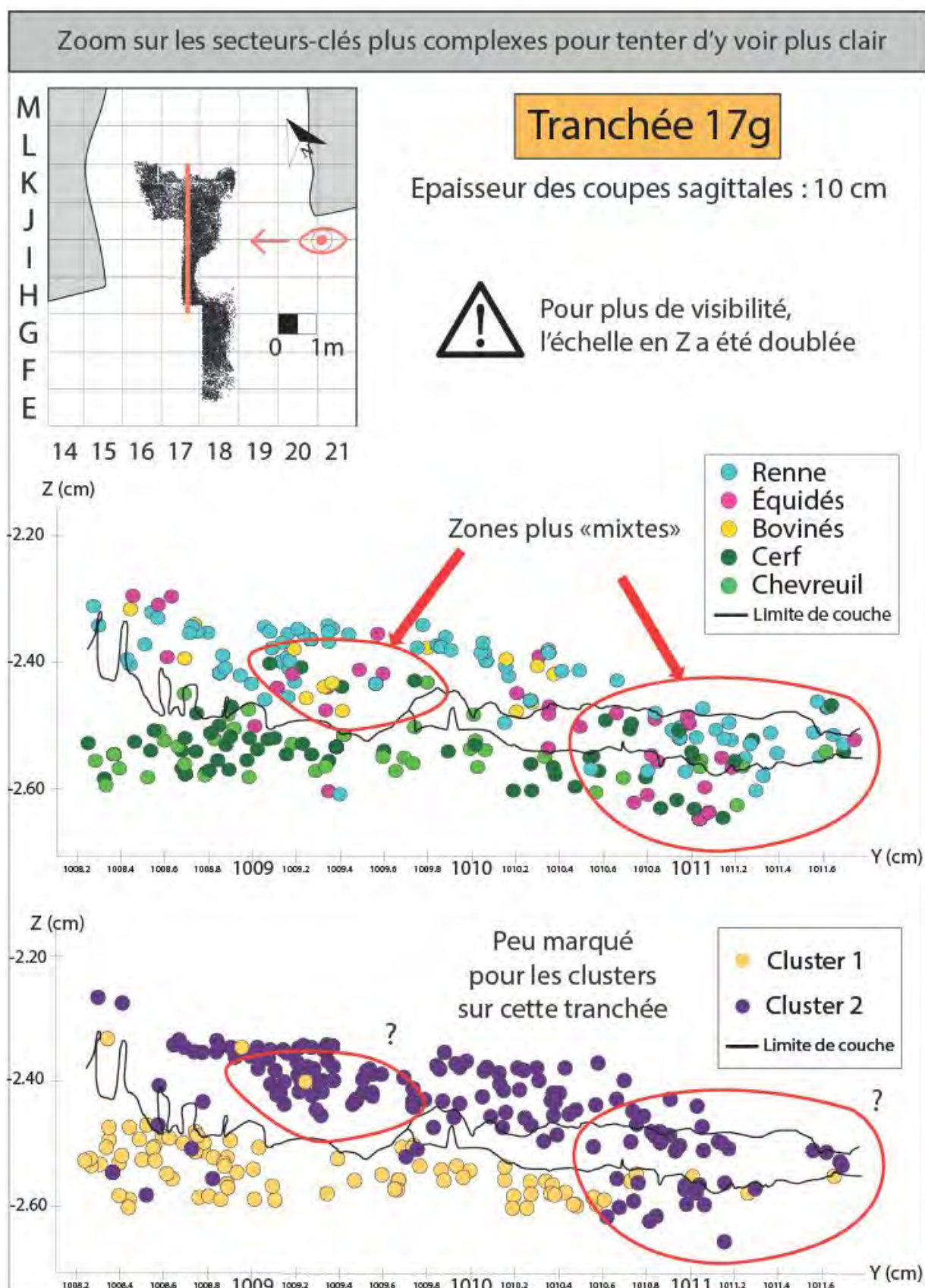
\$'5'					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Couleur=orange	99.007092	100.000000	10.7224335	0.000000e+00	Inf
Concretion=faible	14.111030	82.66476	62.1901141	2.381415e-35	12.407441
Manganese=Manganese_present	15.640274	45.84527	31.1178707	5.917154e-18	8.634138
Weathering=Weathering_absent	10.708806	100.000000	99.1330798	1.618897e-03	3.152480
Weathering=Weathering_present	0.000000	0.000000	0.8669202	1.618897e-03	-3.152480
Couleur=beige	0.000000	0.000000	2.8593156	4.967384e-10	-6.220132
Manganese=Manganese_absent	8.346213	54.15473	68.8821293	5.917154e-18	-8.634138
Concretion=fort	4.867257	17.33524	37.8098859	2.381415e-35	-12.407441
Couleur=brunF	0.000000	0.000000	17.0190114	7.409488e-61	-16.457503
Couleur=brun	0.000000	0.000000	26.5095057	1.989164e-100	-21.273708
Couleur=be/br	0.000000	0.000000	42.8897338	6.249571e-184	-28.922363

\$'6'					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Weathering=Weathering_present	100.0000000	100.00000	0.8669202	1.239962e-141	25.337316
Manganese=Manganese_present	2.5415445	91.22807	31.1178707	2.021469e-21	9.503914
Gelifraction=Gelifraction_present	5.3370787	33.33333	5.4144487	5.711237e-11	6.551106
Couleur=brun	1.6064257	49.12281	26.5095057	2.755440e-04	3.637269
Couleur=be/br	0.3546099	17.54386	42.8897338	5.399442e-05	-4.037628
Gelifraction=Gelifraction_absent	0.6110307	66.66667	94.5855513	5.711237e-11	-6.551106
Manganese=Manganese_absent	0.1103996	8.77193	68.8821293	2.021469e-21	-9.503914
Weathering=Weathering_absent	0.0000000	0.000000	99.1330798	1.239962e-141	-25.337316

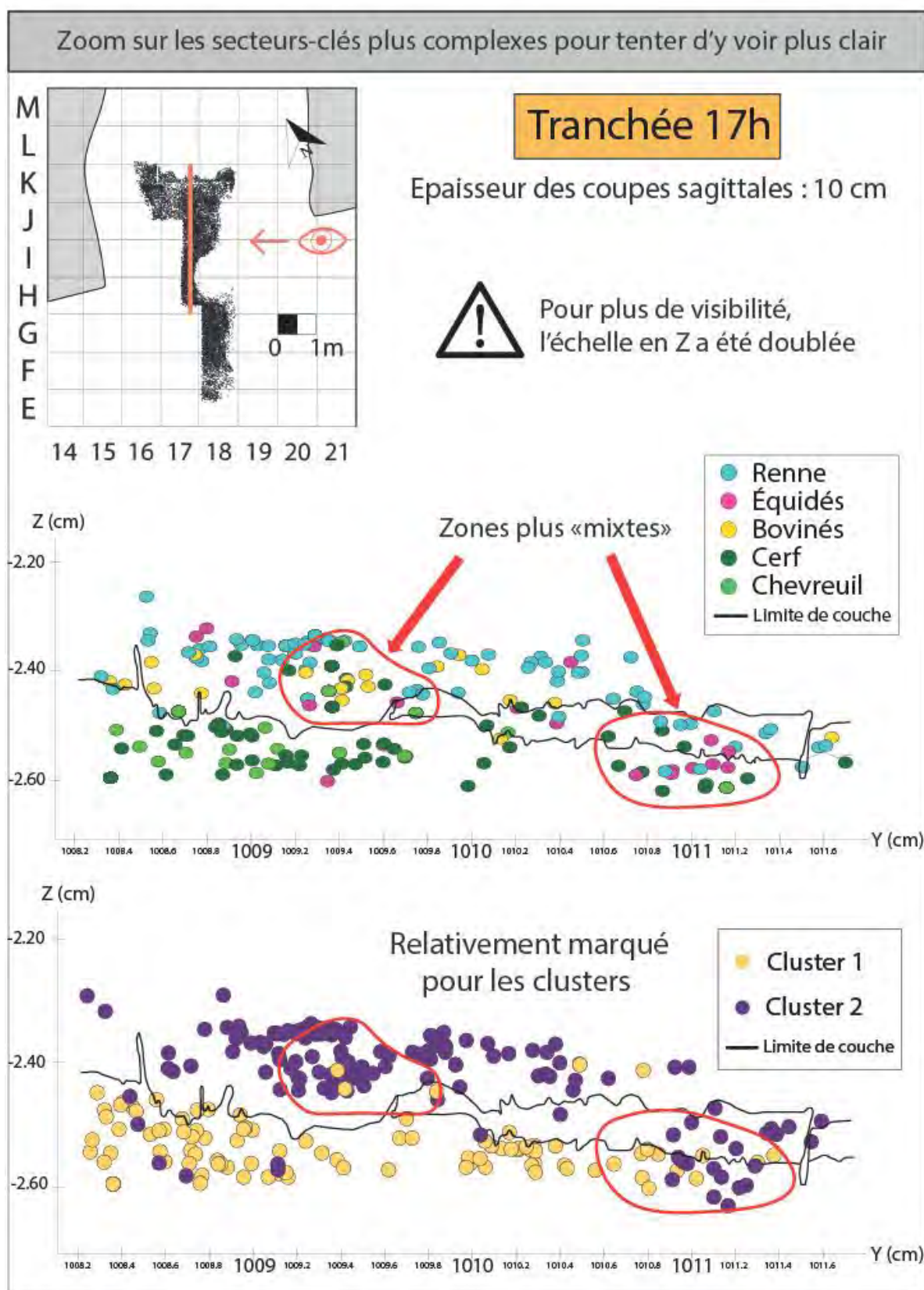
Annexe III.17 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17f - 10 cm d'épaisseur.



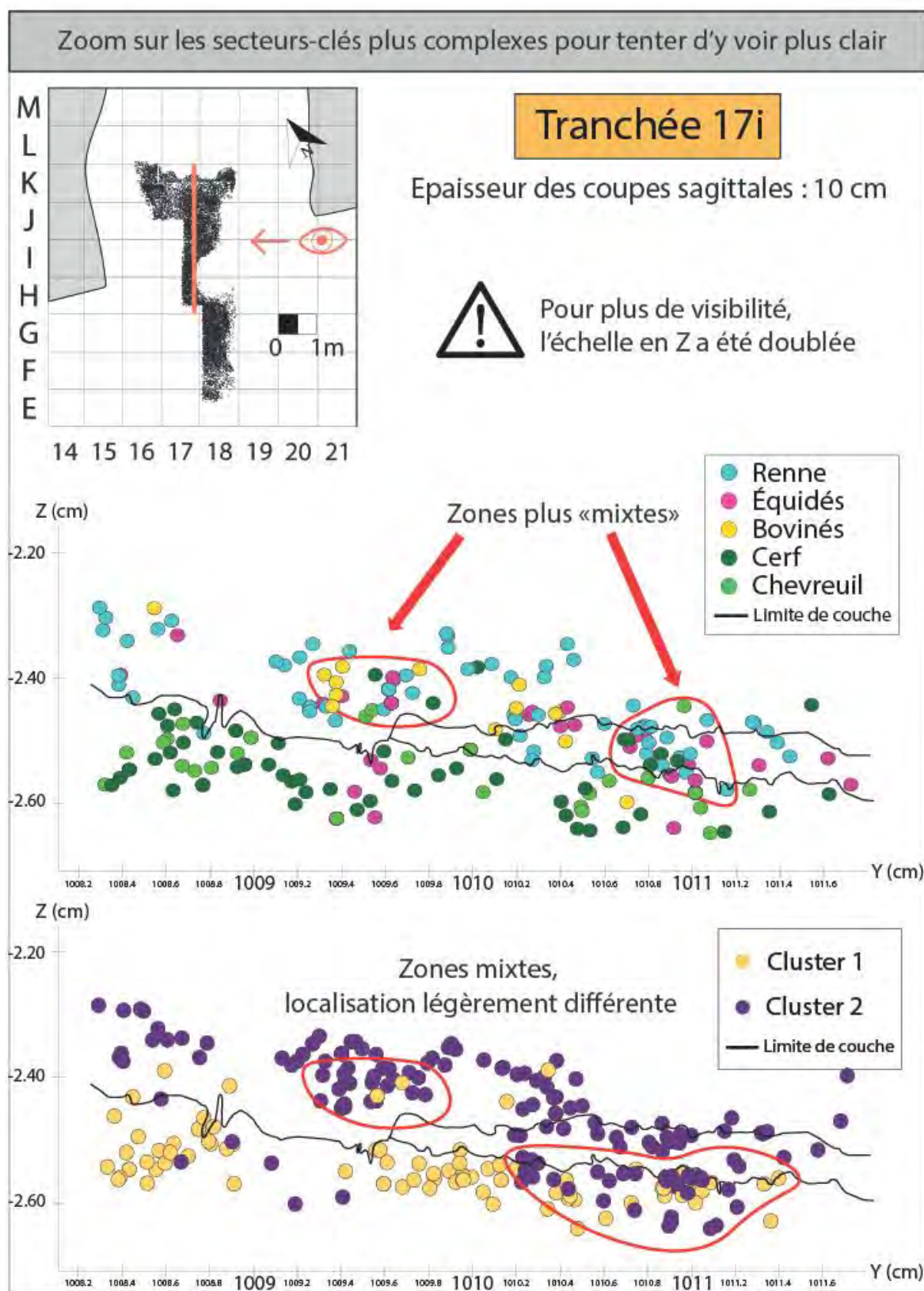
Annexe III.18 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17g - 10 cm d'épaisseur.



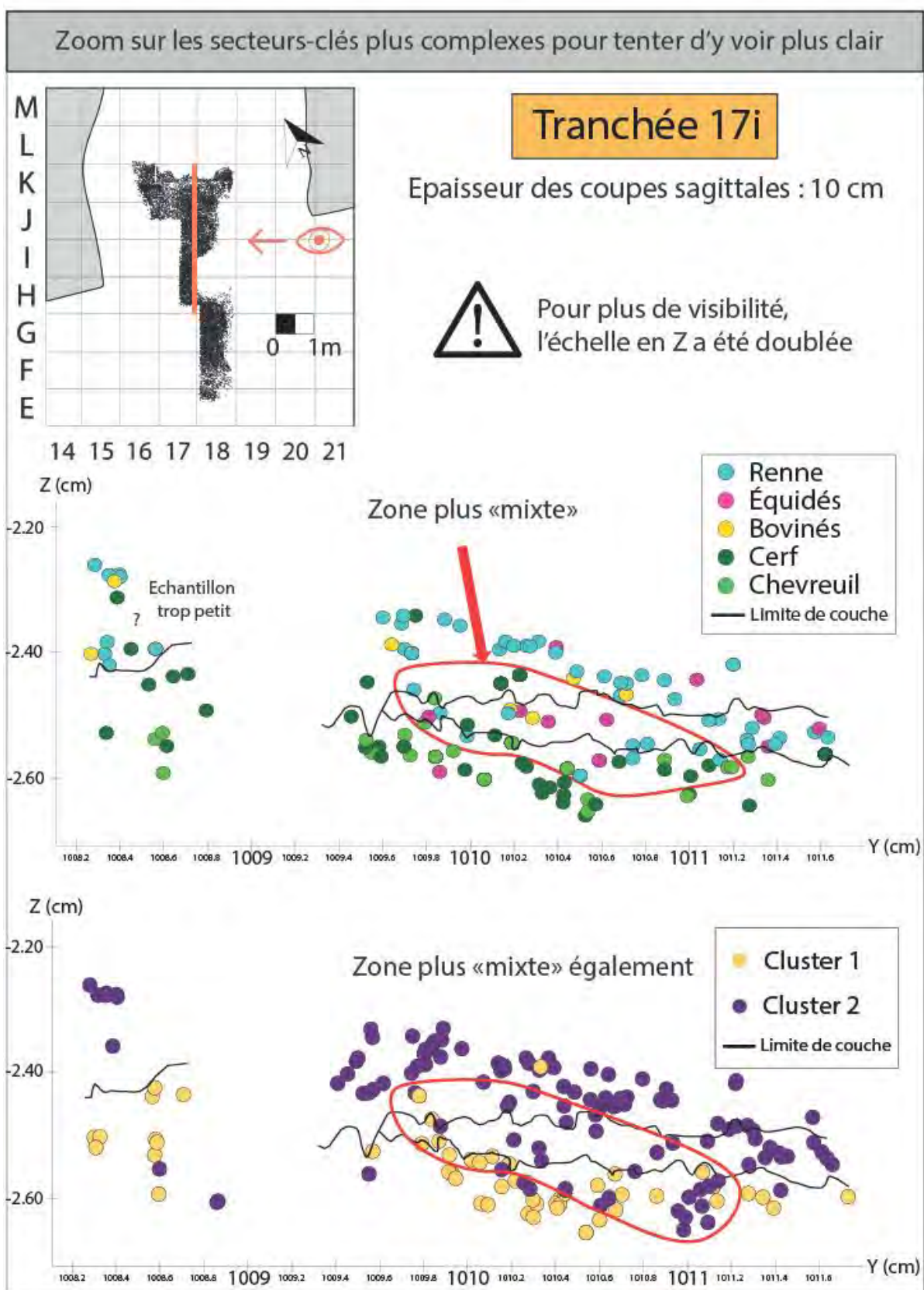
Annexe III.19 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17h - 10 cm d'épaisseur.



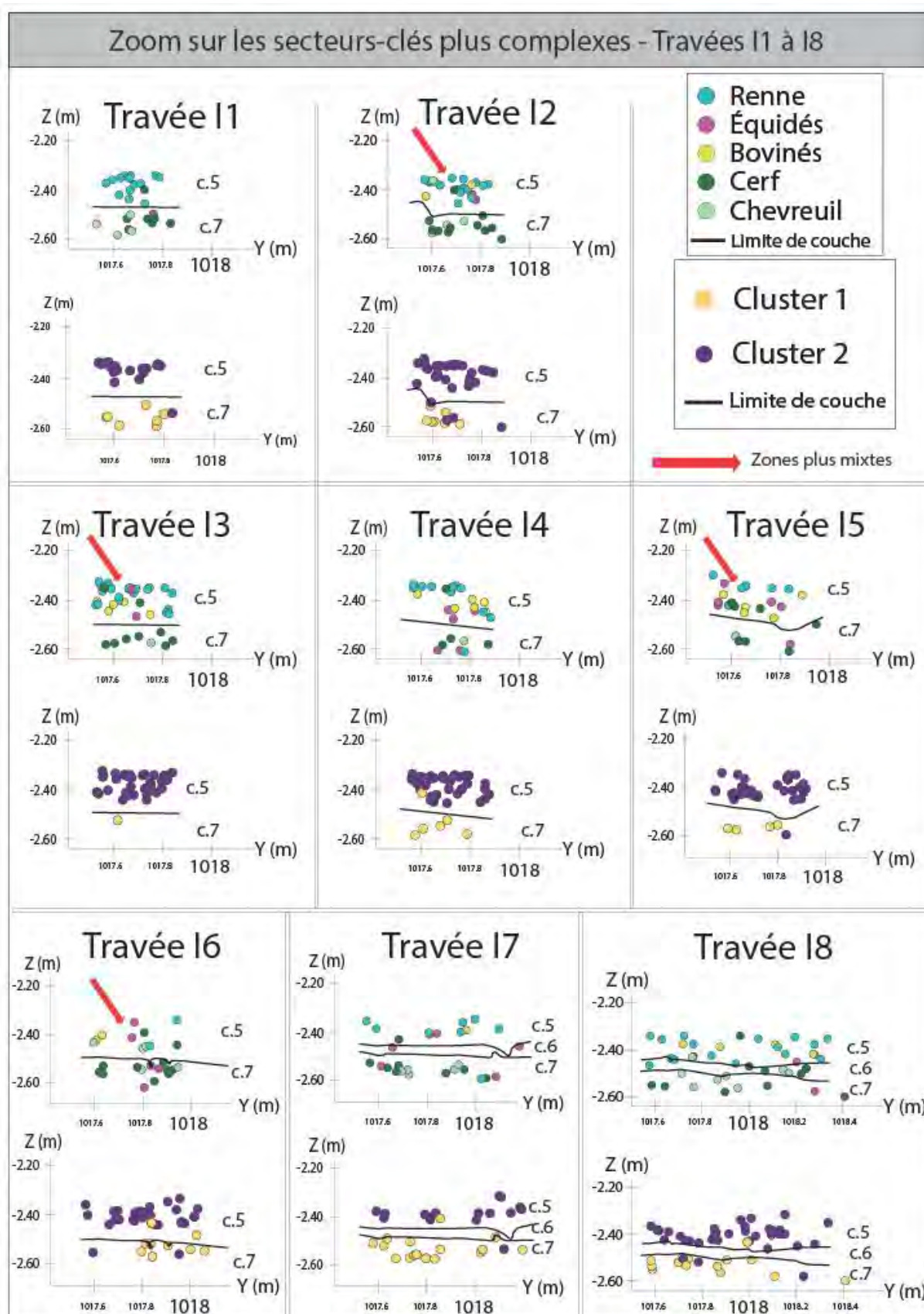
Annexe III.20 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17i - 10 cm d'épaisseur.



Annexe III.21 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17j - 10 cm d'épaisseur.

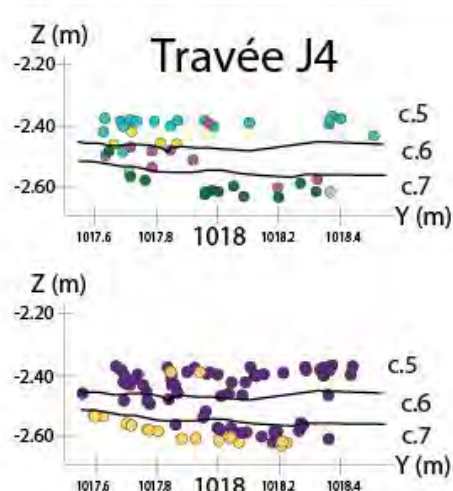
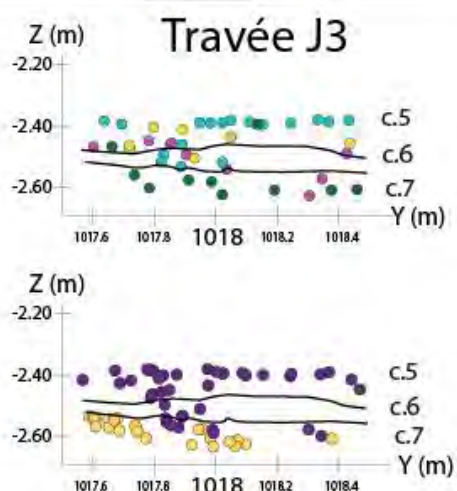
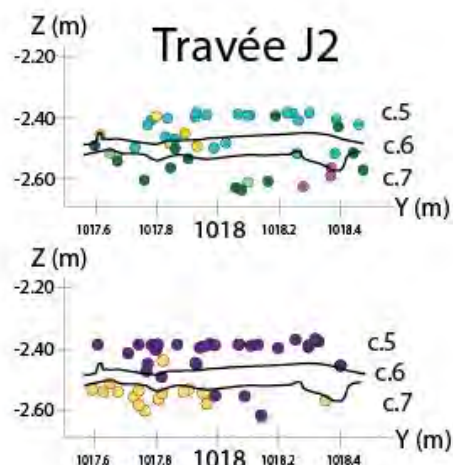
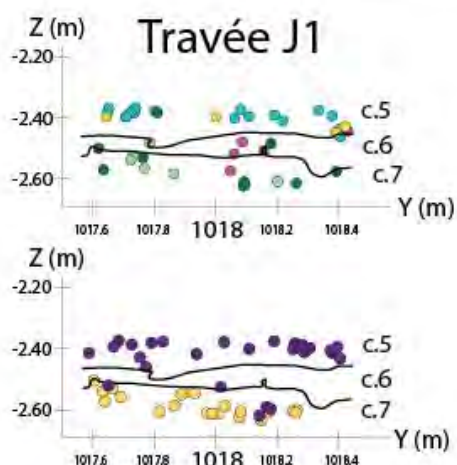
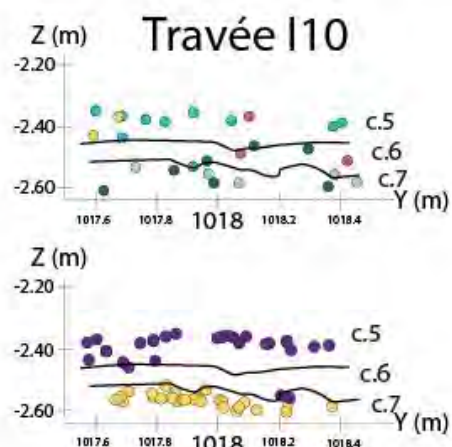
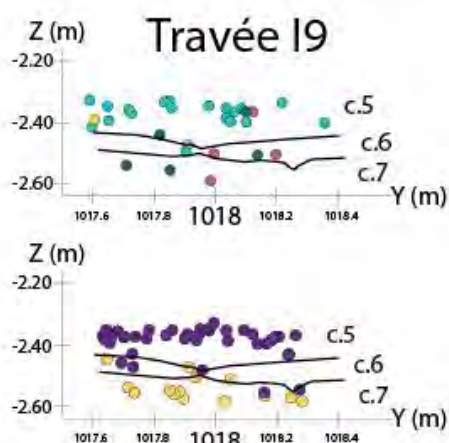


Annexe III.22 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées I1 à I8 - 10 cm d'épaisseur.

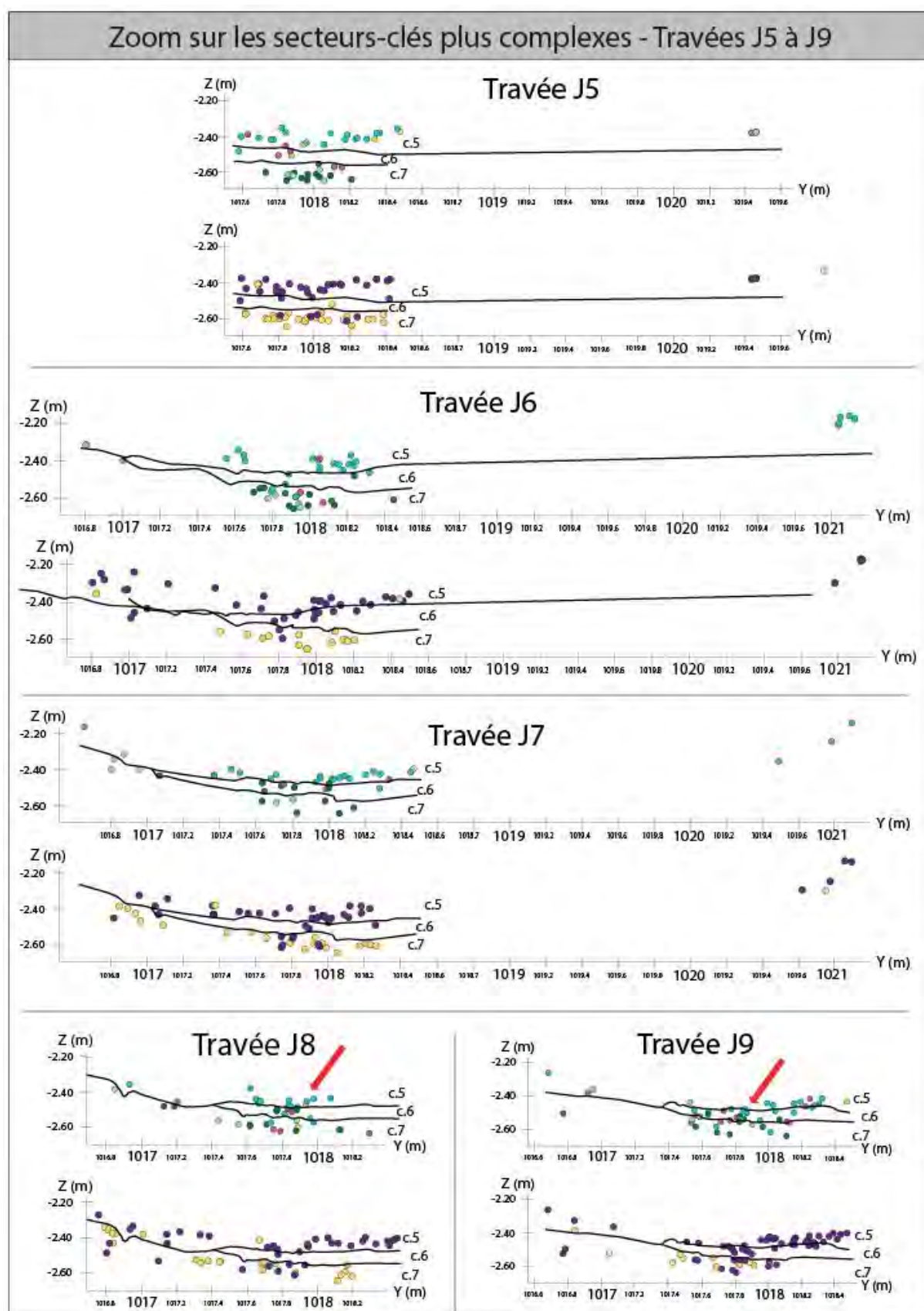


Annexe III.23 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées I9 à J4 - 10 cm d'épaisseur.

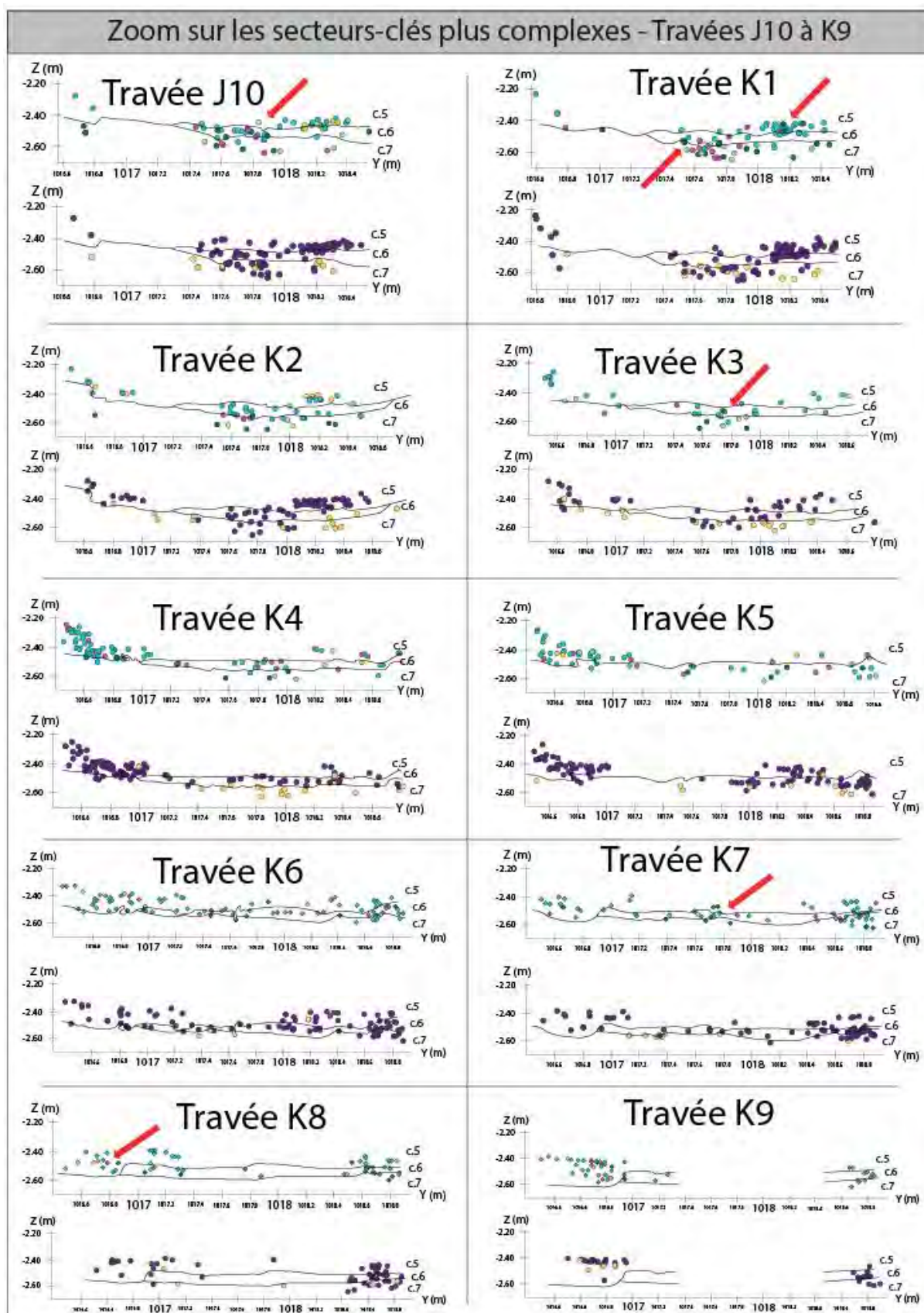
Zoom sur les secteurs-clés plus complexes - Travées I9 à J4



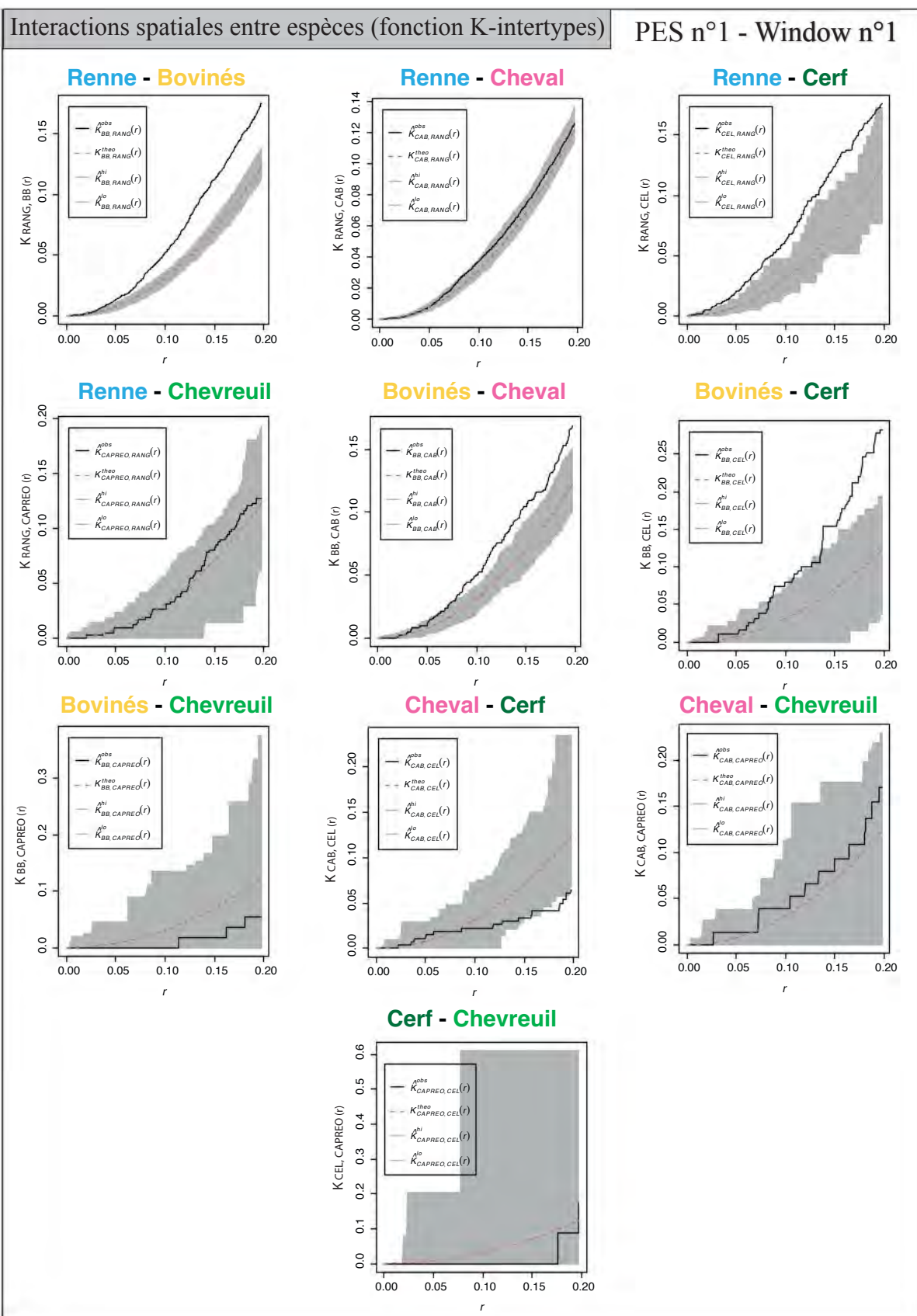
Annexe III.24 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées J5 à J9 - 10 cm d'épaisseur.



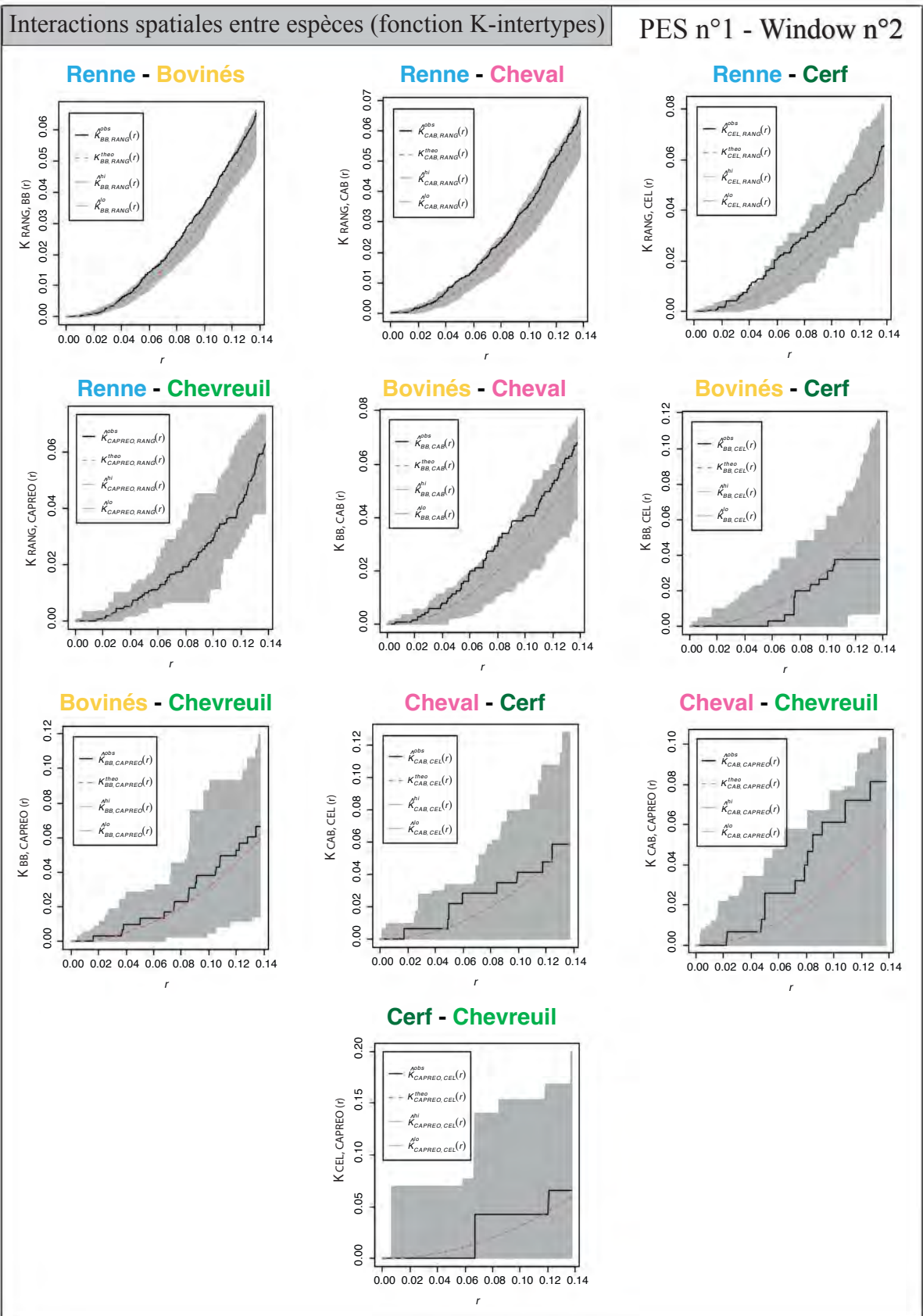
Annexe III.25 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées J10 à K9 - 10 cm d'épaisseur.



Annexe III.26 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la première fenêtre d'observation (w1) de la PES n°1, fonction Kintertypes.



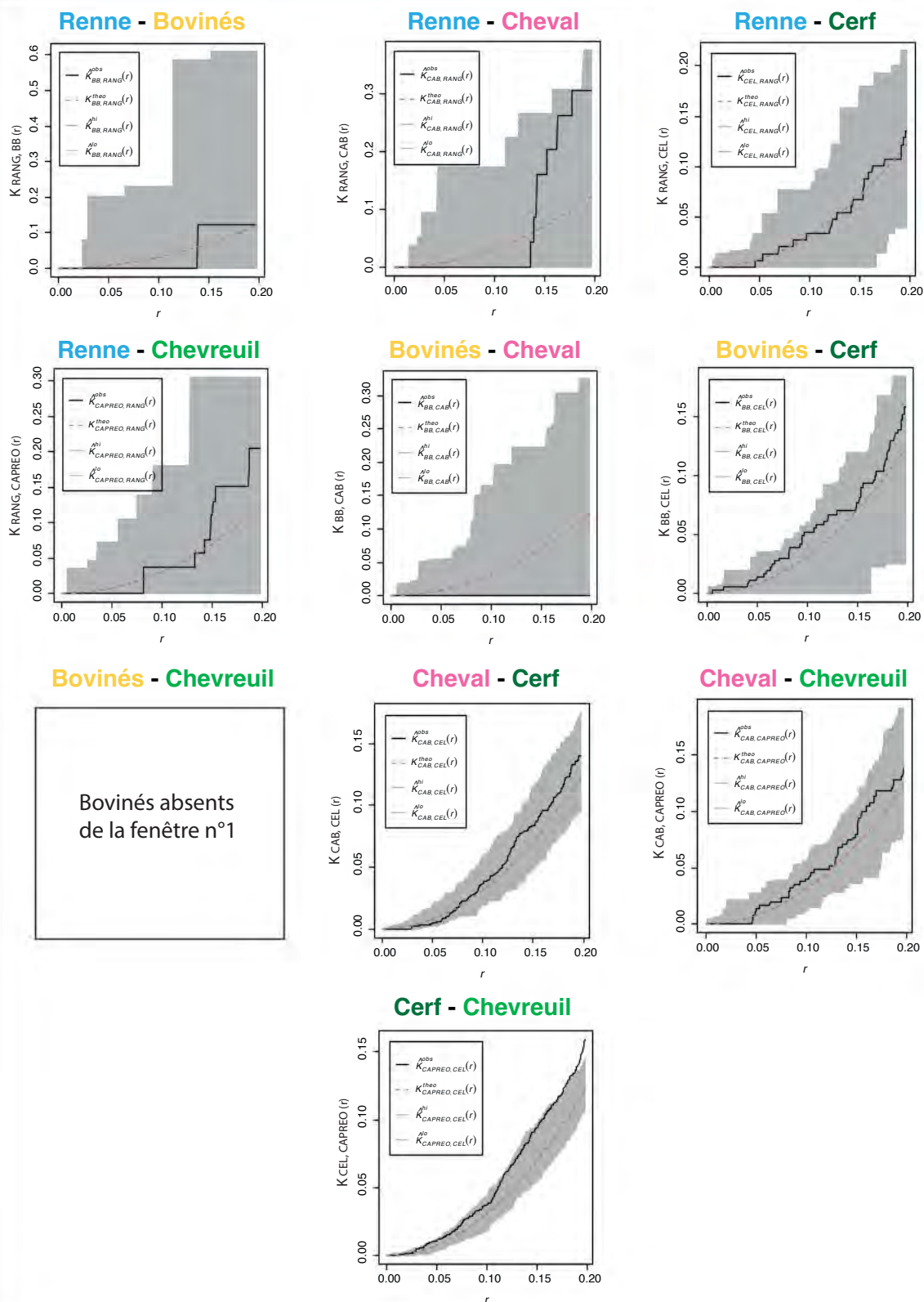
Annexe III.27 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la seconde fenêtre d'observation (w2) de la PES n°1, fonction Kintertypes.



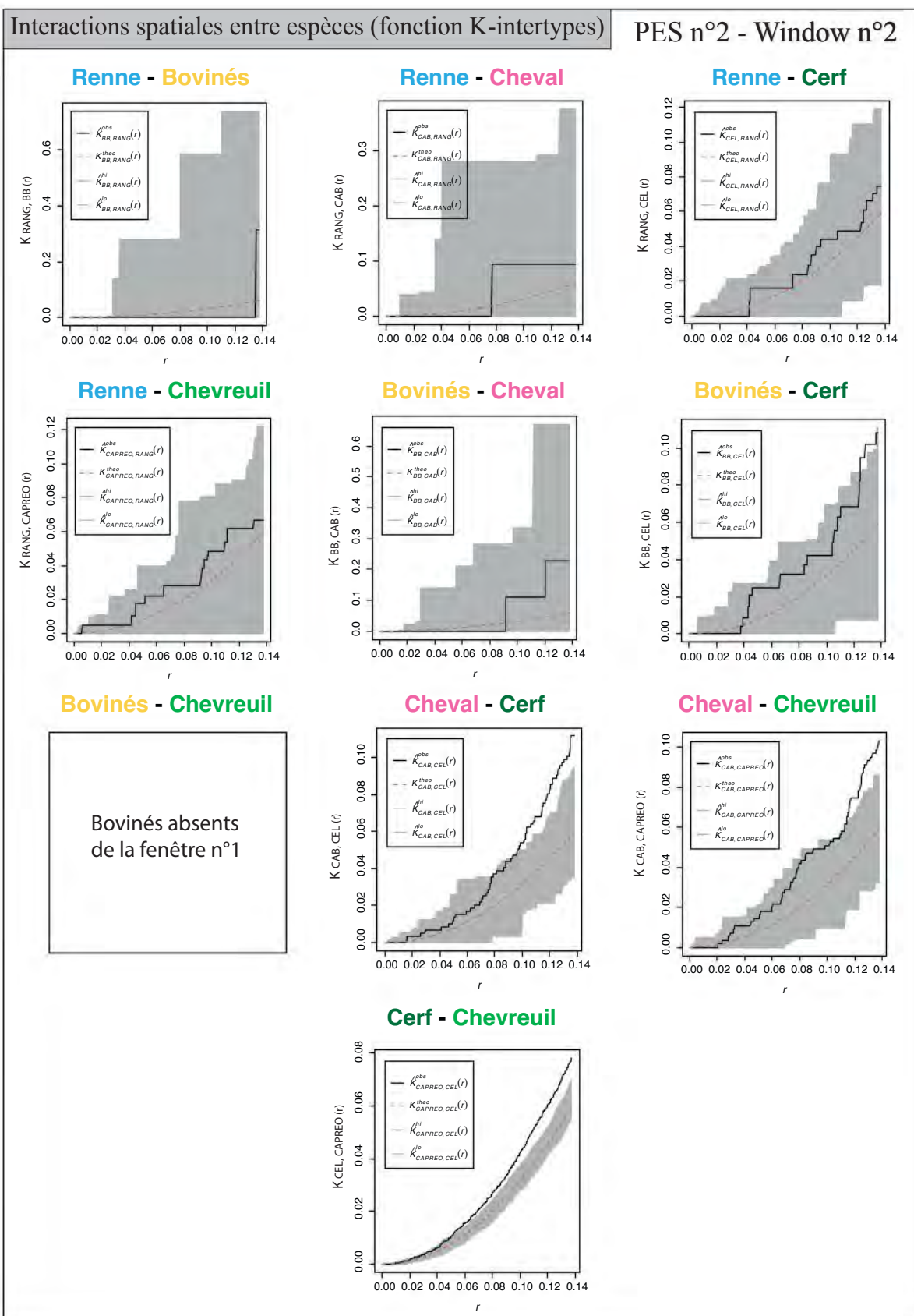
Annexe III.28 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la première fenêtre d'observation (w1) de la PES n°2, fonction Kintertypes.

Interactions spatiales entre espèces (fonction K-intertypes)

PES n°2 - Window n°1



Annexe III.29 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la seconde fenêtre d'observation (w2) de la PES n°2, fonction Kintertypes.



Annexe III.30 : Composition taxinomique des refus de tamis (PES n°1 et n°2) et résultat du test de Fisher. Les tamis surlignés en rouge (p-value < 0.05) sont intégrés à la PES indéterminée. NRD = Nombre de Restes Déterminés.

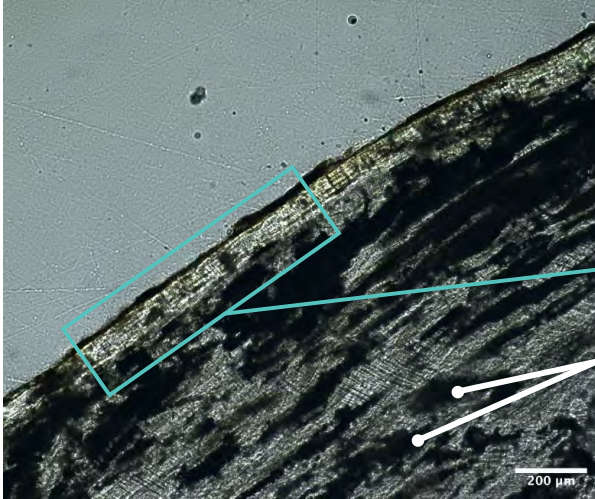
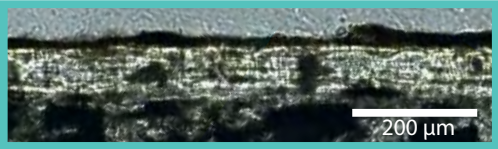
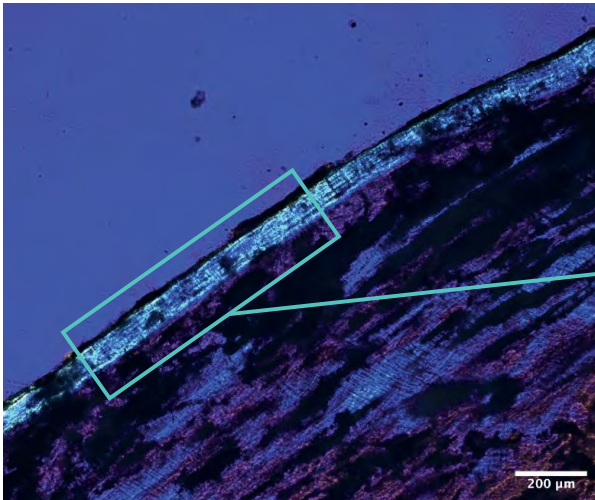
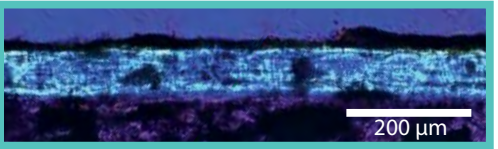
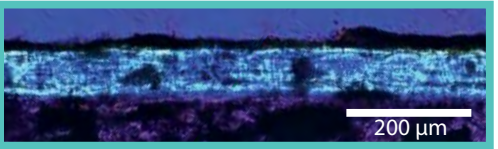
ID Tamis PES 1 (part 1)	NRDrenne	NRDbovinés	NRDéquidés	NRDcerf	NRDchevreuil	Total	p-value (fisher)
Spectre de Référence	565	36	82	19	28	730	-
E18_209	1	0	0	3	1	5	0.0001626
E18_352	2	0	0	0	0	2	1
F18_1100	5	0	0	0	0	5	1
F18_1220	11	0	1	1	0	13	0.612
F18_1241	7	0	0	1	4	12	0.002876
F18_1294	2	0	0	0	2	4	0.04675
F18_1716	4	0	1	4	3	12	2.112e-05
F18_1745	5	0	1	0	0	6	0.7855
F18_1897	4	1	0	0	0	5	0.5221
F18_1968	2	1	0	0	1	4	0.0864
F18_2030	1	1	0	0	0	2	0.2289
F18_2144	3	0	0	0	0	3	1
F18_2349	1	0	0	0	1	2	0.1527
G18_2532	2	0	0	0	0	2	1
G18_2743	3	0	0	0	0	3	1
G18_2940	4	0	0	1	0	5	0.2566
G18_3200	3	0	0	0	0	3	1
G18_3400	0	0	1	0	0	1	0.2271
G18_3522	8	0	0	0	0	8	0.8486
G18_3530	3	2	10	0	0	15	2.475e-06
G18_3646	3	0	0	0	0	3	1
G18_3930	2	1	1	0	3	7	0.001745
G18_3931	4	0	0	1	3	8	0.00451
H17_789	1	0	2	0	0	3	0.1317
H17_798	4	2	2	0	2	10	0.01144
H18_1392	11	1	0	0	1	13	0.4506
H18_1412	6	0	0	1	0	7	0.3462
H18_1416	4	2	2	3	7	18	3.682e-08
H18_1429	2	0	0	11	8	21	< 2.2e-16
H18_1564	5	0	0	1	0	6	0.2806
H18_1724	6	0	0	0	0	6	1
H18_1808	1	0	0	0	0	1	1
H18_1902	9	4	2	1	5	21	0.000144
H18_1942	2	0	1	0	2	5	6.606e-10
H18_1977	1	0	0	1	8	10	6.606e-10
I17_2409	17	0	2	1	0	20	0.7327
I17_2410	24	0	1	0	0	25	0.5199
I17_2420	24	1	3	0	1	29	1
I17_2652	1	0	0	0	0	1	1
I17_2745	8	2	2	2	0	14	0.04382
I17_2871	12	1	1	3	0	17	0.05088
I17_3158	3	3	3	0	0	9	0.004529
I17_3302	7	0	1	0	0	8	1

ID Tamis PES 1 (part 2)	NRDrenne	NRDbovinés	NRDéquidés	NRDcerf	NRDchevreuil	Total	p-value (fisher)
I17_3352	3	0	2	1	2	8	0.009954
I17_4588	0	0	0	3	2	5	1.645e-06
J16_1696	5	1	0	5	0	11	5.454e-05
J17_3853	0	0	0	1	0	1	0.02736
J17_3901	7	1	0	0	1	9	0.3025
J17_4016	4	1	1	2	0	8	0.0267
J17_5172	6	1	1	3	1	12	0.005646
J17_5577	6	0	1	2	3	12	0.003699
J17_8337	4	0	0	0	2	6	0.08104
J18_2758	1	0	0	0	0	1	1
J18_2920	5	1	0	0	0	6	0.5987
J18_4452	1	0	0	0	0	1	1
J18_4488	7	0	0	0	1	8	0.4609
J18_4591	1	0	0	1	0	2	0.0935
J18_4595	3	0	0	2	0	5	0.02769
J18_4860	0	0	2	0	0	2	0.05181
J18_4900	2	0	1	0	1	4	0.1386
J20_10	4	0	2	0	3	9	0.01113
K16_4400	6	0	1	2	0	9	0.08825
K16_4408	4	1	0	1	1	7	0.06434
K16_4524	9	0	1	0	4	14	0.01791
K16_4525	1	0	0	1	0	2	0.0935
K16_4539	3	0	1	0	1	5	0.209
K16_4543	0	0	1	1	0	2	0.01923
K16_4611	6	2	1	0	2	11	0.04471
K16_4692	8	0	1	4	2	15	0.000982
K16_4799	5	1	1	2	0	9	0.04405
K16_5104	1	0	0	0	0	1	1
K16_5171	13	0	1	0	1	15	0.8237
K16_5231	5	0	0	0	0	5	1
K16_5469	1	0	0	0	0	1	1
K16_5589	3	0	0	9	1	13	1.76e-10
K17_3972	2	0	0	0	0	2	2
K17_4038	1	0	0	0	0	1	1
K17_4176	2	0	1	1	1	5	0.03202
K17_4261	6	0	3	1	2	12	0.02938
K17_794	1	0	0	1	0	2	0.0935
K17_824	6	2	1	2	0	11	0.02384
K17_827	2	0	2	0	0	4	0.2241
K18_1110	4	0	4	1	0	9	0.02505
K18_1258	3	1	0	0	1	5	0.1418
K18_1395	0	0	0	1	0	1	0.02736
K18_4253	10	0	2	2	0	14	0.1797
K18_4317	13	2	1	3	1	20	0.03097
K18_4789	7	0	3	0	0	10	0.4335

ID Tamis PES 2 (part 1)	NRDrenne	NRDbovinés	NRDéquidés	NRDcerf	NRDchevreuil	Total	p-value (<i>fisher</i>)
Spectre de Référence	8	2	22	207	339	578	-
E18_1044	0	0	0	5	2	7	0.2919
F18_2335	2	0	0	3	1	6	0.004952
F18_3524	0	0	0	1	6	7	0.5046
F18_3662	0	0	0	1	6	7	0.5046
F18_3745	2	0	0	1	3	6	0.01322
F18_3836	1	0	0	2	6	9	0.199
F18_5324	0	0	0	0	2	2	0.5796
G18_4041	0	0	0	1	1	2	1
G18_4129	0	0	0	3	4	7	1
G18_4208	1	0	0	3	3	7	0.1489
G18_4304	0	0	0	1	0	1	0.4145
G18_4400	0	0	0	1	3	4	1
G18_5087	0	0	0	1	1	2	1
G18_5177	0	0	0	0	3	3	0.4046
G18_5471	0	0	0	5	9	14	1
G18_5943	0	0	0	10	13	23	0.8184
G18_5958	0	0	0	1	18	19	0.02683
G18_6020	0	0	0	0	1	1	1
G18_6117	0	0	0	1	1	2	1
H17_1598	3	1	0	6	7	17	0.001555
H17_1939	0	0	0	3	3	6	0.7711
H17_2024	0	0	0	2	5	7	0.8084
H17_2691	0	0	0	4	8	12	1
H17_2791	0	0	0	8	7	15	0.5377
H18_1893	2	0	2	5	20	29	0.0446
H18_2241	0	0	0	2	5	7	0.8084
H18_3200	0	0	0	0	7	7	0.2091
I17_3484	0	0	3	3	4	10	0.03529
I17_3582	0	0	0	2	6	8	0.8195
I17_3680	3	0	1	0	3	7	7.159e-05

ID Tamis PES 2 (part 2)	NRDrenne	NRDbovinés	NRDéquidés	NRDcerf	NRDchevreuil	Total	p-value (fisher)
I17_4432	3	0	2	0	2	7	1.122e-05
I17_4700	1	0	1	1	12	15	0.03523
J16_1891	0	0	0	0	6	6	0.2425
J17_4028	0	1	2	0	1	4	0.0003732
J17_5909	3	0	1	5	16	25	0.01922
J17_5991	1	0	0	6	4	11	0.1447
J17_6284	1	1	1	2	8	13	0.01444
J17_6468	0	0	1	1	9	11	0.2083
J18_4734	1	0	1	3	4	9	0.1169
J18_4980	2	0	1	2	0	5	0.0002469
J18_5158	1	0	0	9	1	11	0.003362
J18_5183	0	0	1	4	1	6	0.08104
J18_5604	0	0	0	1	8	9	0.3838
J20_355	0	0	0	0	1	1	1
J20_9	2	0	0	0	1	3	0.002034
K16_4851	0	0	2	0	0	2	0.003341
K16_5808	1	0	0	1	6	8	0.1354
K16_5905	0	0	0	5	0	5	0.05072
K17_1012	5	0	0	2	3	10	4.534e-06
K17_1041	3	0	1	2	2	8	0.0003047
K17_1143	1	0	0	0	2	3	0.05465
K17_4458	3	0	0	0	4	7	0.000382
K17_4666	1	0	1	7	2	11	0.01694
K17_4953	0	0	0	4	0	4	0.0784
K17_4984	1	0	1	8	1	11	0.003006
K18_1596	1	0	0	0	1	2	0.03898
K18_2049	7	0	2	0	3	12	1.148e-10
K18_4574	1	0	0	0	5	6	0.07022
K18_5101	0	0	0	0	2	2	0.5796
K18_5123	0	0	0	7	1	8	0.05392
K18_5140	1	0	6	2	10	19	0.0001358
K18_5366	0	0	0	0	8	8	0.1569

Annexe III.31 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_142.2.

Lame DP142.2, grossissement x20		<i>Rangifer tarandus</i>
	Sous lumière naturelle	
	Fortes attaques fongiques	
		Sous lumière polarisée
	Incréments moyennement lisibles Bande externe lisible : zone complète ?	
	Sous lumière polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde	
	-> Pas de recristallisation, Collagène préservé	
	Interprétation : FBS	

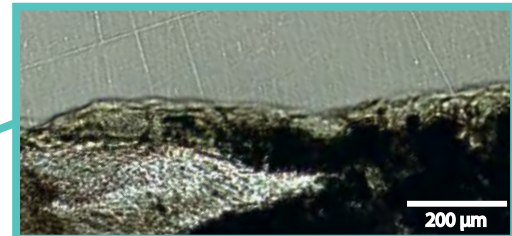
Annexe III.32 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame ¼ d'onde de la lame DP_144.

Lame DP144, grossissement x10

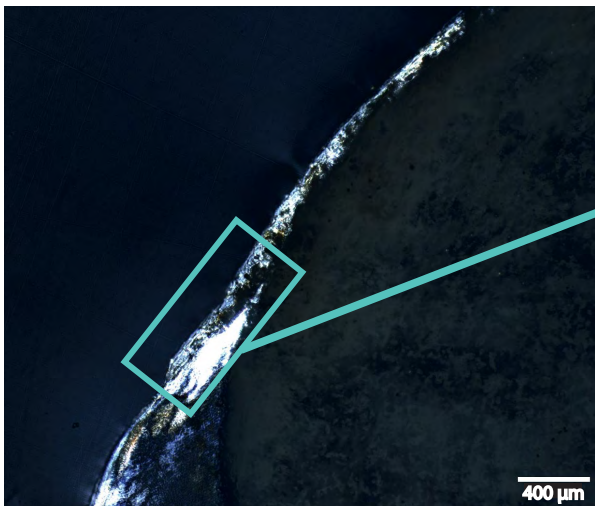
Rangifer tarandus



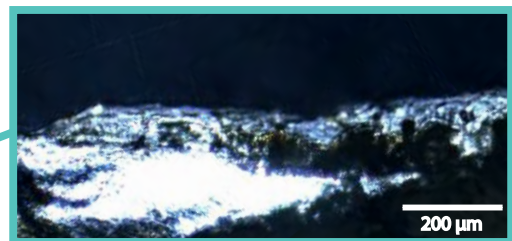
Sous lumière naturelle



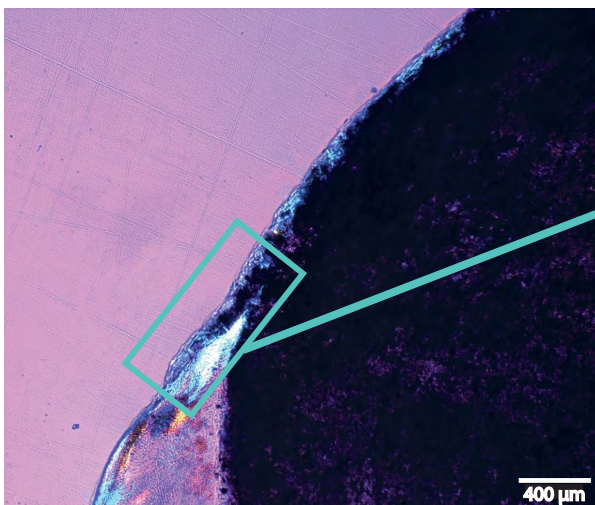
Très fortes attaques fongiques, irrégularité des bords du ciment



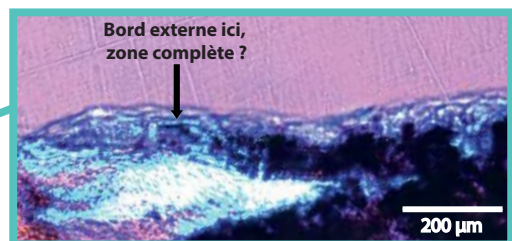
Sous lumière polarisée



Incréments peu lisibles, réglage du microscope difficile



Sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde



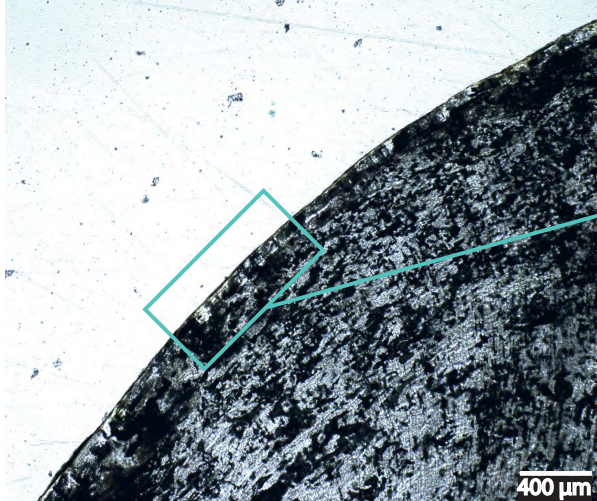
-> Collagène préservé

Interprétation : FBS

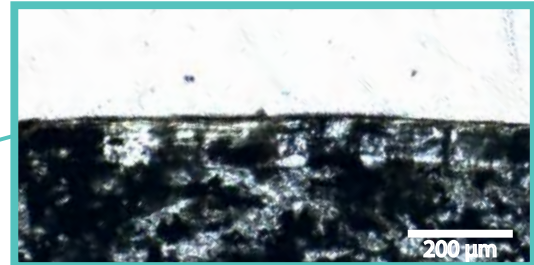
Annexe III.33 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_144.2.

Lame DP144.2, grossissement x10

Rangifer tarandus



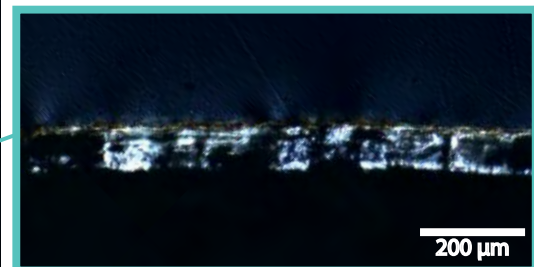
Sous lumière naturelle



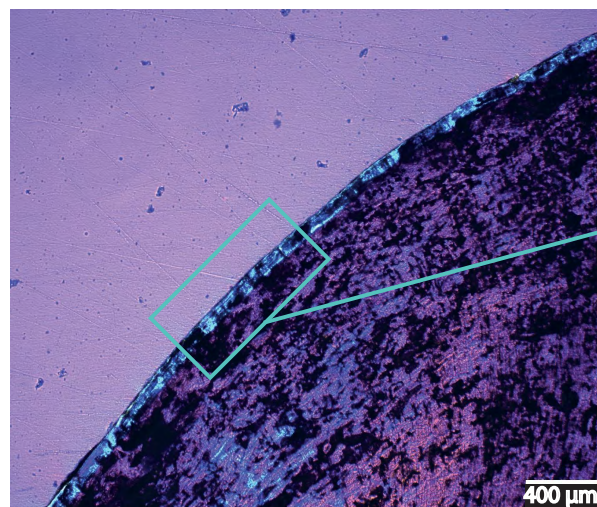
Très fortes attaques fongiques, altérant aussi le ciment



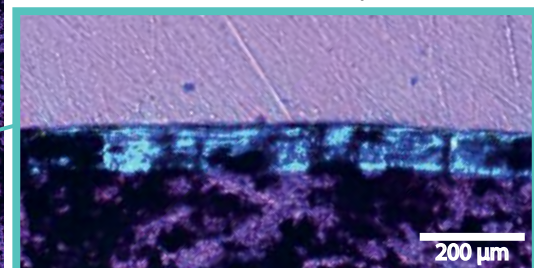
Sous lumière polarisée



Incréments et dernière bande difficiles à lire
Dernière bande = zone complète ? début d'annulus ?



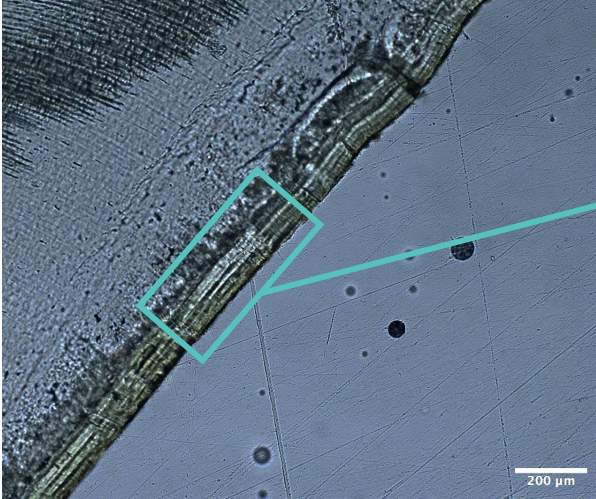
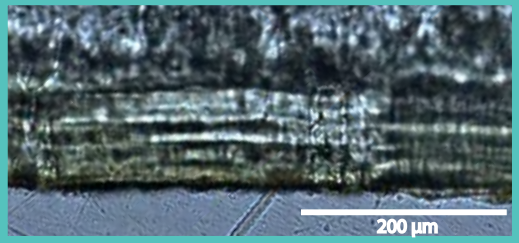
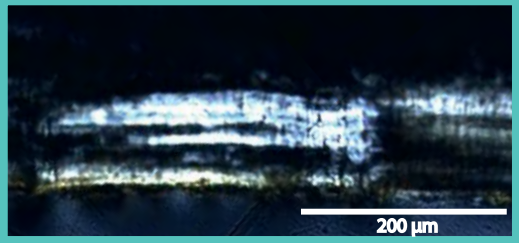
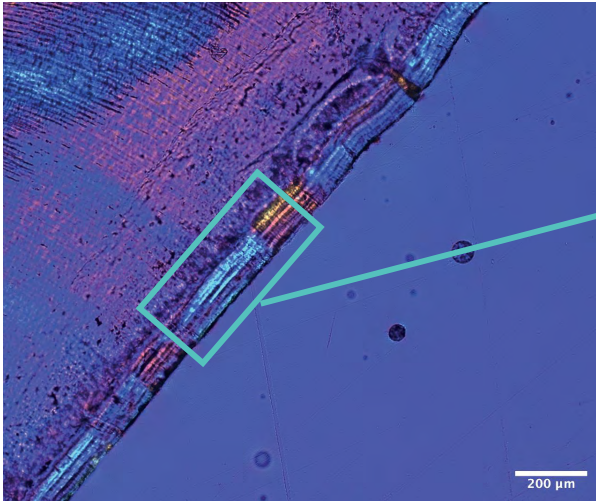
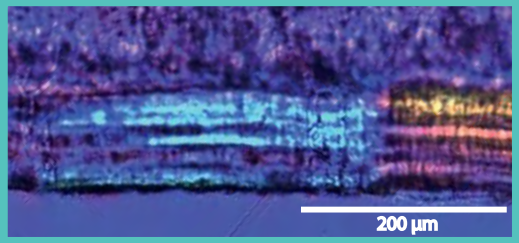
Sous lumière polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde



-> Collagène préservé

Interprétation : FBS/MS

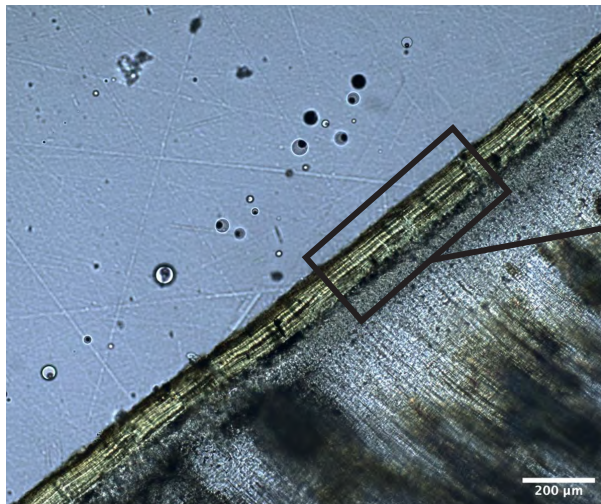
Annexe III.34 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame ¼ d'onde de la lame DP_149.

Lame DP149, grossissement x20		<i>Rangifer tarandus</i>
	Sous lumière naturelle	
	Cément bien préservé, pas d'altération majeure	
	Sous lumière polarisée	
	Incréments relativement lisibles Dernière bande = zone complète ? début d'annulus ?	
	Sous lumière polarisée avec insertion de la lame 1/4 d'onde	
	-> Collagène préservé	
Interprétation : FBS/MS		

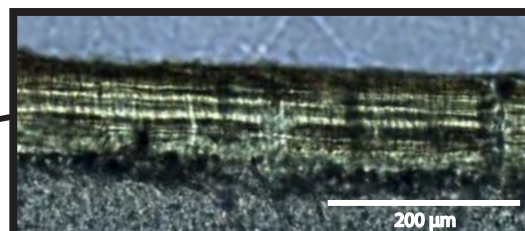
Annexe III.35 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame ¼ d'onde de la lame DP_149.2.

Lame DP149.2, grossissement x20

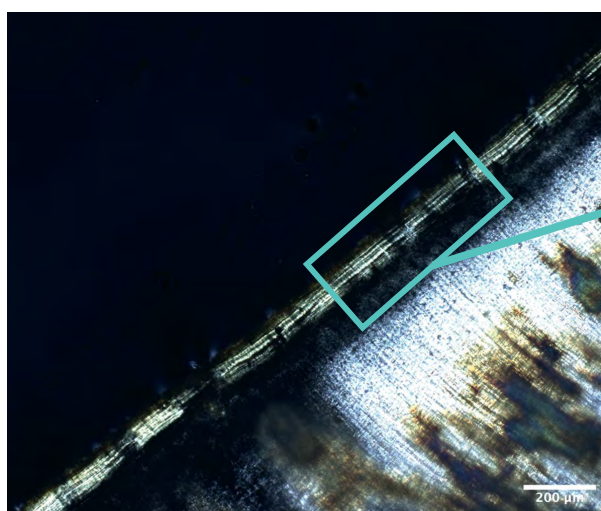
Rangifer tarandus



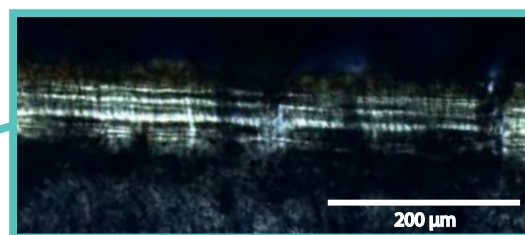
Sous lumière naturelle



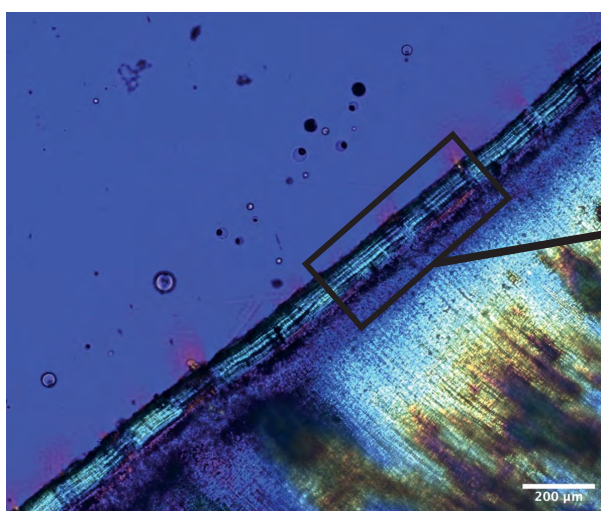
Cément bien préservé et lisible,
peu d'altérations



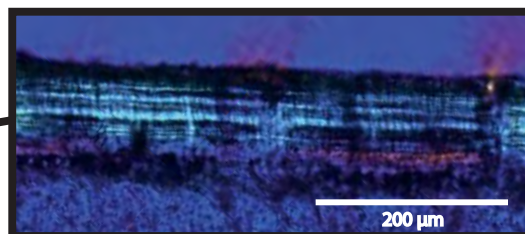
Sous lumière polarisée



Incréments bien lisibles,
mais réglage du microscope
difficile car la lame est épaisse



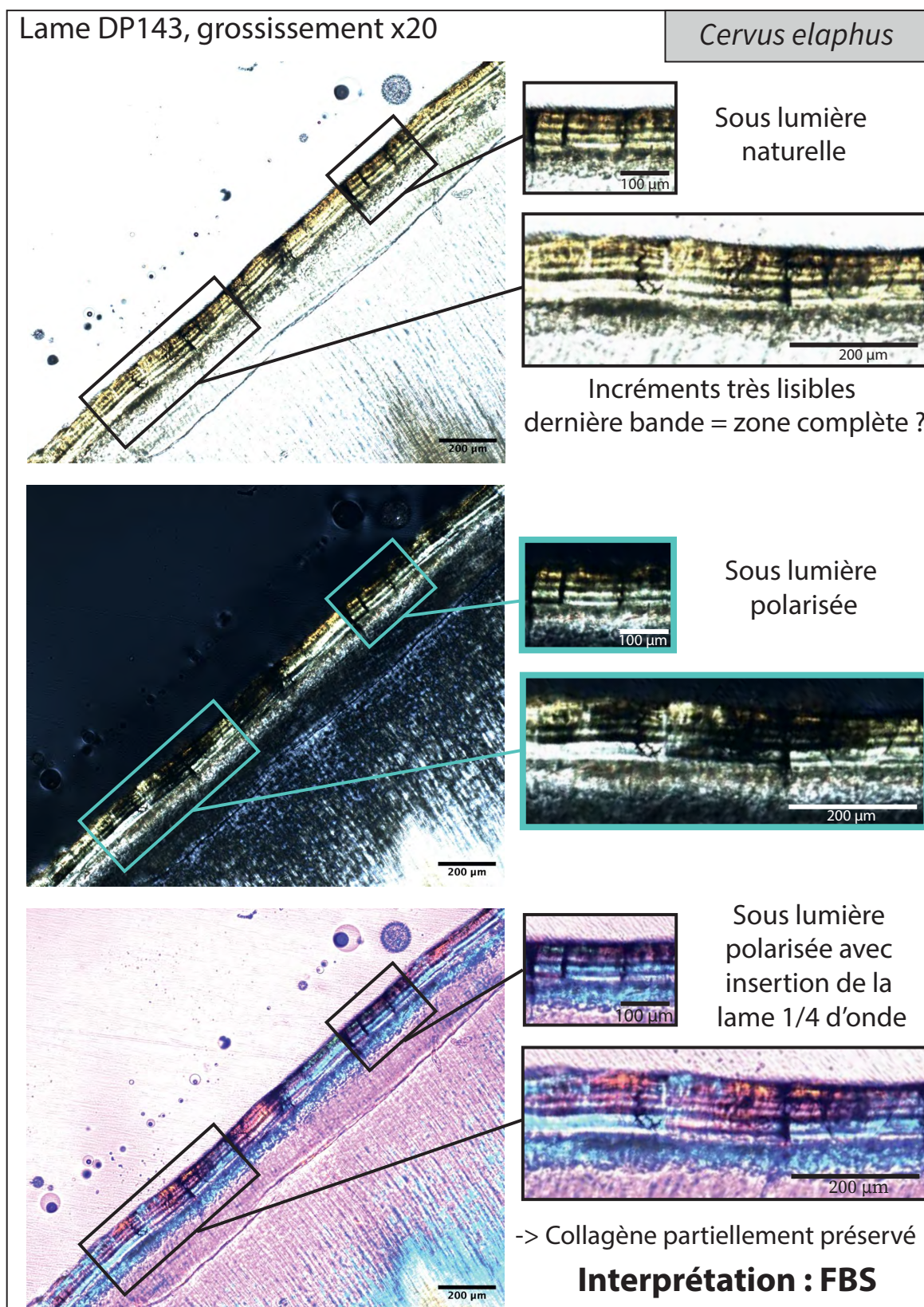
Sous lumière polarisée avec
insertion de la lame 1/4 d'onde



-> Collagène préservé

Interprétation : FBS

Annexe III.36 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame ¼ d'onde de la lame DP_143.

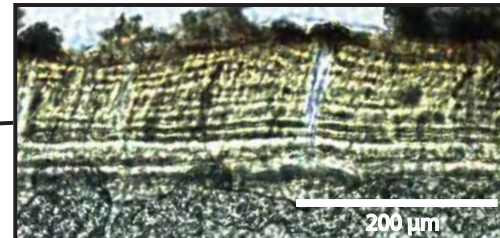


Annexe III.37 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_143.2.

Lame DP143.2, grossissement x20

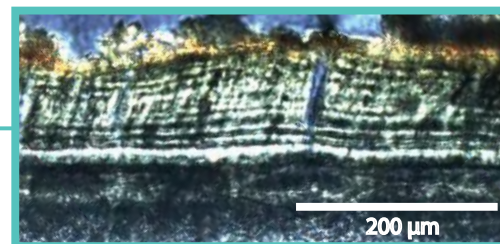
Cervus elaphus

Sous lumière naturelle



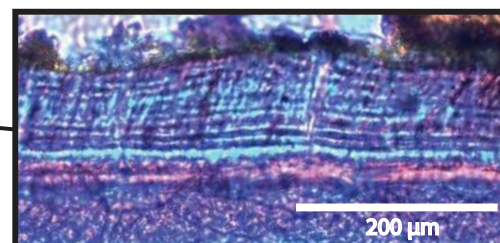
Phénomènes de gonflement
Dédoublage d'incréments
(cf. lame DP_143) ?

Sous lumière polarisée



Incréments relativement lisibles
Bande externe lisible :
zone presque complète ?

Sous lumière polarisée avec
insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde

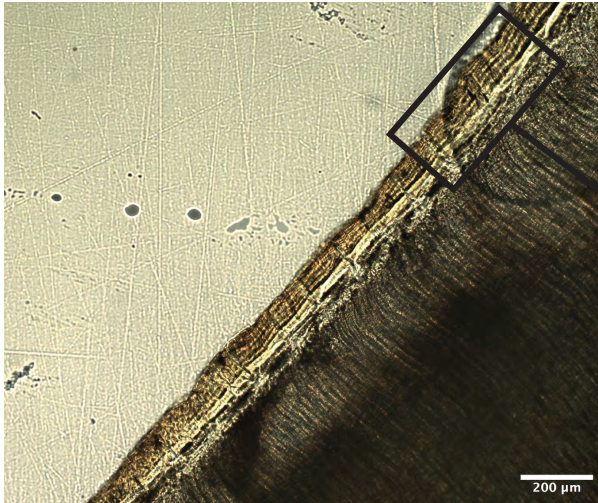


-> Collagène partiellement préservé

Interprétation : MBS/FBS

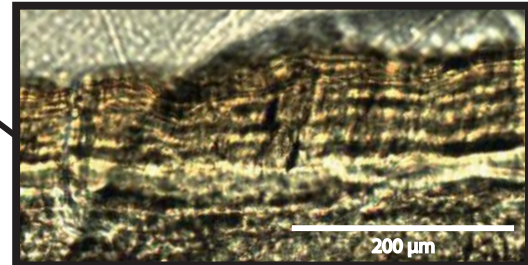
Annexe III.38 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame ¼ d'onde de la lame DP_150.

Lame DP150, grossissement x20



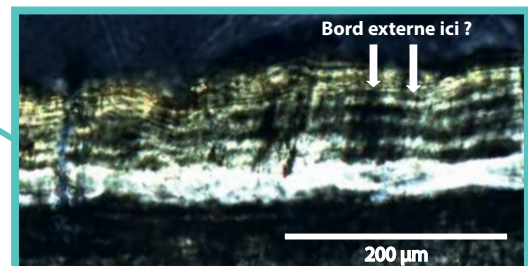
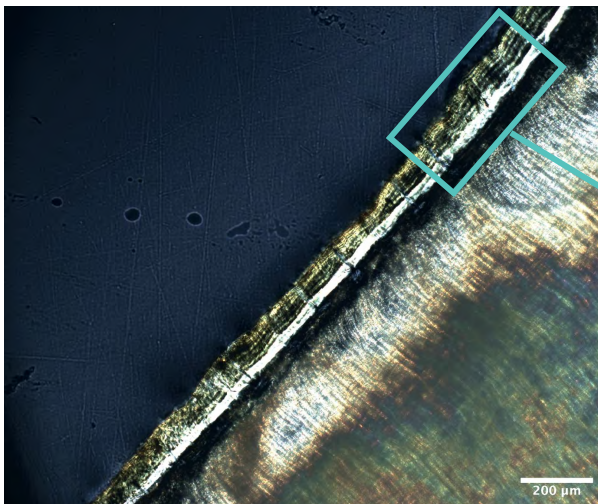
Cervus elaphus

Sous lumière naturelle



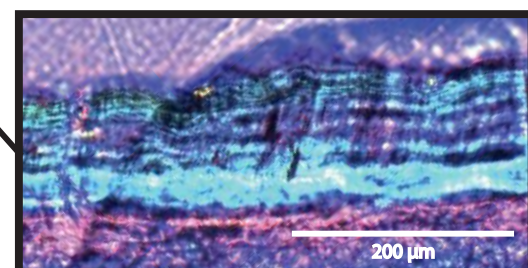
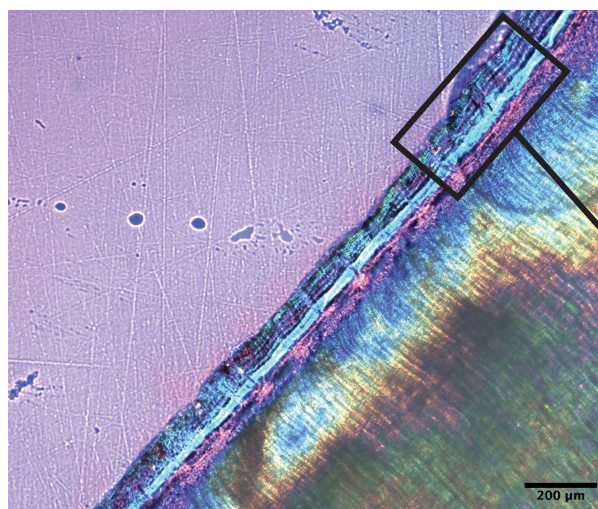
Cément bien préservé,
pas d'altération majeure

Sous lumière polarisée



Réglage microscope et lecture
difficiles (lame épaisse)
Dernière bande = annulus ?

Sous lumière polarisée avec
insertion de la lame 1/4 d'onde



-> Collagène assez préservé

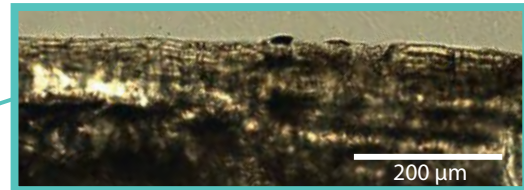
Interprétation : MS

Annexe III.39 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_150.2.

Lame DP150.2, grossissement x20

Cervus elaphus

Sous lumière naturelle



Fortes attaques fongiques
au niveau du cément et de la
jonction avec la dentine

Sous lumière polarisée



Incréments lisibles dans
certains secteurs

Dernière bande :
annulus en cours de formation?

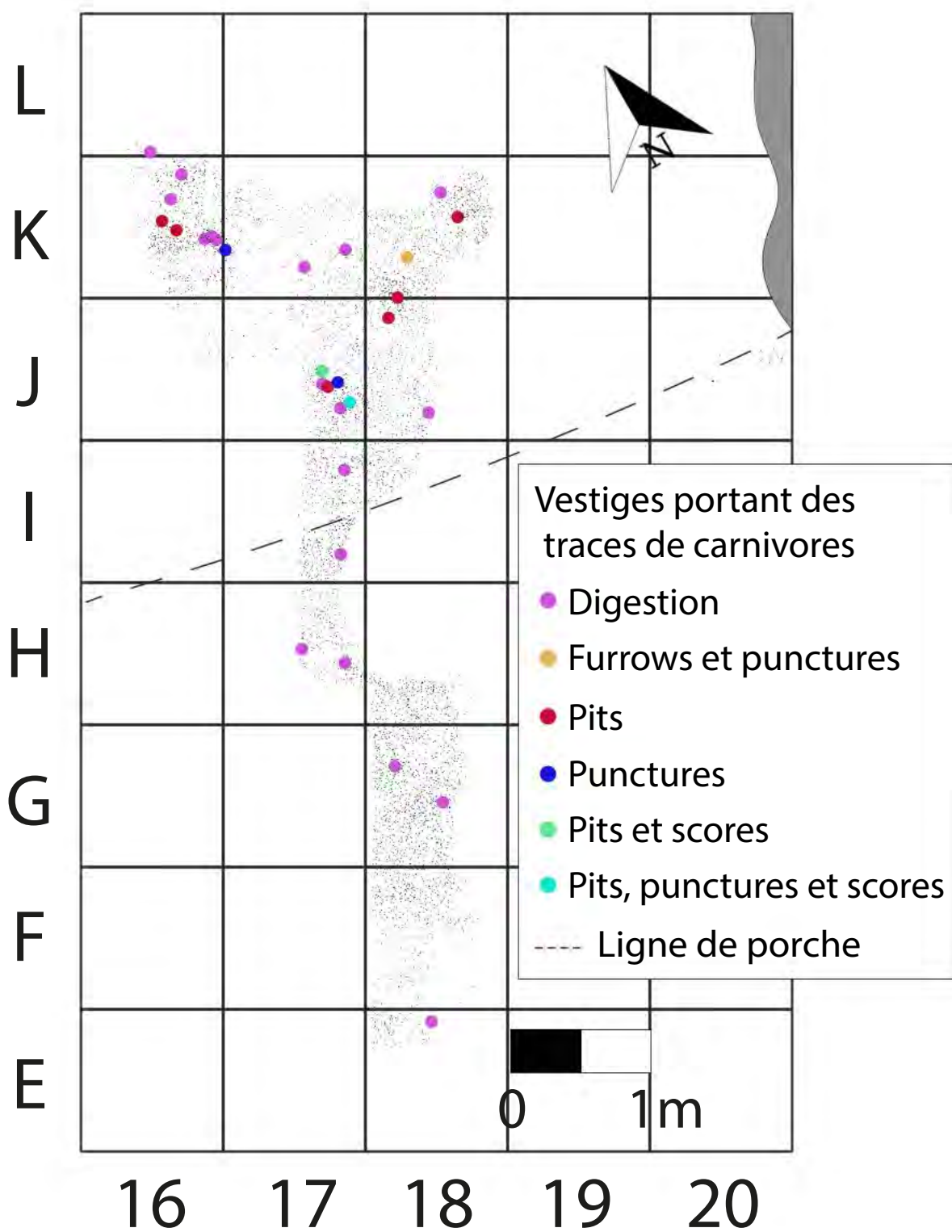
Sous lumière polarisée avec
insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde



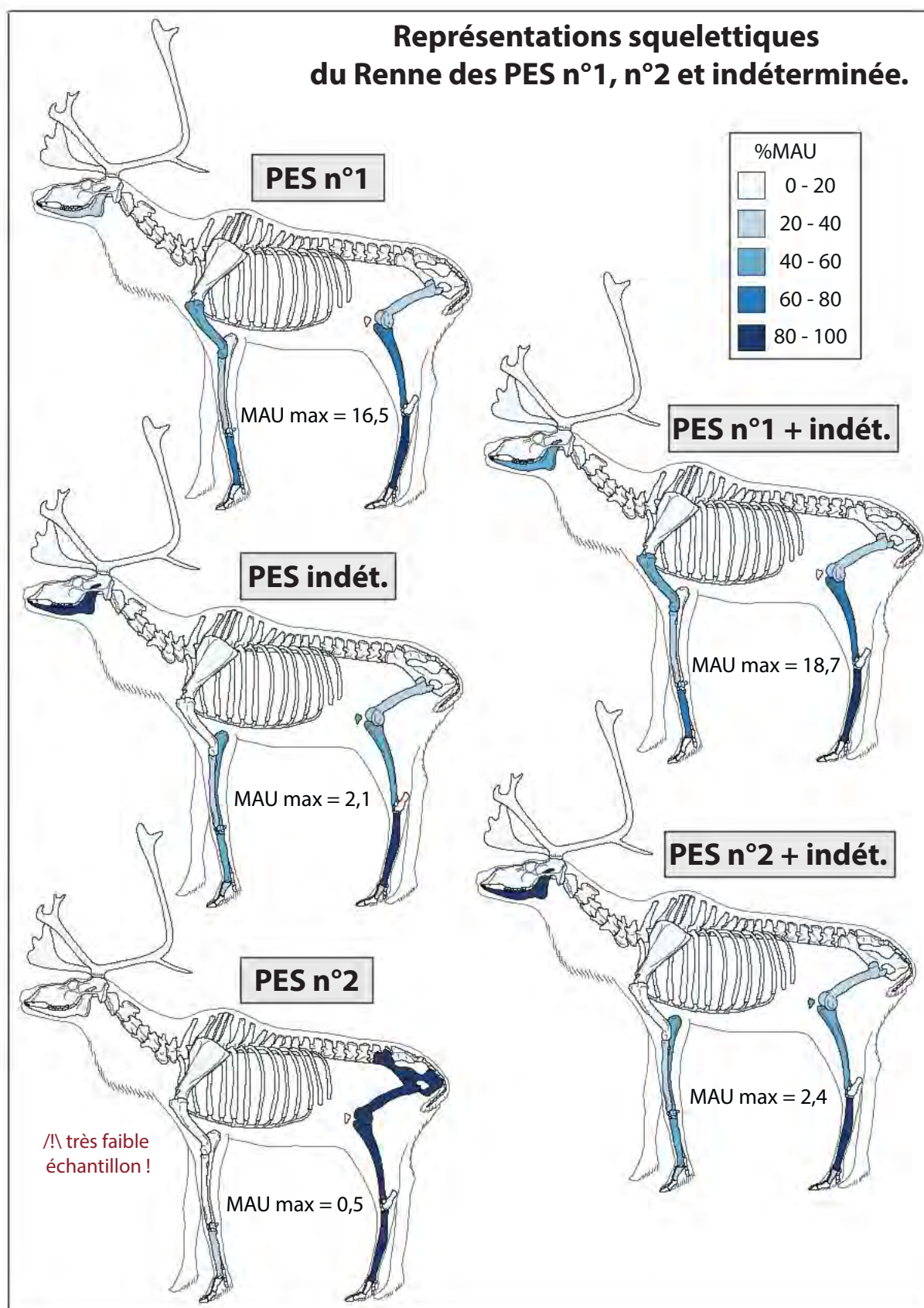
-> Collagène bien préservé

Interprétation : MS

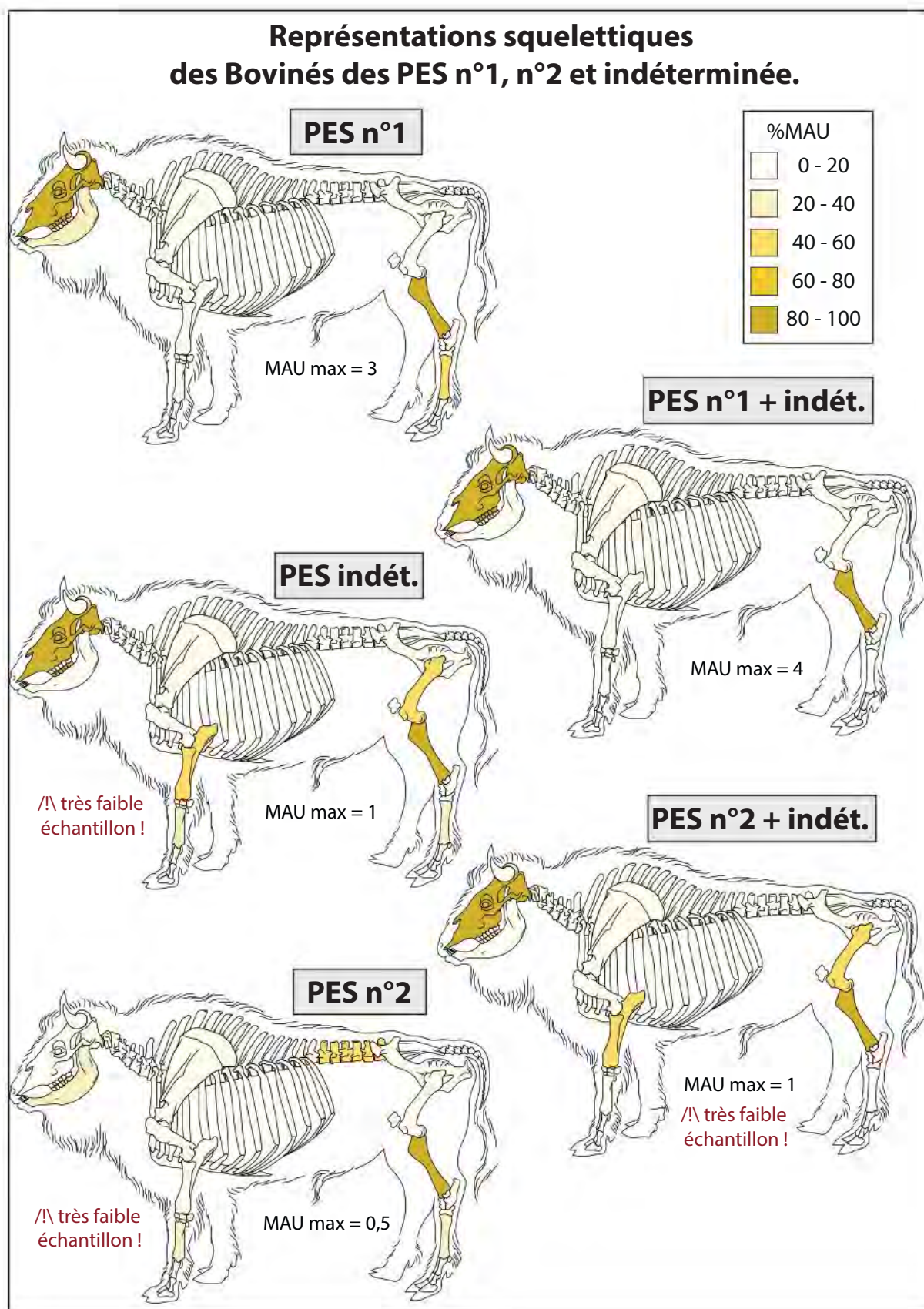
*Annexe III.40 : Projection zénithale des vestiges coordonnés de la PES n°1
portant des traces de carnivores.*



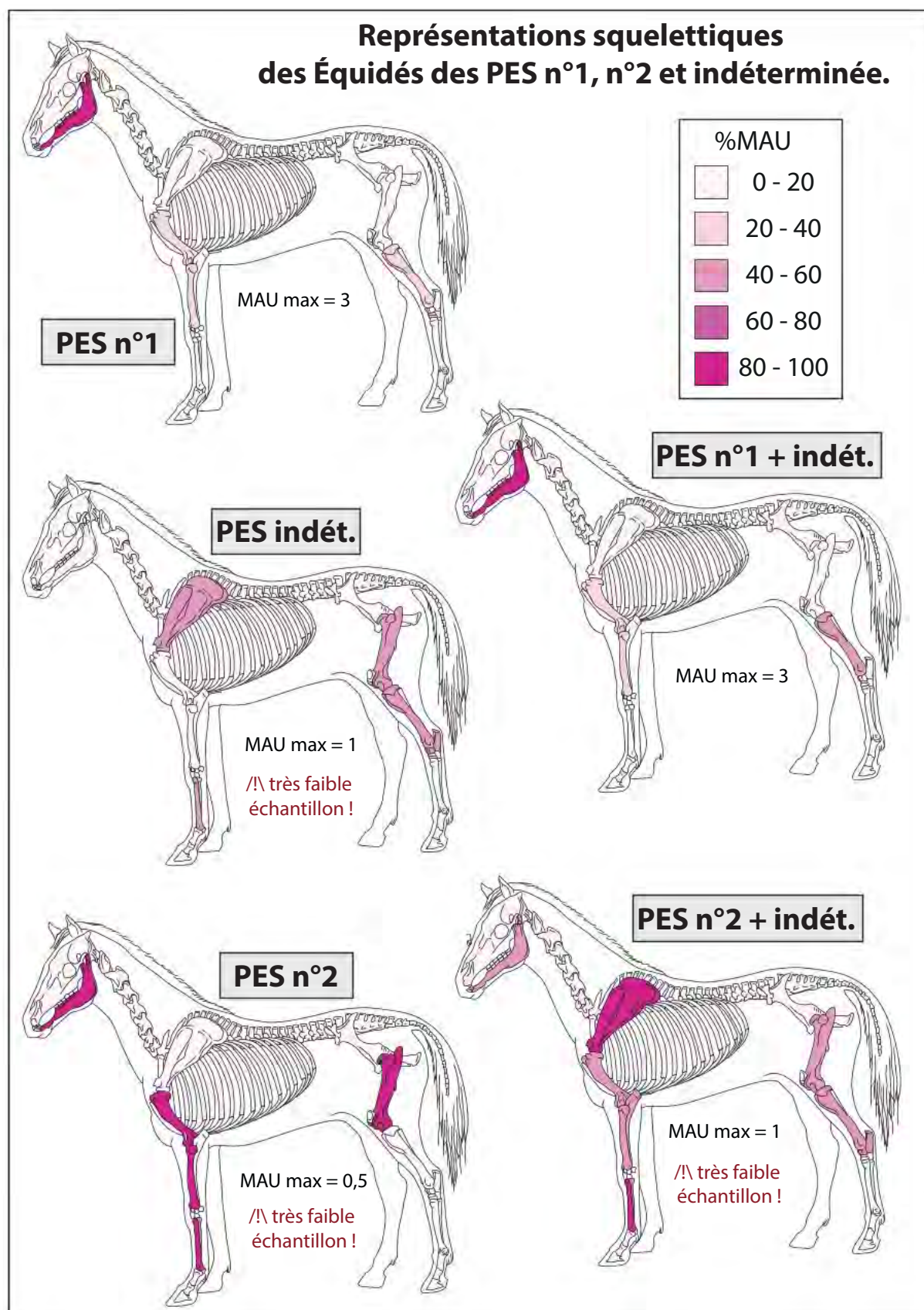
Annexe III.41 : Profils squelettiques du Renne pour les PES n°1, n°2, indéterminée et les PES combinées.



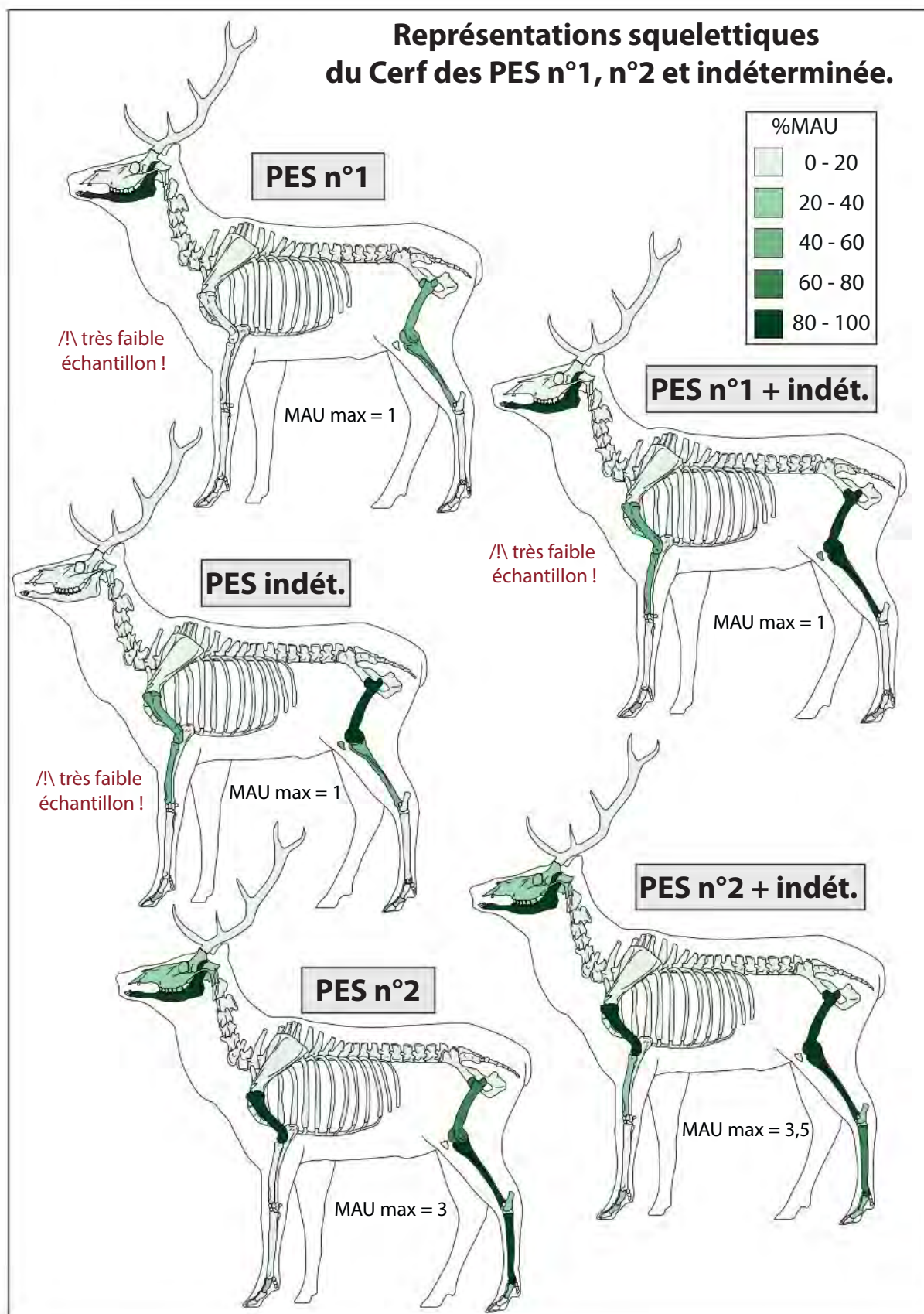
Annexe III.42 : Profils squelettiques des Bovinés pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.



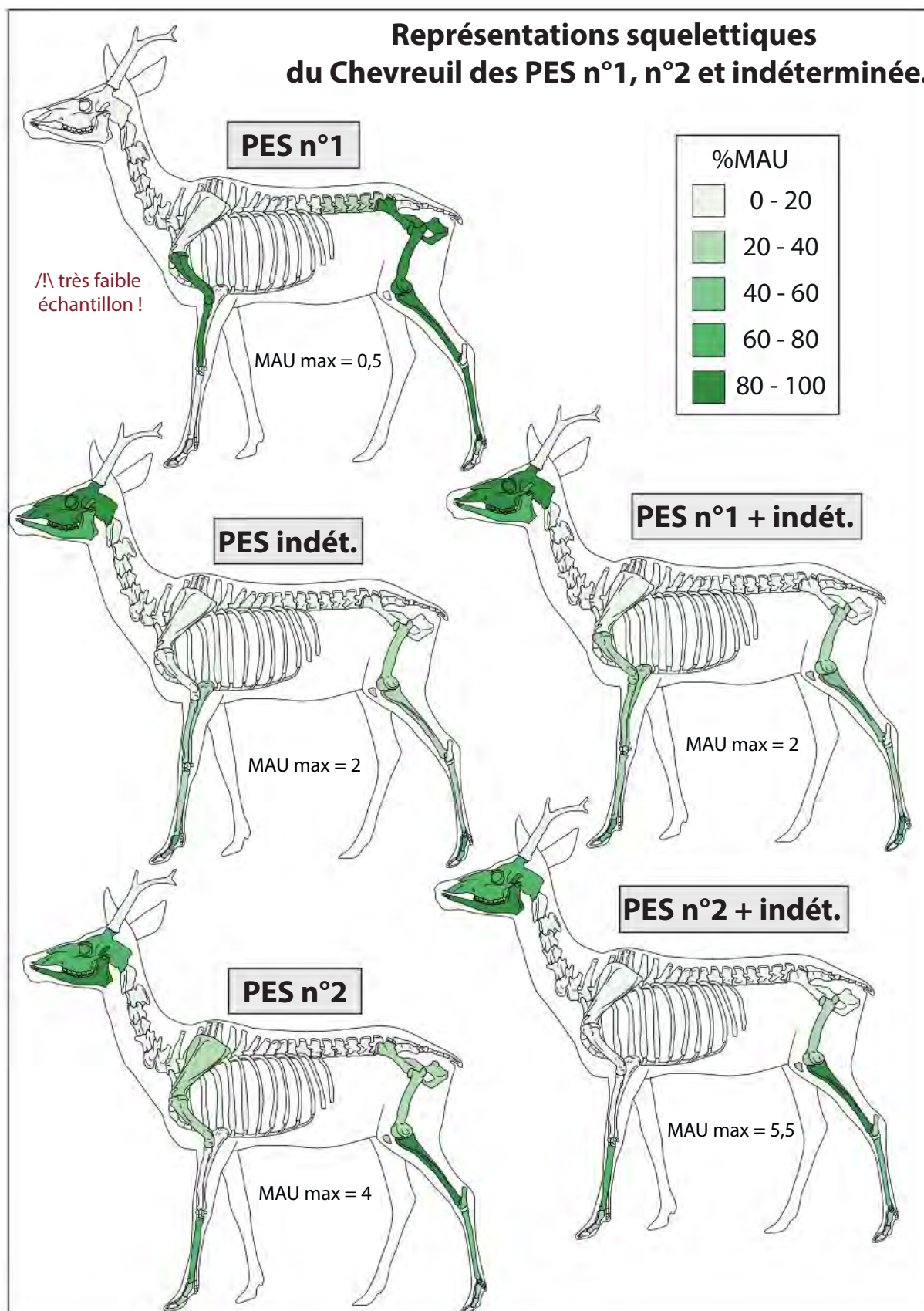
Annexe III.43 : Profils squelettiques des Équidés pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.



Annexe III.44 : Profils squelettiques du Cerf pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.



Annexe III.45 : Profils squelettiques du Chevreuil pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.



Annexe III.46 : MAU et %MAU par éléments squelettiques pour les espèces principales (Renne, Bovinés, Équidés, Cerf, Chevreuil) ayant été représentées sur des planches anatomiques de référence (cf. fig. 31 à 33) des PES n°1, n°2 et indéterminée.

Élément anatomique	PES 1										PES 2										PES indéterminée										
	Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil		Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil		Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil		
	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	MAU	%	
Bois	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0,5	16,7	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	
Crâne	3	18,2	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33,3	3	75	0	0	1	100	0	0	0	0	2	100	
Mandibule	5,5	33,3	0,9	29,3	3	100	1	100	0	0	0	0	0,1	20	0,5	100	3	100	4	100	2	93,6	0	0	0	0	0	0	1,5	75	
Hyoïde	1,5	9,1	0,5	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	16,7	0	0	0,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Atlas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Axis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cervicale	0,4	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	6,7	0	0	0,2	9,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Thoracique	0,1	0,9	0,1	2,6	0,1	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,6	0,2	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lombaire	0,7	4	0,2	5,6	0,2	5,6	0	0	0,2	33,3	0	0	0,2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	8,3	
Sacrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Caudale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Côte	0,1	0,9	0	1,3	0,1	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	11,1	0,2	5,1	0	0	0,1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sternèbre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	5,6	0,2	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Scapula	0,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	100	0,5	16,7	1	25	0	0	0	0	0,5	50	0	0	0	0	0	
Humérus	7,5	45,4	0,5	16,7	1	33,3	0	0	0,5	100	0	0	0	0	0,5	100	3	100	1	25	0	0	0	0	0	0	0,5	50	0	0	
Radius	4,8	28,9	0,3	10,4	1	33,3	0	0	0,5	100	0	0	0	0	0,5	100	0,5	16,7	0,5	12,5	0,6	27,2	0	0	0	0	0,5	50	0,5	25	
Ulna	0,5	3	0,5	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	100	0	0	0	0	1	46,8	0,5	50	0	0	0	0	0,5	25	
Coxal	2,5	15,1	0	0	0	0	0	0	0,5	100	0,5	100	0	0	0	0,5	16,7	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fémur	5	30,3	0,3	9	0,5	16,7	0,5	50	0,5	100	0,5	100	0	0	0,5	100	2	66,7	1,5	37,5	0,5	23,4	0,5	50	0,5	50	1	100	0,5	25	
Patella	1,5	9,1	0,5	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	16,7	1	25	1	46,8	0	0	0	0	0,5	50	0,5	25	
Tibia	12,5	75,7	3	100	1	33,3	0,5	50	0,5	100	0,5	100	0,5	100	0	0	3	100	4	100	1	46,8	1	100	0,5	50	0,5	50	0,5	25	
Fibula	2,5	15,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	12,5	1	46,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Métacarpe	11,5	69,3	1	32,3	0	0	0	0	0	0	0,2	40	0,1	20	0,5	100	0	0	2,5	62,5	1	46,8	0,2	24,1	0,5	50	0	0	0,5	25	
Métatarse	16,5	100	1,6	54,3	0	0	0	0	0,5	100	0,5	100	0,1	20	0	0	2,5	83,3	2	50	2,1	100	0,3	32,2	0	0	0	0	0,5	25	
Métopode	1,5	9,1	0	0	0	0	0,3	25	0,3	50	0	0	0	0	0,3	50	0,8	25	0,5	12,5	0,5	23,4	0	0	0	0	0,5	50	1,3	62,5	
Phalange 1	2,3	13,6	0	0	0,3	8,3	0,1	12,5	0,1	25	0	0	0	0	0	0	1	33,3	0,9	21,9	0,8	35,1	0	0	0	0	0	0	1,3	62,5	
Phalange 2	1,6	9,8	0	0	0,3	8,3	0,1	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	16,7	1,1	28,1	0,1	5,8	0	0	0	0	0,3	25	0,9	43,8	
Phalange 3	0,8	4,5	0,4	12,5	0,3	8,3	0	0	0,1	25	0	0	0	0	0	0	0,5	16,7	0,3	6,3	0,3	11,7	0,1	12,5	0	0	0,1	12,5	0,3	12,5	
MPV	0	0	0	0	0,3	8,3	0	0	0	0	0,3	60	0	0	0,3	50	0,3	8,3	0,5	12,5	0,5	23,4	0	0	0,3	25	0,3	25	0,5	25	
PHAV1	0,6	3,8	0	0	-	-	0	4,2	0,1	16,7	0	0	0	0	-	-	0	0	0,1	3,1	0,3	11,7	0	0	-	-	0,1	12,5	0,1	6,3	
PHAV2	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	
PHAV3	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	
Sésamoïde	0,8	4,8	0	0	0,1	4,2	0	4,2	0	8,3	0	0	0	0	0	0	0,6	19,4	0,7	17,7	0,5	23,4	0,1	8,3	0	0	0,2	16,7	0,3	12,5	
Capitulum	1,5	9,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hamatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0	1	50
Lunatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	1	100	0	0	0,5	25	
Pisciforme	1	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	12,5	0,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0,5	25	
Scaphoïde	2,5	15,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pyramidal	1,5	9,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	16,7	0,5	12,5	0,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trapézoïde	-	-	-	-	0,5	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Calcanéum	0,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33,3	2	50	0	0	0	0	0,5	50	0	0	0	0	0	
Cuboïde	-	-	-	-	0,5	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cubonavculaire	0,5	3	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	
Cunéiforme	1	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	25	
Naviculaire	-	-	-	-	0,5	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cunéiforme med.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	16,7	0	0	0,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0	0	
Talus	1,5	9,1	0	0	0,5	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	50	1	46,8	0	0	0,5	50	0	0	0	0	
MAU total	94,1		12,7		9,9		2,6		3,8		2,5		1		4,1		23,7		34,9		16,9		3,8		4,3		4,4		14,2		

Annexe III.47 : NISP et NNISP par éléments squelettiques pour les espèces principales (Renne, Bovinés, Équidés, Cerf, Chevreuil) ayant été représentées sur des planches anatomiques de référence (cf. fig. 31 à 33) des PES n°1, n°2 et indéterminée.

Élément anatomique	PES 1										PES 2										PES indéterminée										
	Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil		Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil		Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil		
	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	NISP	NNISP	
Bois/corne	6	3,0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	
Crâne	6	6	5	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	5	5	1	1	1	1,0	1	1	0	0	0	3	3
Mandibule	41	20,5	10	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	3	24	12	22	11	1	0,5	0	0	0	0	0	0	2	1
Hyioide	3	1,5	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Atlas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Axis	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
Cervicale	5	1	0	0	3	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	3	0,6	0	0	2	0,4	0	0	2	0,4	1	0,2	0	0	
Thoracique	19	1,4	2	0,2	6	0,3	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0	1	0,1	1	0,1	4	0,3	4	0,3	0	0	1	0,1	2	0,2	3	0,2	
Lombaire	11	1,8	4	0,7	1	0,2	0	0	1	0,2	0	0	1	0,2	0	0	1	0,2	0	0	3	0,5	0	0	0	0	3	0,5	5	0,8	
Sacrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Caudale	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Côte	33	1,2	4	0,2	6	0,2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0,2	11	0,4	6	0,2	10	0,4	0	0	8	0,2	2	0,1	2	0,1	
Sternèbre	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Scapula	6	3	0	0	3	1,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	3	1,5	3	1,5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	
Humérus	71	35,5	7	3,5	6	3	0	0	2	1	2	1	0	0	2	1	23	11,5	15	7,5	4	2	1	0,5	3	1,5	2	1	2	1	
Radius	118	59	7	3,5	4	2	4	2	1	0,5	0	0	0	0	2	1	21	10,5	11	5,5	13	6,5	1	0,5	1	0,5	3	1,5	7	3,5	
Coxal	11	5,5	2	1	2	1	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	1	0,5	5	2,5	6	3	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,5	
Fémur	82	41	9	4,5	9	4,5	3	1,5	5	2,5	4	2	0	0	2	1	36	18	25	12,5	11	5,5	1	0,5	3	1,5	6	3	5	2,5	
Patella	3	1,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	2	1	2	1	0	0	0	0	1	0,5	2	1	
Tibia	280	140	35	17,5	16	8	9	4,5	5	2,5	3	1,5	3	1,5	3	1,5	53	26,5	67	33,5	15	7,5	7	3,5	2	1	12	6	7	3,5	
Métacarpe	121	60,5	8	4	0	0	3	1,5	2	1	3	1,5	2	1	1	0,5	69	34,5	35	17,5	8	4	2	1	4	2	12	6	9	4,5	
Métatarse	331	165,5	18	9	6	3	9	4,5	4	2	5	2,5	1	0,5	0	0	96	48	74	37	49	24,5	3	1,5	1	0,5	19	9,5	57	28,5	
Phalange 1	24	3	1	0,1	2	0,3	2	0,3	1	0,1	0	0	0	0	0	0	13	1,6	9	1,1	10	1,3	0	0	0	0	1	0,1	19	2,4	
Phalange 2	18	2,3	0	0	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,9	13	1,6	4	0,5	0	0	0	0	4	0,5	15	1,9	
Phalange 3	11	1,4	4	0,5	1	0,1	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0	0	0	5	0,6	3	0,4	1	0,1	1	0,1	0	0	3	0,4	2	0,3	
PHAV1	2	0,1	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	5	0,2	0	0	-	-	0	0	0	0	
PHAV2	7	0,3	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	1	0	0	0	-	-	1	0	1	0	
PHAV3	12	0,5	0	0	-	-	1	0	2	0,1	1	0	0	0	-	-	0	0	2	0,1	4	0,2	0	0	-	-	2	0,1	2	0,1	
Sésamoïde	19	0,8	0	0	1	0,1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	14	0,6	18	0,8	12	0,5	2	0,1	0	0	4	0,2	6	0,3	
Capitulum	3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hamatum	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	2	1	
Lunatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0,5		
Pisciforme	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,5	
Scaphoïde	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pyramidal	3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,5		
Trapézoïde	-	-	-	-	1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	
Calcaneum	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2,5	4	2	0	0	0	0	1	0,5	2	1	1	0,5		
Cuboïde	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	
Cubonavculaire	1	0,5	1	0,5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	1	0,5	2	1	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	
Cunéiforme	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	
Naviculaire	-	-	-	-	1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	
Cunéiforme med.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Talus	5	2,5	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	5	2,5	3	1,5	0	0	0	1	0,5	1	0,5	1	0,5		
TOTAL	1267	-	119	-	92	-	36	-	27	-	21	-	9	-	27	-	410	-	342	-	171	-	19	-	32	-	81	-	162	-	

*Annexe III.48 : Nombre de restes déterminés par éléments squelettiques pour
les espèces minoritaires (< 30 restes déterminés) des PES n°1, n°2 et
indéterminée.*

Élément squelettique	PES n°1			PES n°2	PES indét.
	Bouquetin	Chamois	Sanglier	Sanglier	Sanglier
Crâne et dents	2	1	6	8	7
Scapula	-	-	-	-	-
Humérus	-	-	-	1	-
Radio-ulna	-	-	-	1	-
Métacarpe	-	-	-	-	1
Vertèbre lombaire	-	-	-	-	-
Coxal	-	-	-	-	-
Fémur	-	-	-	-	-
Tibia	-	-	-	2	-
Talus	-	-	-	1	-
Métatarse	-	-	-	-	-
Métopode	-	-	-	2	-
Métopode vestigiel	-	-	-	-	-
Sésamoïde	-	-	-	-	1
Phalange 1	-	-	1	3	3
Phalange 2	-	-	-	-	3
Phalange 1 vestigielle	-	-	-	1	-
Phalange 3 vestigielle	-	-	-	-	1
Total	2	1	7	19	16

Annexe III.49 : Décomptes du nombre de restes indéterminés par types de tissus et par classes de taille de mammifères au sein des PES n°1, n°2 et indéterminée.

MAM = mammifère. NR = Nombre de Restes. PES indét. = PES indéterminée.

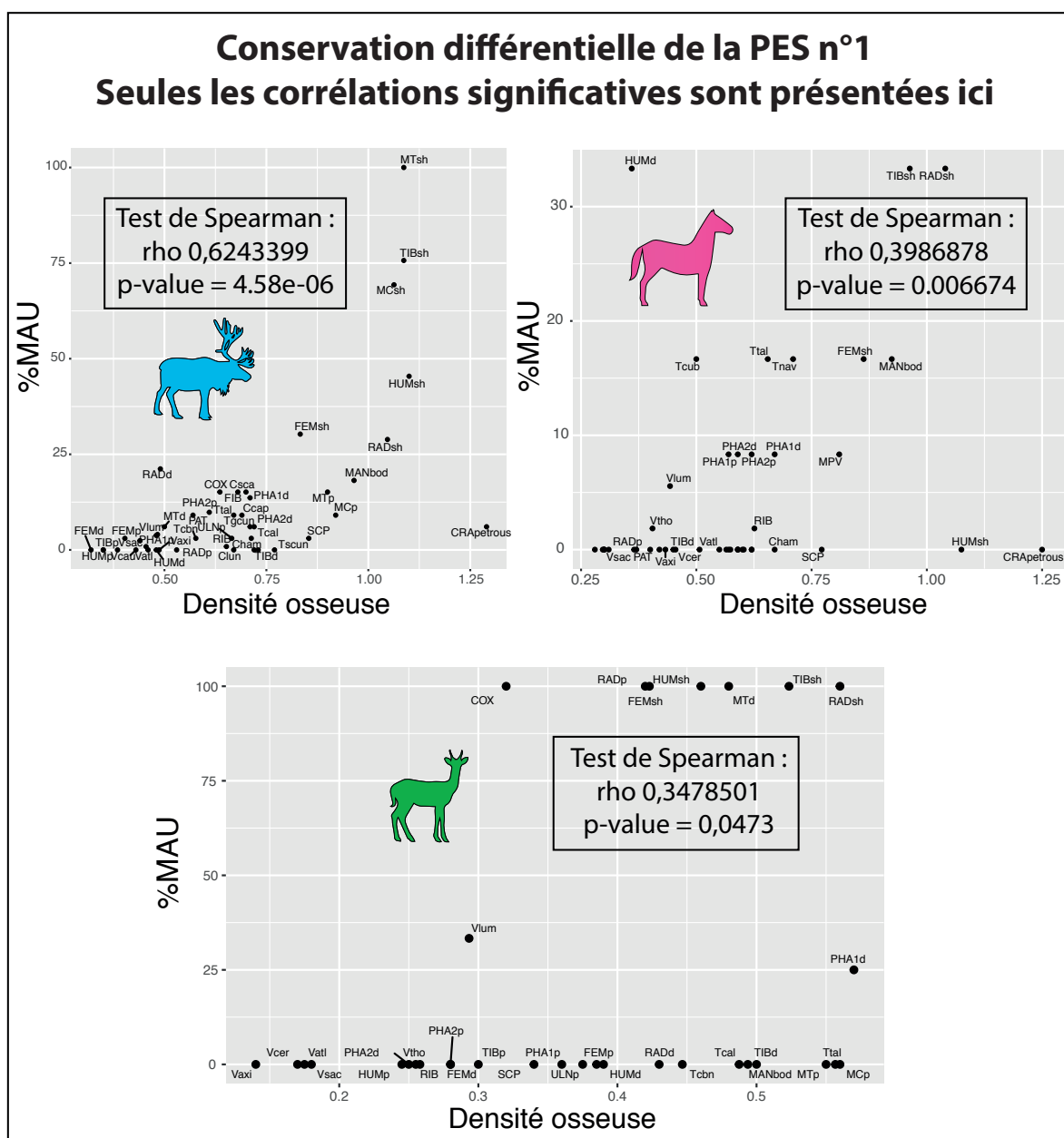
NID = classe de taille indéterminée. NID tamis = mailles 6mm et 2mm.

Unité	Taille de taxon	Cortical		Spongieux		Axial		Crâne		Dents		Total
		NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	
PES n°1	MAM 1	17	77,3	1	4,5	4	18,2	0	0,0	0	0,0	22
	MAM 1/2	353	80,2	24	5,5	57	13,0	6	1,4	0	0,0	440
	MAM 2	1385	95,1	31	2,1	37	2,5	3	0,2	0	0,0	1456
	MAM 2/3	262	62,8	53	12,7	81	19,4	18	4,3	3	0,7	417
	MAM 3	73	77,7	18	19,1	3	3,2	0	0,0	0	0,0	94
	MAM 3/4	488	64,3	121	15,9	127	16,7	11	1,4	12	1,6	759
	MAM 4	9	-	0	-	1	-	0	-	0	-	10
	NID coord	221	22,3	542	54,7	171	17,3	41	4,1	15	1,5	990
	NID tamis	2642	68,7	674	17,5	362	9,4	58	1,5	108	2,8	3844
	Total	5450	67,9	1464	18,2	843	10,5	137	1,7	138	1,7	8032
PES n°2	MAM 1	240	91,3	6	2,3	17	6,5	0	0,0	0	0,0	263
	MAM 1/2	175	86,6	4	2,0	19	9,4	3	1,5	1	0,5	202
	MAM 2	163	97,0	2	1,2	3	1,8	0	0,0	0	0,0	168
	MAM 2/3	451	86,7	22	4,2	37	7,1	9	1,7	1	0,2	520
	MAM 3	24	85,7	2	7,1	2	7,1	0	0,0	0	0,0	28
	MAM 3/4	78	69,0	14	12,4	15	13,3	3	2,7	3	2,7	113
	MAM 4/5	2	-	1	-	0	-	0	-	0	-	3
	NID coord	609	77,8	87	11,1	71	9,1	10	1,3	6	0,8	783
	NID tamis	2130	74,8	525	18,4	116	4,1	19	0,7	56	2,0	2846
	Total	3872	78,6	663	13,5	280	5,7	44	0,9	67	1,4	4926
PES indét.	MAM 1	11	-	0	-	2	-	0	-	0	-	13
	MAM 1/2	33	82,5	2	5,0	5	12,5	0	0,0	0	0,0	40
	MAM 2	42	91,3	3	6,5	1	2,2	0	0,0	0	0,0	46
	MAM 2/3	30	48,4	13	21,0	14	22,6	4	6,5	1	1,6	62
	MAM 3	4	-	1	-	0	-	0	-	0	-	5
	MAM 3/4	48	44,4	11	10,2	21	19,4	9	8,3	19	17,6	108
	MAM 4/5	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1
	NID coord	120	58,0	30	14,5	37	17,9	10	4,8	10	4,8	207
	NID tamis	5161	72,5	1184	16,6	498	7,0	64	0,9	212	3,0	7119
	Total	5450	71,7	1244	16,4	578	7,6	87	1,1	242	3,2	7601

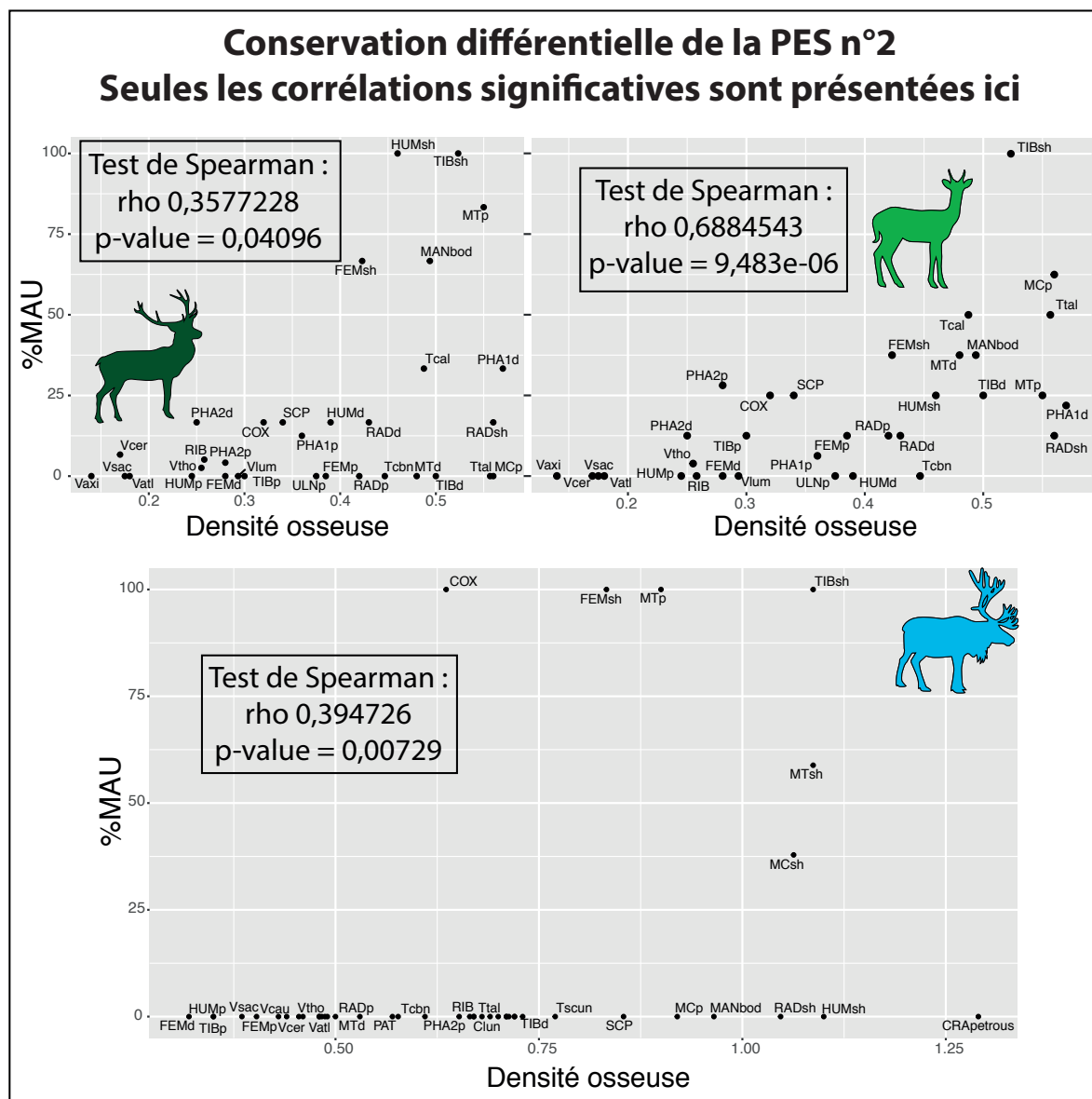
Annexe III.50 : Résultats des tests de corrélation de Spearman confrontant les %MAU des espèces principales aux référentiels de densité osseuse et aux différents indices d'utilité nutritive pour les PES indéterminées et les PES combinées (n°1 + indéterminée et n°2 + indéterminée). Conservation diff. = conservation différentielle. Les corrélations statistiquement significatives (p-value < 0,05) sont surlignées en vert (positives) et en rouge (négatives). En vert clair : corrélation positive modérée (rho entre 0,33 et 0,66) ; En vert foncé : corrélation positive forte (rho > 0,66).

Unité	Taxon	Conservation diff.	Cavité médullaire	UMI	Poids de viande	SFUI
PES indétert.	Renne	rho = 0,3826003 p-value = 0,009491	rho = 0,4663538 p-value = 0,1482	rho = 0,4788093 p-value = 0,03269	?	rho = 0,008243451 p-value = 0,9643
	Bovins	rho = 0,1637058 p-value = 0,3128	?	?	?	?
	Équidés	rho = 0,1685662 p-value = 0,2683	rho = 0,2886751 p-value = 0,5301	?	rho = 0,01190583 p-value = 0,9614	?
	Cerf	rho = 0,1560624 p-value = 0,3858	rho = 0,5662756 p-value = 0,06935	rho = 0,6071609 p-value = 0,004525	?	rho = 0,231915 p-value = 0,2015
	Chevreuil	rho = 0,3126011 p-value = 0,07653	rho = -0,04402044 p-value = 0,8977	rho = 0,3451608 p-value = 0,1361	?	rho = -0,2269668 p-value = 0,2116
PES n°1 + indétert.	Renne	rho = 0,6400167 p-value = 2.202e-06	rho = 0,8200477 p-value = 0,001994	rho = 0,7818841 p-value = 4.659e-05	?	rho = -0,03459518 p-value = 0,8509
	Bovins	rho = 0,2344202 p-value = 0,1454	?	?	?	?
	Équidés	rho = 0,363247 p-value = 0,01418	rho = 0,5273599 p-value = 0,2238	?	rho = -0,2240375 p-value = 0,3565	?
	Cerf	rho = 0,230887 p-value = 0,1961	rho = 0,5270463 p-value = 0,09573	rho = 0,6664147 p-value = 0,001335	?	rho = 0,1529892 p-value = 0,4032
	Chevreuil	rho = 0,4862116 p-value = 0,004119	rho = 0,1242567 p-value = 0,7159	rho = 0,5074767 p-value = 0,02237		rho = -0,1657397 p-value = 0,3646
PES n°2 + indétert.	Renne	rho = 0,4075673 p-value = 0,005454	rho = 0,6112159 p-value = 0,04573	rho = 0,5382245 p-value = 0,01436	?	rho = 0,07693536 p-value = 0,6756
	Bovins	rho = 0,1341699 p-value = 0,4091	?	?	?	?
	Équidés	rho = 0,1384607 p-value = 0,3644	rho = 0,2788867 p-value = 0,5447	?	rho = -0,1262964 p-value = 0,6064	?
	Cerf	rho = 0,3807931 p-value = 0,0288	rho = 0,645223 p-value = 0,03204	rho = 0,8193287 p-value = 9.906e-06	?	rho = 0,2547705 p-value = 0,1594
	Chevreuil	rho = 0,7163244 p-value = 2.76e-06	rho = 0,2778201 p-value = 0,4081	rho = 0,6799408 p-value = 0,0009726	?	rho = -0,05684091 p-value = 0,7573

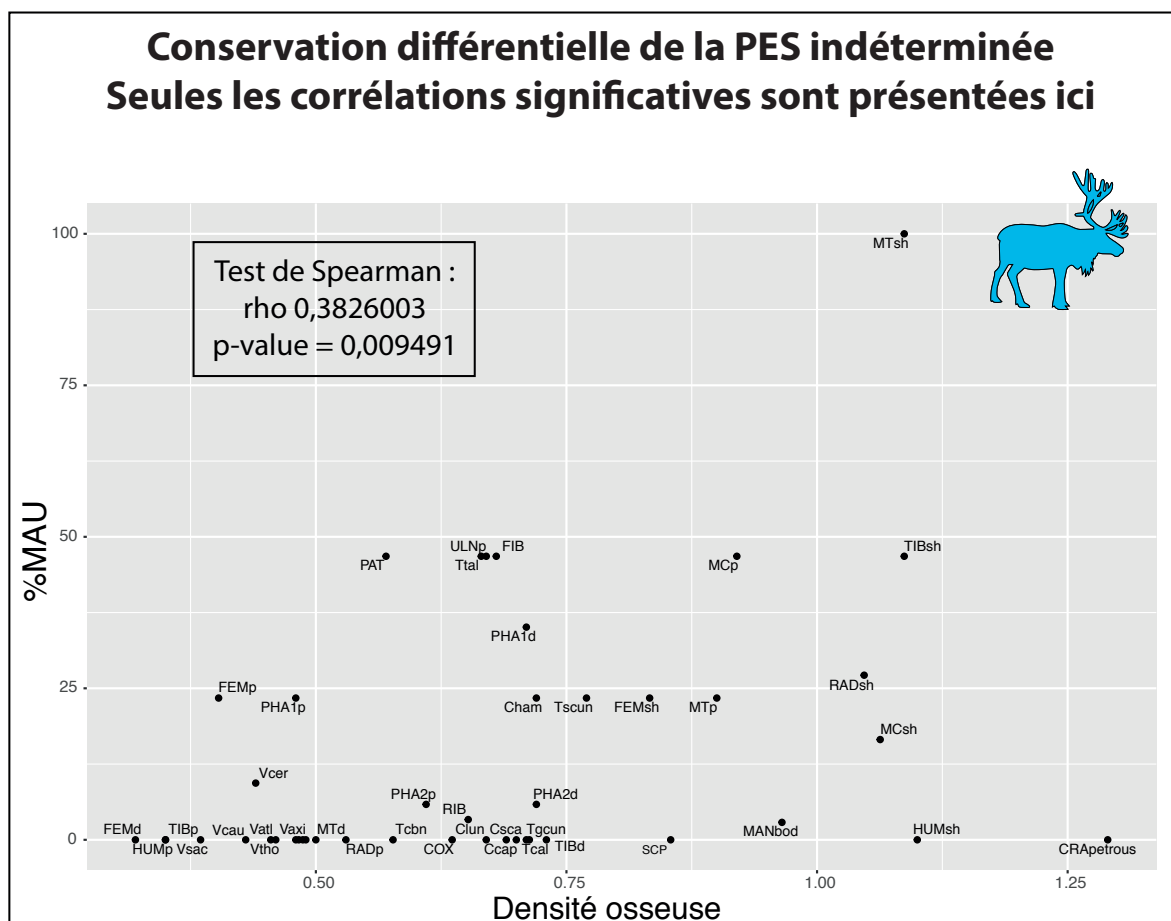
Annexe III.51 : Résultats de la confrontation des %MAU aux référentiels de densité osseuse pour les trois espèces (Renne, Équidés, Cerf) ayant livré une corrélation significative de la PES n°1.



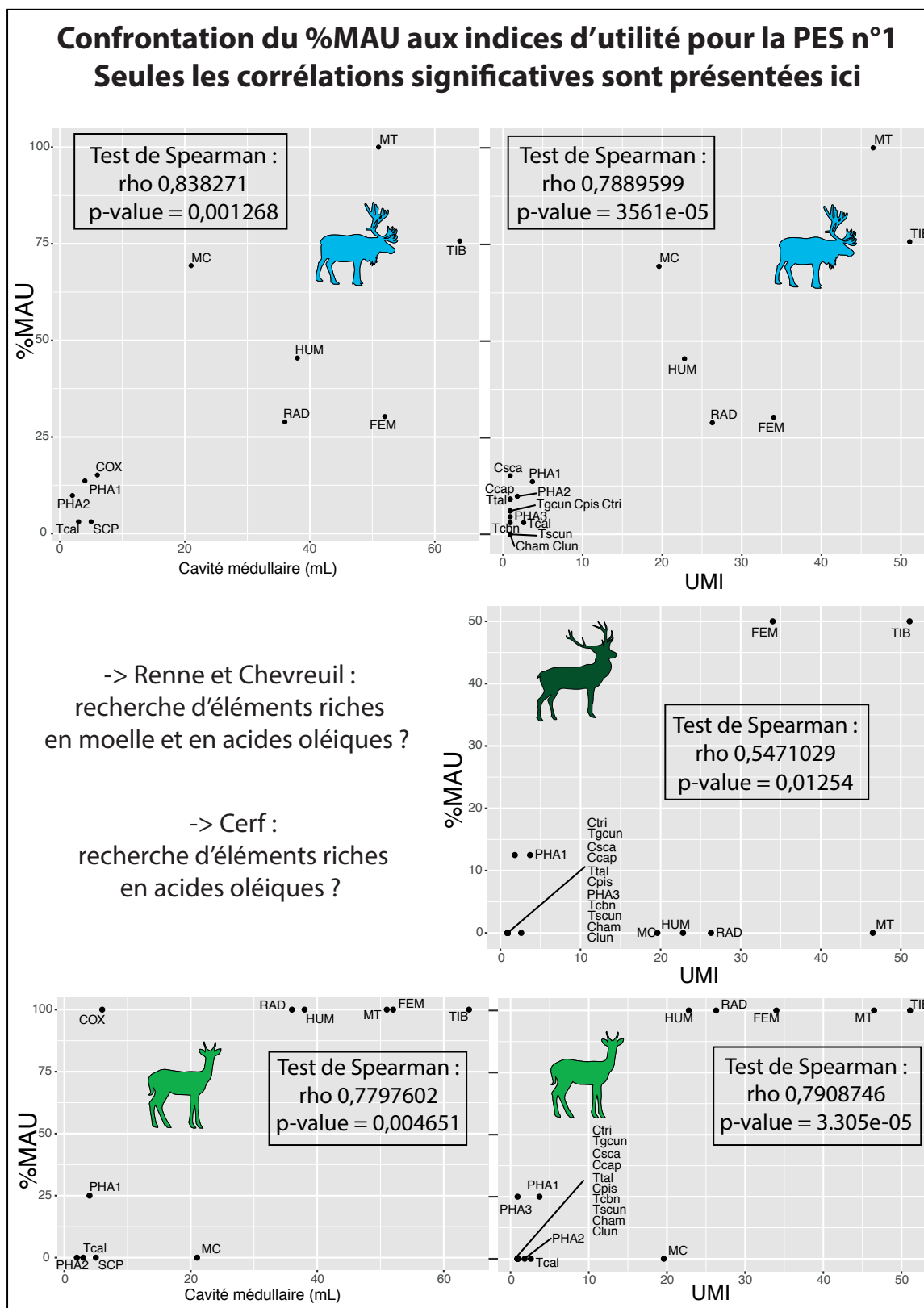
Annexe III.52 : Résultats de la confrontation des %MAU aux référentiels de densité osseuse pour les trois espèces (Cerf, Chevreuil, Renne) ayant livré une corrélation significative de la PES n°2.



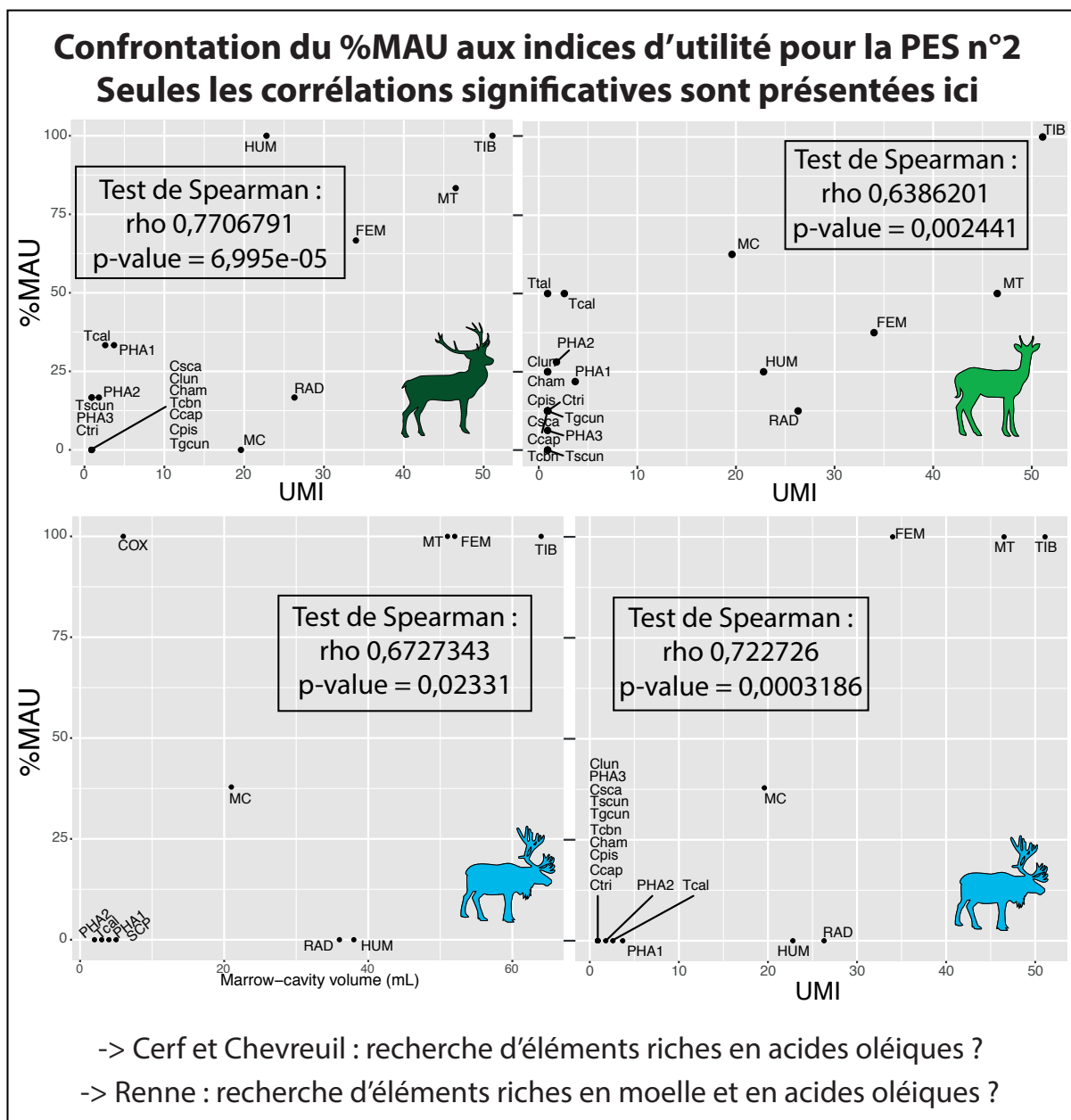
Annexe III.53 : Résultats de la confrontation des %MAU aux référentiels de densité osseuse pour les trois espèces (Cerf, Chevreuil, Renne) ayant livré une corrélation significative de la PES n°2.



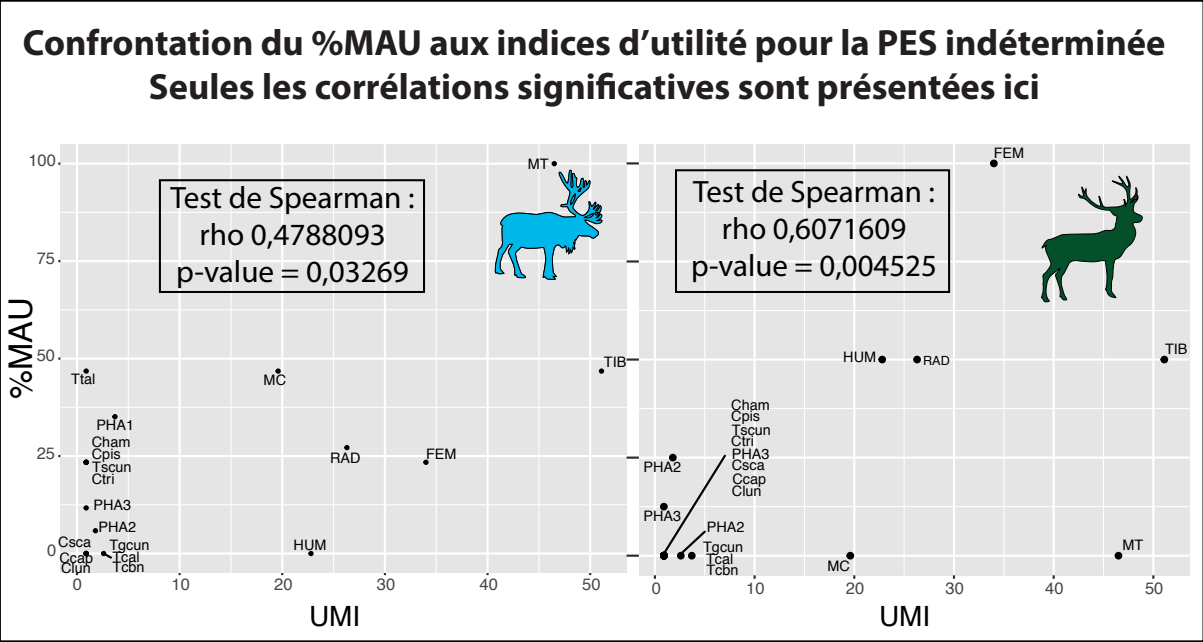
Annexe III.54 : Corrélations significatives obtenues lors de la confrontation du %MAU aux différents indices d'utilité nutritive des espèces principales de la PES n°1.



Annexe III.55 : Corrélations significatives obtenues lors de la confrontation du %MAU aux différents indices d'utilité nutritive des espèces principales de la PES n°2.



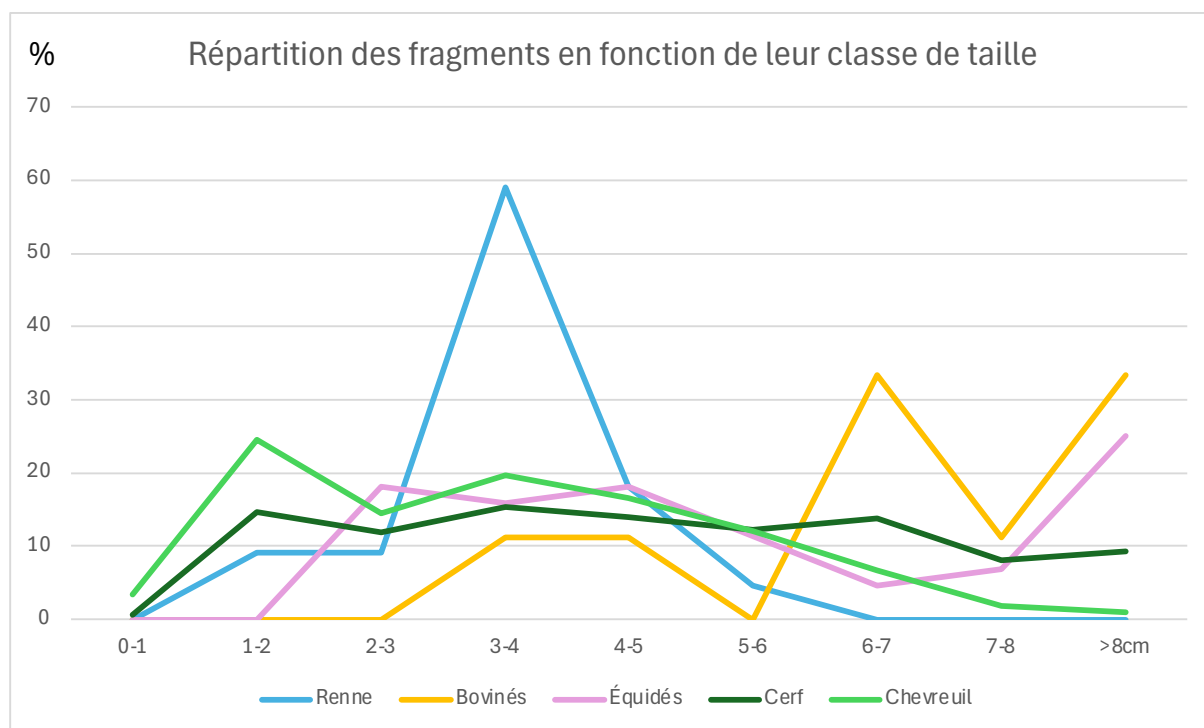
Annexe III.56 : Corrélations significatives obtenues lors de la confrontation du %MAU aux différents indices d'utilité nutritive des espèces principales de la PES indéterminée.



Annexe III.57 : Liste des abréviations utilisées dans les annexes donnant les résultats des corrélations significatives (Annexes III.50 à III.56).

Élément squelettique	Abréviation	Élément squelettique	Abréviation
Coxal	COX	Metatarses proximal	MTp
Astragale	Ttal	Metatarses diaphyse	MTsh
Atlas	Vatl	Metatarses distal	MTd
Axis	Vaxi	navicular	Tnav
Calcaneum	Tcal	cubo-naviculaire	Tcbr
Vertèbre caudale	Vcau	Phalange 1 proximal	PHA1p
cuboide	Tcub	Phalange 1 diaphyse	PHA1sh
cuneiforme	Tgcun	Phalange 1 distal	PHA1d
Mandibule corps	MANbod	Phalange 2 proximal	PHA2p
Cunéiforme externe	Tscun	Phalange 2 distal	PHA2d
Femur proximal	FEMp	Phalange 3	PHA3
Femur diaphyse	FEMsh	Patella	PAT
Femur distal	FEMd	Os petreux	CRApetrous
fibula	FIB	Radius proximal	RADp
Humerus proximal	HUMp	Radius diaphyse	RADsh
Humerus diaphyse	HUMsh	Radius distal	RADd
Humerus distal	HUMd	Côte	RIB
hyoide	HYO	Sacrum	Vsac
Vertèbre lombaire	Vlum	scaphoide	Csca
lunatum	Clun	Scapula	SCP
magnum	Ccap	Vertèbre thoracique	Vtho
Metacarpe proximal	MCp	Tibia proximal	TIBp
Metacarpe diaphyse	MCsh	Tibia diaphyse	TIBsh
Metacarpe distal	MCd	Tibia distal	TIBd
Métapode vestigial	MPV	Ulna proximal	ULNp
unciforme	Cham		

Annexe III.58 : Pourcentage de fragments par classe de taille et par taxon au sein de la PES n°2.



Annexe III.59 : Tableau donnant le détail des codes (d'après le système proposé par Soulier et Costamagno, 2017 ; Costamagno et Soulier, 2019) associés aux stries de la PES n°1. Nstrie = nombre de fois où le code a été enregistré.

Activités	Élément	Renne Code (Nstrie)	Bovins Code (Nstrie)	Équidés Code (Nstrie)	Cerf Code (Nstrie)	Chevreuil Code (Nstrie)
Décarnisation	Mandibule	Man_d (2), Man_gp (1)	Man_g (1)	Man_d (1)	-	-
	/ertèbre (cerv)	-	-	-	-	-
	vertèbre (tho)	Tv_a (4), Tv_l (1)	-	Tv_a (1)	-	-
	/ertèbre (lom)	-	-	-	-	-
	Scapula	Sc_e (3), Sc_ep (1)	-	-	-	-
	Humérus	Hd_f (2), Hd_gp (1), Hs_a (5), Hs_ap (2)	Hs_a (3)	-	-	-
	Radio-ulna	Rs_a (14), Rs_ap (2), Rs_b (2), Rs_c (4), Us_a (6), Us_ap (2)	Rs_a (1), Us_a (1)	Rs_ap (1), Us_a (1)	-	-
	Fémur	Fs_a (24), Fs_ap (6)	Fs_a (2), Fs_ap (1)	Fs_a (5), Fs_ap (1)	Fs_a (2), Fs_ap (1)	Fs_a (1)
	Tibia	Ts_a (5), Ts_ap (2), Ts_b (9), Ts_c (46), Ts_cp (9), Ts_d (3), Ts_e (11), Ts_ep (2)	Ts_b (2), Ts_c (4), Ts_cp (1), Ts_ep (1)	Ts_b (2), Ts_c (3)	Ts_b (2), Ts_c (4), Ts_cp (1), Ts_d (1), Ts_e (1)	Ts_c (1), Ts_cp (1)
	Calcanéum	-	-	-	-	-
Désarticulation	Mandibule	Man_e (3), Man_ep (1)	-	Man_e (2)	-	-
	/ertèbre (cerv)	Cv_k (1)	-	-	-	-
	vertèbre (tho)	Tv_i (1)	-	-	-	-
	/ertèbre (lom)	Lv_k (1)	-	-	-	-
	Humérus	-	-	Hd_h (1)	-	-
	Radio-ulna	-	-	-	-	-
	Coxal	-	-	-	-	-
	Fémur	Fp_a (1)	-	-	-	-
	Métatarse	-	-	-	-	Mtd_a (1)
	Carpes	Ctt_a (1)	-	-	-	-
	Tarses	CaL_c (1)	-	-	-	-
	Phalanges	Ph2_b (1)	-	-	-	-
Dépouillement	Mandibule	Man_b (1), Man_c (4)	Man_c (1)	Man_a (1), Man_b (1), Man_c (1)	-	-
	Carpes	-	-	-	-	-
	Métacarpe	Mcs_a (3), Mcs_b (6), Mcs_bp (1), Mcs_bs (1)	-	-	-	-
	Tibia	-	-	-	-	-
	Tarses	-	-	-	-	-
	Métatarse	Mts_a (19), Mts_ap (13), Mts_as (3), Mts_b (19), Mts_bp (8), Mts_bs (1)	Mts_a (1), Mts_b (1), Mts_bp (1)	-	-	-
	PhalangesV	Vest_a (1)	-	-	-	-
Tendon antérieur	Métacarpe	Mcp_b (1), Mcs_c (34), Mcs_cp (9)	Mcs_c (1), Mcs_cp (1)	-	-	-
	Métatarse	Mtp_c (2), Mts_c (74), Mts_cp (39)	Mtd_cp (1), Mts_c (11),	Mts_c (1)	-	Mts_c (2)
	Phalanges	-	-	-	-	-
Tendon postérieur	Métacarpe	Mcs_f (1), Mcs_fp (2)	-	-	-	-
	Métatarse	Mts_f (5), Mts_fp (2)	-	Mts_f (1)	-	-
	Phalanges	-	-	-	-	-

Annexe III.60 : Tableau donnant le détail des codes (d'après le système proposé par Soulier et Costamagno, 2017 ; Costamagno et Soulier, 2019) associés aux stries de la PES n°2. Nfrag_strié = nombre de fois où le code a été enregistré.

Activités	Élément	Renne Code (Nstrie)	Bovins Code (Nstrie)	Équidés Code (Nstrie)	Cerf Code (Nstrie)	Chevreuil Code (Nstrie)
Décarnisation	Mandibule	-	Man_gp (1)	Man_d (4), Man_dp (1), Man_g (2)	Man_g (1)	Man_d (2), Man_g (2)
	/ertèbre (cerv)	-	-	-	Cv_g	-
	Vertèbre (tho)	-	-	-	Tv_a (1)	Tv_a (1), Tv_ap (1)
	Vertèbre (lom)	-	-	-	-	-
	Scapula	-	-	-	Sc_e (2)	Sc_b (2), Sc_bp (1), Sc_d (1)
	Humérus	-	-	-	Hd_ap (1), Hs_a (10), Hs_ap (3)	Hd_f (1), Hs_a (4), Hs_ap (1)
	Radio-ulna	-	-	-	Rp_d (1), Rp_f (1), Rs_a (5), Rs_ap (1), Rs_c (1), Us_a (1), Us_ap (1)	Rs_a (5)
	Fémur	Fs_a (2)	-	-	Fs_a (21), Fs_ap (10)	Fs_a (6), Fs_ap (4)
	Tibia	-	Ts_c (1)	-	Ts_a (1), Ts_b (6), Ts_c (16), Ts_cp (7)	Ts_ap (1), Ts_b (3), Ts_c (14), Ts_cp (8), Ts_e (4), Ts_ep (1)
	Calcanéum	-	-	-	-	-
Désarticulation	Mandibule	-	-	-	-	Man_e (1)
	/ertèbre (cerv)	-	-	-	At_a (1)	-
	Vertèbre (tho)	-	-	-	-	-
	Vertèbre (lom)	-	-	-	-	-
	Humérus	-	-	-	Hd_h (1)	-
	Radio-ulna	-	-	-	-	-
	Coxal	-	-	-	-	-
	Fémur	-	-	-	-	-
	Métatarse	-	-	-	-	-
	Carpes	-	-	-	-	Lun-a (1)
	Tarses	-	-	-	Cbn_a (1)	Cbn_a (1), Tal_c (1)
	Phalanges	-	-	-	-	-
Dépouillement	Mandibule	-	Man_cp (1)	-	Man-a (1), Man_b (2), Man_c (1)	Man_c (3)
	Carpes	-	-	-	-	-
	Métacarpe	-	-	-	Mcs_a (1), Mcs_ap (2), Mcs_b (1), Mcs_bs (1)	Mcs_a (1), Mcs_bs (1), Mcs_e (1)
	Tibia	-	-	-	-	-
	Tarses	-	-	-	-	-
	Métatarse	-	-	-	Mts_a (4), Mts_ap (3), Mts_b (6), Mts_bp (2), Mts_bs (2)	Mts_a (1), Mts_as (2)
	PhalangesV	-	-	-	-	-
Tendon antérieur	Métacarpe	-	-	-	Mcs_c (7), Mcs_cp (8)	Mcs_c (3), Mcs_cp (1)
	Métatarse	Mts_c (1)	-	-	Mts_c (14), Mts_cp (8)	Mts_c (15), Mtp_c (1), Mts_cp (5)
	Phalanges	-	-	-	-	Ph1_f (1)
Tendon postérieur	Métacarpe	Mcs_fp (1)	-	-	Mcs_f (4), Mcs_fp (1)	-
	Métatarse	-	-	-	Mts_f (10), Mts_fp (1)	Mts_f (2), Mts_fp (1)
	Phalanges	-	-	-	-	-

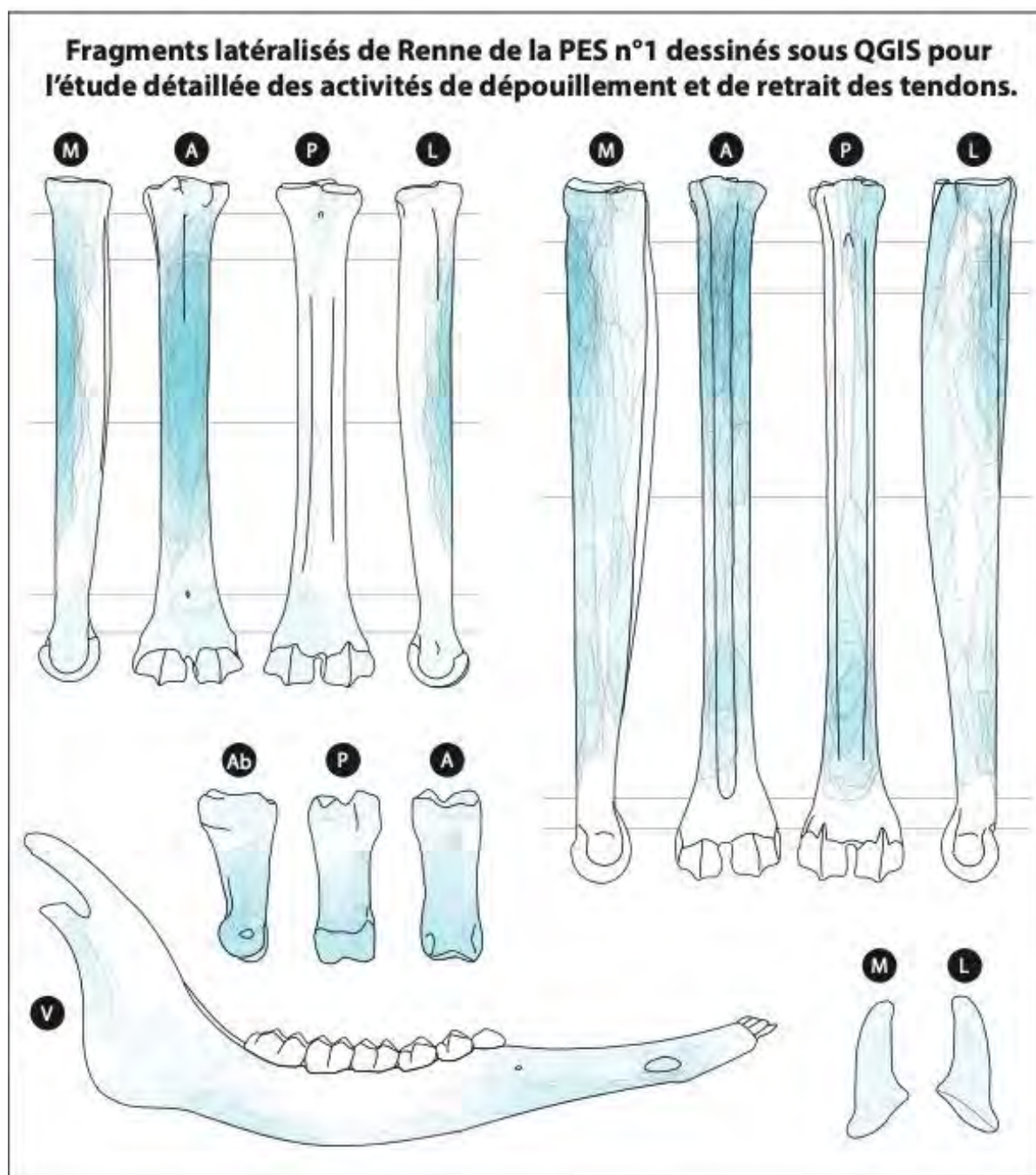
Annexe III.61 : Décomptes du nombre de fois où un code a été enregistré et relié à une activité sur chaque fragment de la PES indéterminée. Nfrag_strié = nombre de fragments sur lesquels le code a été enregistré (note : un fragment peut porter plusieurs stries reliées au même code, dans ce cas nous comptons 1) ; NRfrag = Nombre de restes.

Activités	Élément	Renne		Bovins		Équidés		Cerf		Chevreuil	
		Nfrag_strié	NRfrag	Nfrag_strié	NRfrag	Nfrag_strié	NRfrag	Nfrag_strié	NRfrag	Nfrag_strié	NRfrag
Décarnisation	Mandibule	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
	Vertèbre (cerv)	-	3	-	-	-	2	-	1	-	2
	Vertèbre (tho)	-	4	-	-	1	1	-	2	-	3
	Vertèbre (lom)	1	3	-	-	-	-	-	3	-	5
	Scapula	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-
	Humérus	2	4	-	1	3	3	1	2	1	2
	Radio-ulna	1	13	-	1	2	1	1	3	1	7
	Fémur	1	11	-	1	1	3	4	6	3	5
	Tibia	3	15	-	1	3	2	7	12	-	7
	Calcaneum	-	-	-	-	-	1	-	2	-	1
TOTAL		8	54	0	4	13	15	13	31	5	34
Désarticulation	Mandibule	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
	Vertèbre (cerv)	-	3	-	-	-	2	-	1	-	2
	Vertèbre (tho)	-	4	-	-	-	1	-	2	-	3
	Vertèbre (lom)	-	3	-	-	-	-	-	3	-	5
	Humérus	-	4	-	1	-	3	-	2	1	2
	Radio-ulna	-	13	-	1	-	1	-	3	-	7
	Coxal	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
	Fémur	-	11	-	1	-	3	-	6	-	5
	Métatarse	1	49	-	3	-	1	-	19	-	57
	Carpes	-	4	-	-	-	2	-	-	-	5
	Tarses	-	4	-	-	-	2	2	3	-	4
	Phalanges	-	25	-	1	-	-	-	11	-	39
TOTAL		1	122	0	7	0	15	2	50	1	132
Dépouillement	Mandibule	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2
	Carpes	-	4	-	-	-	2	-	-	-	5
	Métacarpe	1	8	-	2	1	4	1	12	-	9
	Tibia	-	15	-	7	-	2	-	12	-	7
	Tarses	-	4	-	-	-	2	-	3	-	4
	Métatarse	5	49	-	3	-	1	-	19	3	57
	PhalangesV	-	10	-	-	-	-	-	3	-	3
TOTAL		6	91	0	12	2	11	1	49	3	87
Tendon antérieur	Métacarpe	2	8	1	2	-	4	5	12	-	9
	Métatarse	13	49	2	3	-	1	-	19	12	57
	Phalanges	-	25	-	1	-	-	-	11	-	39
	TOTAL	15	82	3	6	0	5	5	42	12	105
Tendon postérieur	Métacarpe	-	8	-	2	1	4	-	12	-	9
	Métatarse	-	49	-	3	-	1	1	19	3	57
	Phalanges	-	25	-	1	-	-	-	11	-	39
	TOTAL	0	82	0	6	1	5	1	42	3	105

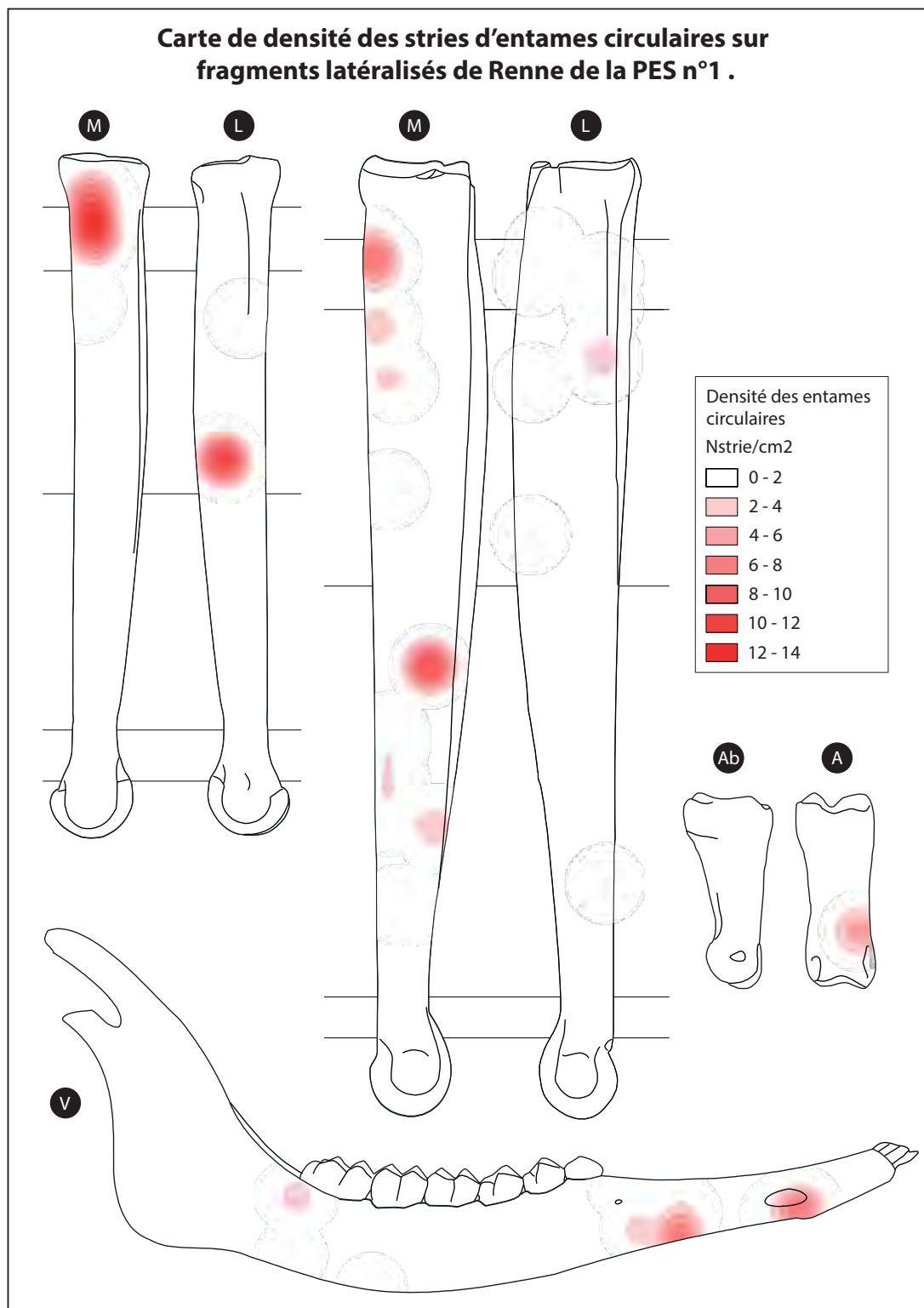
Annexe III.62 : Tableau donnant le détail des codes (d'après le système proposé par Soulier et Costamagno, 2017 ; Costamagno et Soulier, 2019) associés aux stries de la PES indéterminée. Nstrie = nombre de stries.

Activités	Élément	Renne Code (Nstrie)	Bovins Code (Nstrie)	Équidés Code (Nstrie)	Cerf Code (Nstrie)	Chevreuil Code (Nstrie)
Décarnisation	Mandibule	-	-	-	-	-
	/ertèbre (cerv)	-	-	-	-	-
	Vertèbre (tho)	-	-	Tv_a (1)	-	Tv_a (1)
	Vertèbre (lom)	Lv_a (1)	-	-	-	-
	Scapula	-	-	Sc_b (1), Sc_c (1), Sc_e (1)	-	-
	Humérus	Hd_f (1), Hs_a (1)	-	Hp_ap (1), Hs_a (1), Hs_ap (1)	Hs_a (1)	Hs_a (1)
	Radio-ulna	Rs_b (1)	-	Rs_a (1), Rs_ap (1)	Rs_a (1)	Rs_a (1)
	Fémur	Fs_a (1)	-	Fs_a (1)	Fs_a (4)	Fs_a (2), Fs_ap (1)
	Tibia	Ts_b (1), Ts_c (1), Ts_e (1)	-	Ts_a (1), Ts_c (2)	Ts_a (1), Ts_b (3), Ts_c (1), Ts_cp (1), Ts_d (1)	-
	Calcaneum	-	-	-	-	-
Désarticulation	Mandibule	-	-	-	-	-
	/ertèbre (cerv)	-	-	-	-	-
	Vertèbre (tho)	-	-	-	-	-
	Vertèbre (lom)	-	-	-	-	-
	Humérus	-	-	-	-	Hd_d (1)
	Radio-ulna	-	-	-	-	-
	Coxal	-	-	-	-	-
	Fémur	-	-	-	-	-
	Métatarse	Mtd_a (1)	-	-	-	-
	Carpes	-	-	-	-	-
Dépouillement	Tarses	-	-	-	CaLe (1), TaLa (1)	-
	Phalanges	-	-	-	-	-
	Mandibule	-	-	Man_a (1)	-	-
	Carpes	-	-	-	-	-
	Métacarpe	-	-	Mcs_bs (1)	Mcs_b (1)	-
	Tibia	-	-	-	-	-
	Tarses	-	-	-	-	-
	Métatarse	Mts_a (2), Mts_ap (1), Mts_b (1), Mts_bs (1)	-	-	-	Mts_as (1), Mts_b (2)
	PhalangesV	-	-	-	-	-
	Phalanges	-	-	-	-	-
Tendon antérieur	Métacarpe	Mcs_c (1), Mcs_cp (1)	Mcs_cp (1)	-	Mcs_c (4), Mcs_cp (1)	-
	Métatarse	Mts_c (8), Mts_cp (5)	Mts_c (1), Mts_cp (1)	-	-	Mts_c (8), Mts_cp (4)
	Phalanges	-	-	-	-	-
Tendon postérieur	Métacarpe	-	-	Mcs_fp (1)	-	-
	Métatarse	-	-	-	Mts_fp (1)	Mts_f (2), Mts_fp (1)
	Phalanges	-	-	-	-	-

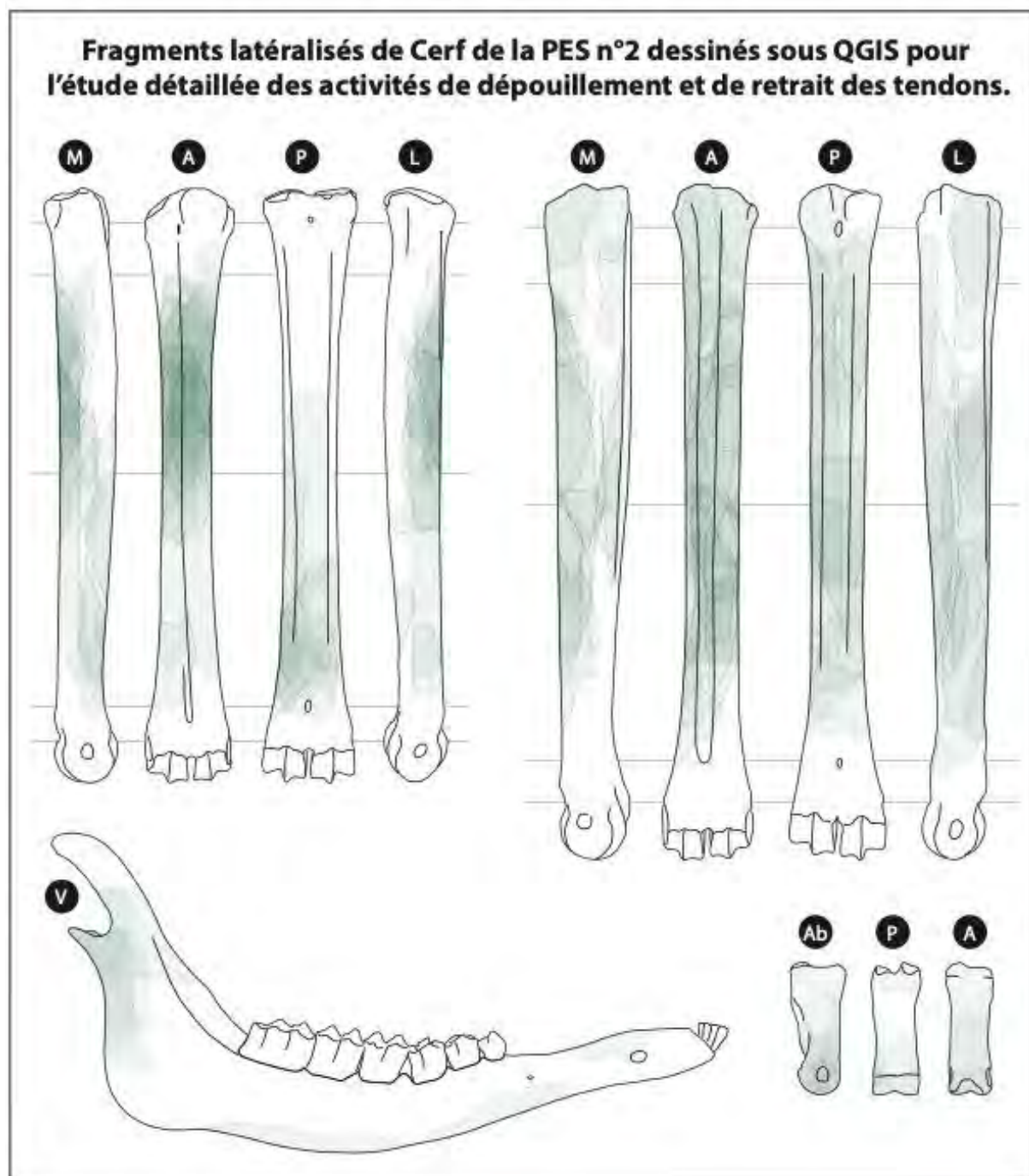
Annexe III.63 : Fragments latéralisés de mandibules, métapodes, premières phalanges et troisièmes phalanges vestigiales de Renne de la PES n°1 dessinés sous QGIS (en bleu clair) pour l'analyse détaillée des stries de dépouillement et de retrait des tendons.



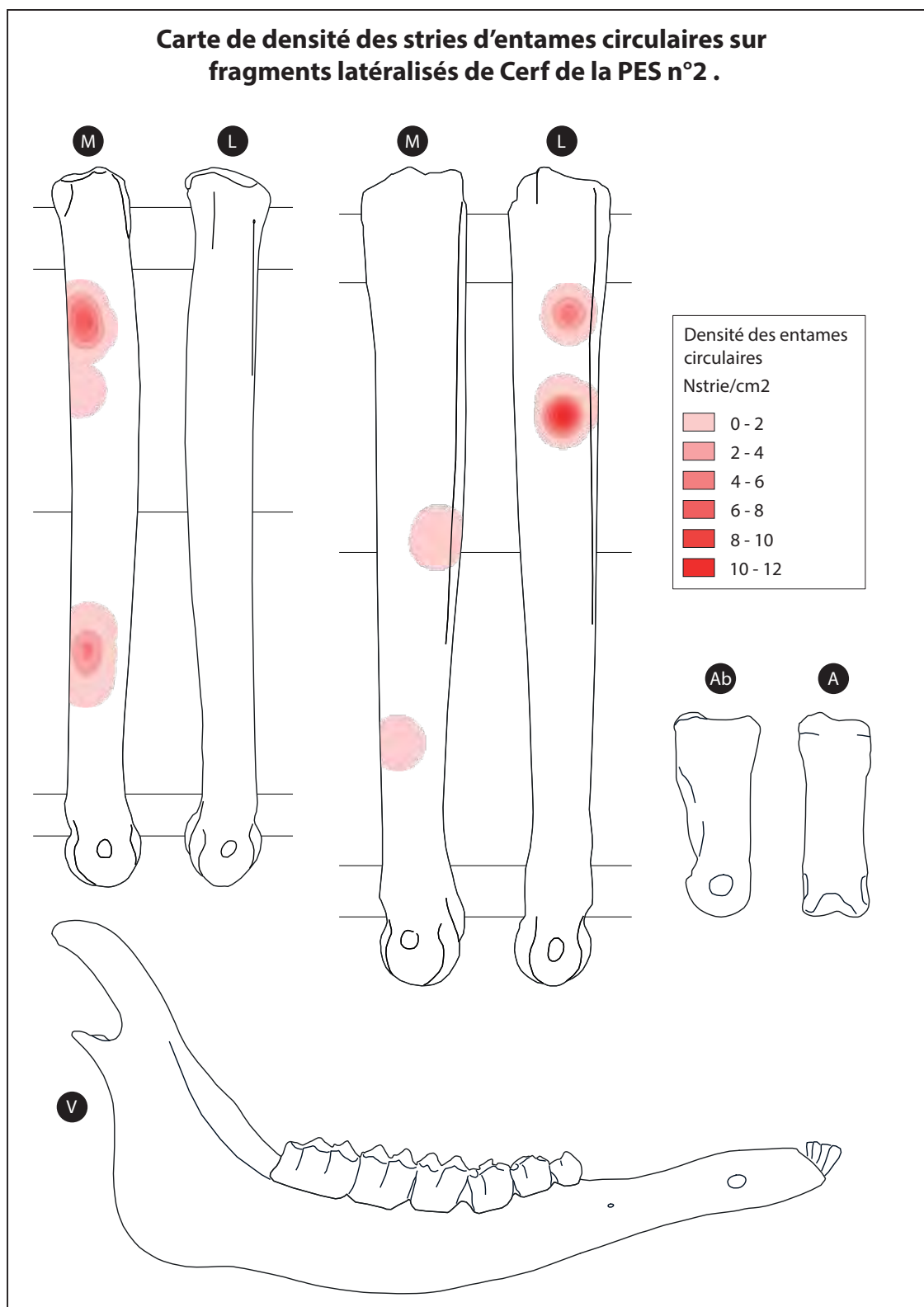
Annexe III.64 : Analyse de densité des stries d'entames circulaires de dépouillement sur fragments de mandibules, métacarpes, métatarses, et premières phalanges de Renne de la PES n°1.



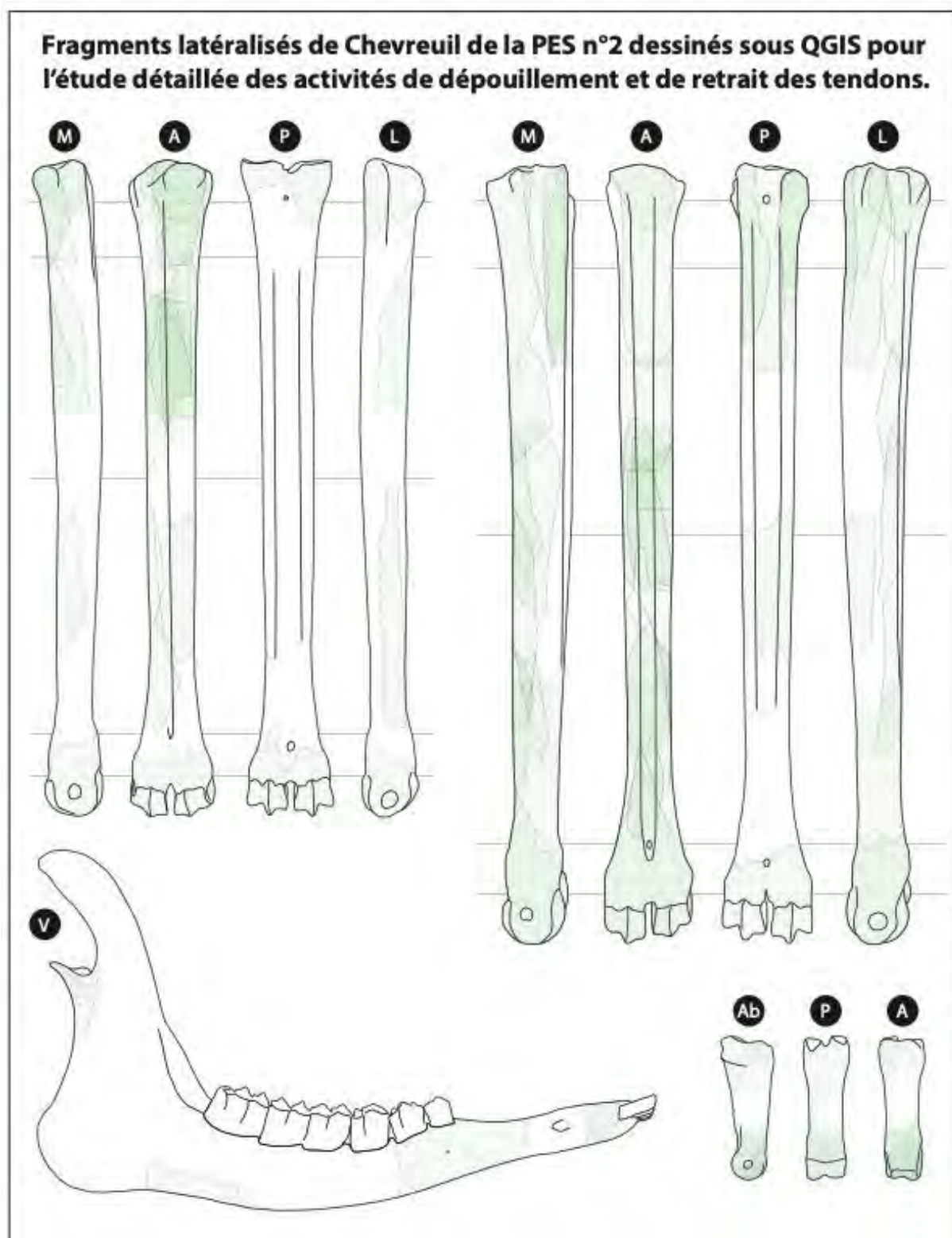
Annexe III.65 : Fragments latéralisés de mandibules, métacarpes, métatarses et premières phalanges de Cerf de la PES n°2 dessinés sous QGIS (en vert foncé) pour l'analyse détaillée des stries de dépouillement et de retrait des tendons.



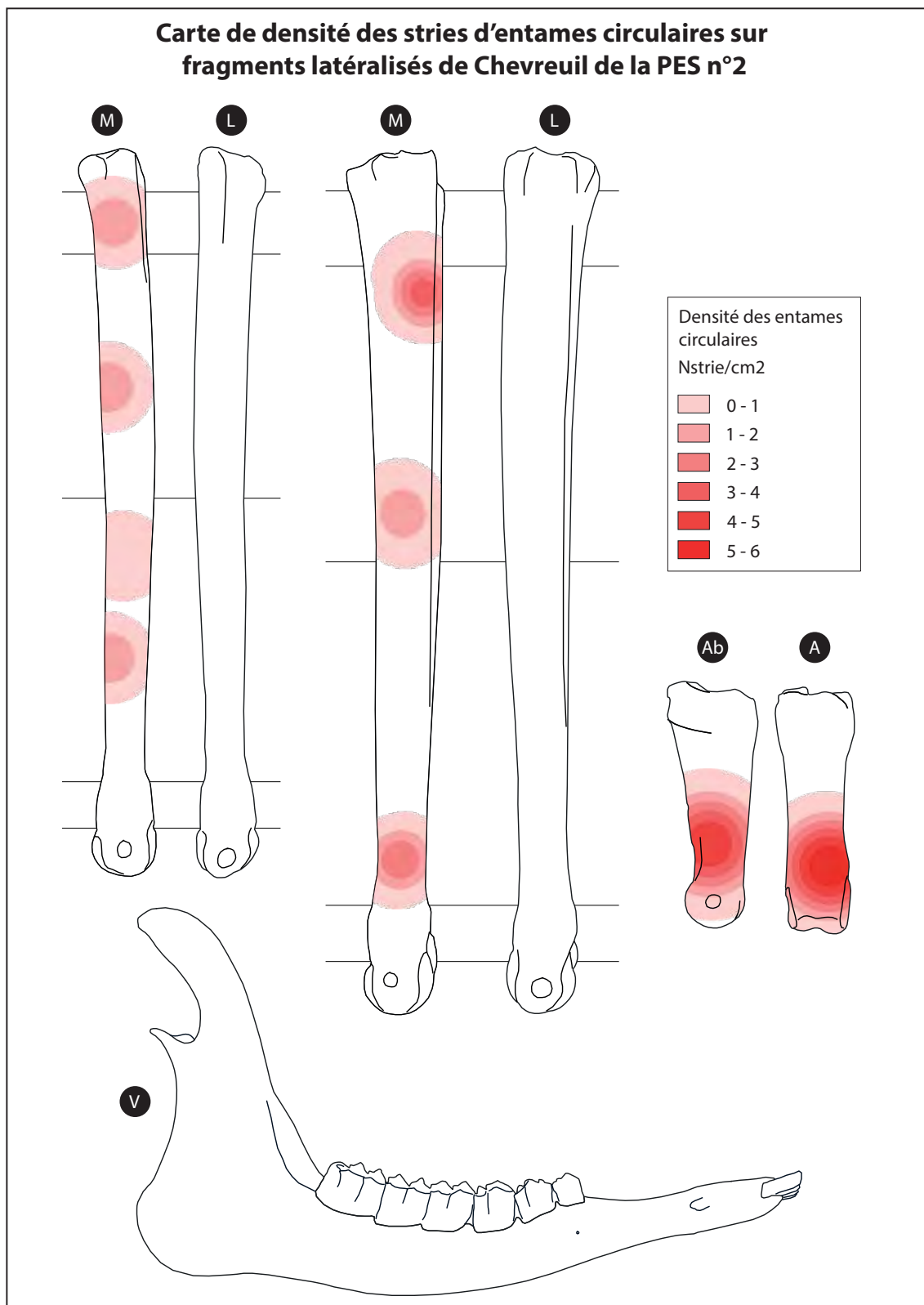
*Annexe III.66 : Analyse de densité des stries d'entames circulaires de
dépouillement sur fragments de mandibules, métacarpes, métatarses, et
premières phalanges de Cerf de la PES n°2.*



Annexe III.67 : Fragments latéralisés de mandibules, métacarpes, métatarses et premières phalanges de Chevreuil de la PES n°2 dessinés sous QGIS (en vert clair) pour l'analyse détaillée des stries de dépouillement et de retrait des tendons.



Annexe III.68 : Analyse de densité des stries d'entames circulaires de dépouillement sur fragments de mandibules, métacarpes, métatarses, et premières phalanges de Chevreuil de la PES n°2.



*Annexe III.69 : Tableau décomptant le nombre de stries de dépouillement
(transverses, obliques et longitudinales) sur fragments de mandibule,
métapodes et premières phalanges, et le nombre moyen de stries (en ratio) par
fragments pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).*

Taxon	Élément squelettique	Face médiale (MTP, PHAV) et antérieure (pha1)						Face latérale (MTP, PHAV) et abaxiale (PHA)						Total					
		Ntrans.	Nobl.	Nlong.	Nstrie	Nfrag	Ratio	Ntrans.	Nobl.	Nlong.	Nstrie	Nfrag	Ratio	Ntrans.	Nobl.	Nlong.	Nstrie	Nfrag	Ratio
Renne (PES n°1)	mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	86	16	131	17	7,7
	métacarpe	21	52	14	87	39	2,2	12	13	2	27	28	1,0	33	65	16	114	67	1,7
	métatarse	36	80	31	147	49	3,0	10	81	21	112	49	2,3	46	161	52	259	98	2,6
	phalange 1	5	0	0	5	13	0,4	2	8	0	10	13	0,8	7	8	0	15	26	0,6
	phalangeV	0	0	0	0	2	-	0	1	0	1	2	-	0	1	0	1	4	-
Total		62	132	45	239	103	2,3	24	103	23	150	92	1,6	115	321	84	520	212	2,5
Cerf (PES n°2)	mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	23	1	24	3	-
	métacarpe	19	26	7	52	15	3,5	0	16	5	21	11	1,9	19	42	12	73	26	2,8
	métatarse	3	17	13,0	33,0	17	1,9	17	18,0	13,0	48,0	15	3,2	20	35,0	26,0	81,0	32	2,5
	phalange 1	0	0	0,0	0,0	4	-	0	0	0	0	7	-	0	0,0	0,0	0,0	11	0,0
	Total	22	43	20	85	36	2,4	17	34	18	69	33	2,1	39	100	39	178	72	2,5
Chevreuil (PES n°2)	mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0,0	1,0	4	-
	métacarpe	7	3	0,0	10,0	7	-	0	16	0	16	4	-	7	19,0	0,0	26,0	11	2,4
	métatarse	9	6	1,0	16,0	12	1,3	0	11	4	15	11	1,4	9	17	5	31	23	1,3
	phalange 1	6	0	0,0	6,0	7	-	5	0	0	5	7	-	11	0,0	0,0	11,0	14	0,8
	Total	22	9	1	32	26	1,2	5	27	4	36	22	1,6	27	37	5	69	52	1,3

*Annexe III.70 : Tableau décomptant le nombre de fragments portant des stries
de dépouillement (transverses, obliques et longitudinales) sur fragments de
mandibule, métapodes et premières phalanges, et le nombre moyen de stries
(en ratio) par fragments pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES
n°2).*

Taxon	Élément squelettique	Face médiale (MTP, PHAV) et antérieure (pha1)						Face latérale (MTP, PHAV) et abaxiale (PHA)						Total					
		Nfrag_ striéT	Nfrag_ striéO	Nfrag_ striéL	Nfrag_ strié	%frag_ strié		Nfrag_ striéT	Nfrag_ striéO	Nfrag_ striéL	Nfrag_ strié	%frag_ strié		Nfrag_ striéT	Nfrag_ striéO	Nfrag_ striéL	Nfrag_ strié	%frag_ strié	
Renne (PES n°1)	mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	11	6	17	8	-
	métacarpe	3	9	7	39	16	41,0	2	6	1	28	8	28,6	5	15	8	67	24	35,8
	métatarse	11	18	14	49	21	42,9	6	12	8	49	18	36,7	17	30	22	98	39	39,8
	phalange 1	1	0	0	13	1	-	1	0	0	13	1	-	2	2	0	26	2	-
	phalangeV	0	0	0	2	0	-	0	1	0	2	1	-	0	1	0	4	1	-
Total		15	27	21	103	38	36,9	9	19	9	92	28	30,4	32	59	36	212	72	34,0
Cerf (PES n°2)	mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2	1	3	3	-
	métacarpe	4	7	3	15	10	-	0	5	2	11	5	-	4	12	5	26	15	57,7
	métatarse	2	4	4	17	6	-	2	3	4	15	7	-	4	7	8	32	13	40,6
	phalange 1	0	0	0	4	0	-	0	2?	0	7	2?	-	0	2?	0	11	2?	-
	Total	6	11	7	36	16	44,4	2	10?	6	33	14	42,4	8	23?	14	72	33	45,8
Chevreuil (PES n°2)	mandibule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	4	1	-
	métacarpe	2	2	0	7	2	-	0	2	0	4	2	-	2	4	0	11	4	-
	métatarse	2	2	0	12	6	-	0	2	1	11	2	-	2	4	1	23	8	34,78
	phalange 1	0	0	0	7	0	-	1	0	0	7	1	-	1	0	0	14	1	-
	Total	4	4	0	26	8	30,8	1	4	1	22	5	22,7	5	5	1	52	14	26,9

Annexe III.71 : Tableau décomptant le nombre de stries de retrait des tendons sur fragments de métapodes et premières phalanges, et le nombre moyen de stries (en ratio) par fragments pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).

Taxon	Élément squelettique	Face antérieure				Face postérieure				Total			
		Nstrie	%Nstrie	Nfrag	Ratio	Nstrie	%Nstrie	Nfrag	Ratio	Nstrie	%Nstrie	Nfrag	Ratio
Renne (PES n°1)	métacarpe	329	54,0	49	6,7	1	2,9	8	-	330	51,3	57	5,8
	métatarse	278	45,6	63	4,4	32	94,1	25	1,3	310	48,2	88	3,5
	phalange 1	2	0,3	13	0,2	1	2,9	15	0,1	3	0,5	28	0,1
	Total	609	100	125	4,9	34	100	48	0,7	643	100	173	3,7
Cerf (PES n°2)	métacarpe	124	67,4	16	7,8	25	32,5	7	-	149	57,1	23	6,5
	métatarse	56	30,4	25	2,2	52	67,5	12	4,3	108	41,4	37	2,9
	phalange 1	4	2,2	3	-	0	0	4	-	4	1,5	7	-
	Total	184	100	44	4,2	77	100	23	3,3	261	100	67	3,9
Chevreuil (PES n°2)	métacarpe	12	24,5	12	1,0	0	0	3	-	12	18,5	15	0,8
	métatarse	36	73,5	12	3,0	16	100	6	-	52	80	18	2,9
	phalange 1	1	2,0	7	-	0	0	4	-	1	1,5	11	0,1
	Total	49	100	31	1,6	16	100	13	1,2	65	100	44	1,5

Annexe III.72 : Tableau décomptant le nombre de fragments portant des stries de retrait des tendons pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).

Taxon	Élément squelettique	Face antérieure				Face postérieure				Total			
		Nfrag	Nfrag_ strié	%frag_ strié	NME_ tendon	Nfrag	Nfrag_ strié	%frag_ strié	NME_ tendon	Nfrag	Nfrag_ strié	%frag_ strié	NME_ tendon
Renne (PES n°1)	métacarpe	49	37	75,5	24	8	1	-	1	57	38	66,7	24
	métatarse	63	40	63,5	19	25	9	36	5	88	49	55,7	24
	phalange 1	13	2	-	2	15	0	-	0	28	2	7,1	2
	Total	125	79	63,2	45	48	10	20,8	6	173	89	51,4	50
Cerf (PES n°2)	métacarpe	16	9	-	9	7	4	-	4	23	13	56,5	13
	métatarse	25	11	44	4	12	5	-	4	37	16	43,2	8
	phalange 1	3	1	-	2	4	0	-	0	7	1	-	2
	Total	44	21	47,7	15	23	9	39,1	8	67	30	44,8	23
Chevreuil (PES n°2)	métacarpe	12	2	-	2	3	0	-	0	15	2	-	2
	métatarse	12	4	-	4	6	3	-	2	18	7	-	6
	phalange 1	7	1	-	1	4	0	-	0	11	1	-	1
	Total	31	7	22,6	7	13	3	-	2	44	10	22,7	9

Annexe III.73 : Décomptes des restes brûlés au moins carbonisés au sein de la PES n°2. NR234 = nombre de restes au moins carbonisés ; NR1234 = nombre de restes brûlés ; %carbo = pourcentage de restes au moins carbonisés par rapport aux restes brûlés. CF2 et CF3 = foyers n°2 et 3 (cf. Annexes I.1 et I.2).

Carré	Coordonnées			Tamis déterminés (6 mm)			Tamis indéterminés (6-2mm)			Total		
	NR234	NR1234	%carbo	NR234	NR1234	%carbo	NR234	NR1234	%carbo	NR234	NR1234	%carbo
CF2	0	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-
CF3	3	3	-	0	0	-	-	-	-	3	3	-
E18	4	4	-	1	1	-	-	-	-	5	5	-
F18	7	9	-	3	3	-	-	-	-	10	12	83,3%
G18	43	56	76,8%	10	10	100%	-	-	-	53	66	80,3%
H17	32	39	82,1%	5	5	-	-	-	-	37	44	84,1%
H18	22	22	100%	3	4	-	506	754	67,3%	531	780	68,1%
I17	4	4	-	0	0	-	-	-	-	4	4	-
I18	3	3	-	0	0	-	-	-	-	3	3	-
J16	4	4	-	0	0	-	-	-	-	4	4	-
J17	17	19	89,5%	6	6	-	209	270	77,4%	232	295	78,7%
J18	17	17	100%	4	5	-	-	-	-	21	22	95,5%
J20	0	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-
K16	1	1	-	0	0	-	-	-	-	1	1	-
K17	3	3	-	0	0	-	-	-	-	3	3	-
K18	4	6	-	8	8	-	-	-	-	12	14	85,7%
L16	0	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-
Total	164	190	86,3%	40	42	95,2%	715	1024	69,8%	919	1256	73,2%

Annexe III.74 : Décomptes du nombre de fragments de tissu compact et spongieux non brûlés pour les unités PES n°1, n°2 et indéterminée, au sein des carrés J17 et H18 (vestiges coordonnés et refus de tamis maille 6 et 2 mm inclus). Le ratio_sp représente le ratio (en pourcentage) du nombre de restes spongieux par rapport au nombre de restes total (spongieux + compact).

Classes de taille	PES n°1				PES n°2				PES indéterminée			
	compact	spongieux	total	ratio_sp	compact	spongieux	total	ratio_sp	compact	spongieux	total	ratio_sp
< 1 cm	477	328	805	40,7	385	191	576	33,2	1094	599	1693	35,4
1 - 2 cm	1878	678	2556	26,5	1382	399	1781	22,4	3283	1014	4297	23,6
2 - 3 cm	546	135	681	19,8	387	69	456	15,1	725	115	840	13,7
3 - 4 cm	231	66	297	22,2	163	27	190	14,2	142	15	157	9,6
4 - 5 cm	133	42	175	24	87	14	101	13,9	45	11	56	19,6
> 5 cm	185	41	226	18,1	99	11	110	10	108	8	116	6,9

Annexe IV.1 : Étude préliminaire des communautés de petits mammifères de la séquence (niveaux 5 à 7 ; PES n°1, n°2 et indéterminée). Ce travail inédit a été réalisé et écrit par Aurélien Royer.

Les refus de tamis du Roc-de-Marsal ont livré une quantité relativement importante de vestiges de rongeurs et d'eulipothyphes, malgré un tamisage avec une maille de 2 mm (tab. 1). La présente note se base sur une analyse préliminaire d'environ 1200 vestiges provenant de 15 refus de tamis (issus des carrés J17 et H18), dont 5 qui ont pu être réattribués à la PES 1, 1 à la PES 2, et 8 à aucune de ces deux PES (PES IND).

Selon les ensembles archéologiques définis au préalable, les couches 5, 6 et 7, l'analyse taxonomique des vestiges de petits mammifères met en évidence, dans ces couches, l'association de plusieurs espèces vivant actuellement dans la région, telles que le campagnol des champs, le campagnol agreste, le campagnol terrestre, le mulot, le lérot, et plusieurs espèces de musaraignes, avec deux taxons caractéristiques des périodes froides du Pléistocène supérieur, le campagnol des neiges (*Chionomys nivalis*) et le campagnol des hauteurs (*Stenocranius gregalis*). Identifier ce type d'associations, qui présentent la particularité de ne pas avoir d'analogue actuel, permet d'envisager plusieurs interprétations, comme l'existence de refuges pour les espèces les plus tempérées ou la formation de communautés de transition.

Ensembles archéologiques		Couche 5	Couche 6	Couche 7	PES_1	PES_IND	PES_2
n refus de tamis		11	1	2	7	8	1
n vestiges enregistrés		861	376	244	390	772	110
<i>Apodemus</i> sp.	n mand + max	4	2	1	0	7	0
Murinae	n incisives	1	1	6	0	6	2
<i>Arvicola cf. amphibius</i>	n m1inf	28	8	9	13	27	5
<i>Chionomys nivalis</i>	n m1inf	6	0	2	4	3	1
<i>Eliomys quercinus</i>	n mand	1	0	0	0	1	0
<i>Microtus agrestis s.l.</i>	n m1inf+m2sup	31*	11	5	10*	36	1
<i>Microtus arvalis</i>	n m1inf	43	14	14	17	49	5
<i>Microtus arvalis/agrestis s.l.</i>	n m1inf	65	27	10	37	60	5
<i>Microtus</i> sp.	n m1inf	19	0	0	13	6	0
<i>Stenocranius gregalis</i>	n m1inf	8	1	0	7	2	0
<i>Crociodura</i> sp.	n mand	0	0	2	0	2	0
<i>Neomys</i> sp.	n mand	3	1	0	2	2	0
<i>Sorex minutus</i>	n mand	1	0	0	0	1	0
<i>Sorex araneus/coronatus</i>	n mand	0	1	1	0	2	0
<i>Talpa</i> sp.	n vestiges	28	9	8	11	32	2

Tab. 1 : Quantification des restes de petits mammifères par unités archéologiques.

La réattribution PES de certains refus de tamis en deux ensembles distincts à partir des données de grands mammifères conduit à revoir ces interprétations sur l'évolution des communautés de petits mammifères. L'analyse factorielle des correspondances, basée sur les données des grands mammifères, avec les données de petits mammifères en données supplémentaires (fig. 1), met en évidence, sur la dimension 1 qui explique près de 65% de la variabilité, une opposition entre des faunes de milieux froids (*Rangifer tarandus* et *Stenocranius gregalis*) ayant des valeurs négatives, et des faunes d'environnements tempérés (*Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, Murinae et Soricidae). De manière assez intéressante, le refus de tamis J17-4016, attribué à la PES IND, présente avec des valeurs négatives sur la dimension 1 en raison de la présence de quelques rares restes de rennes ; du point de vue des petits mammifères, ce refus de tamis livre plusieurs vestiges de Murinae, un taxon plutôt caractéristique des milieux tempérés, corroborant son statut d'indéterminé.

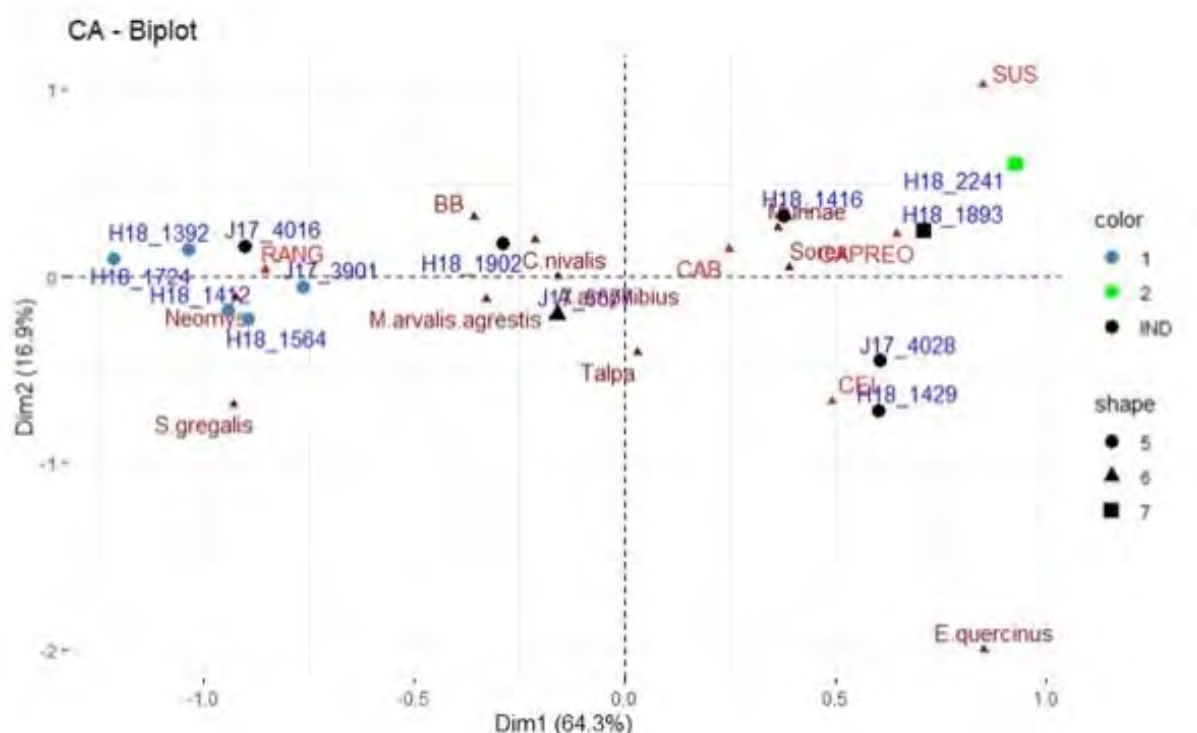


Fig. 1 : Analyse factorielle des Correspondances croisant le nombre de restes par espèces aux refus de tamis qui les contiennent (variables : NR par espèces et ID tamis). La microfaune et les unités stratigraphiques sont intégrées en tant que variables supplémentaires.

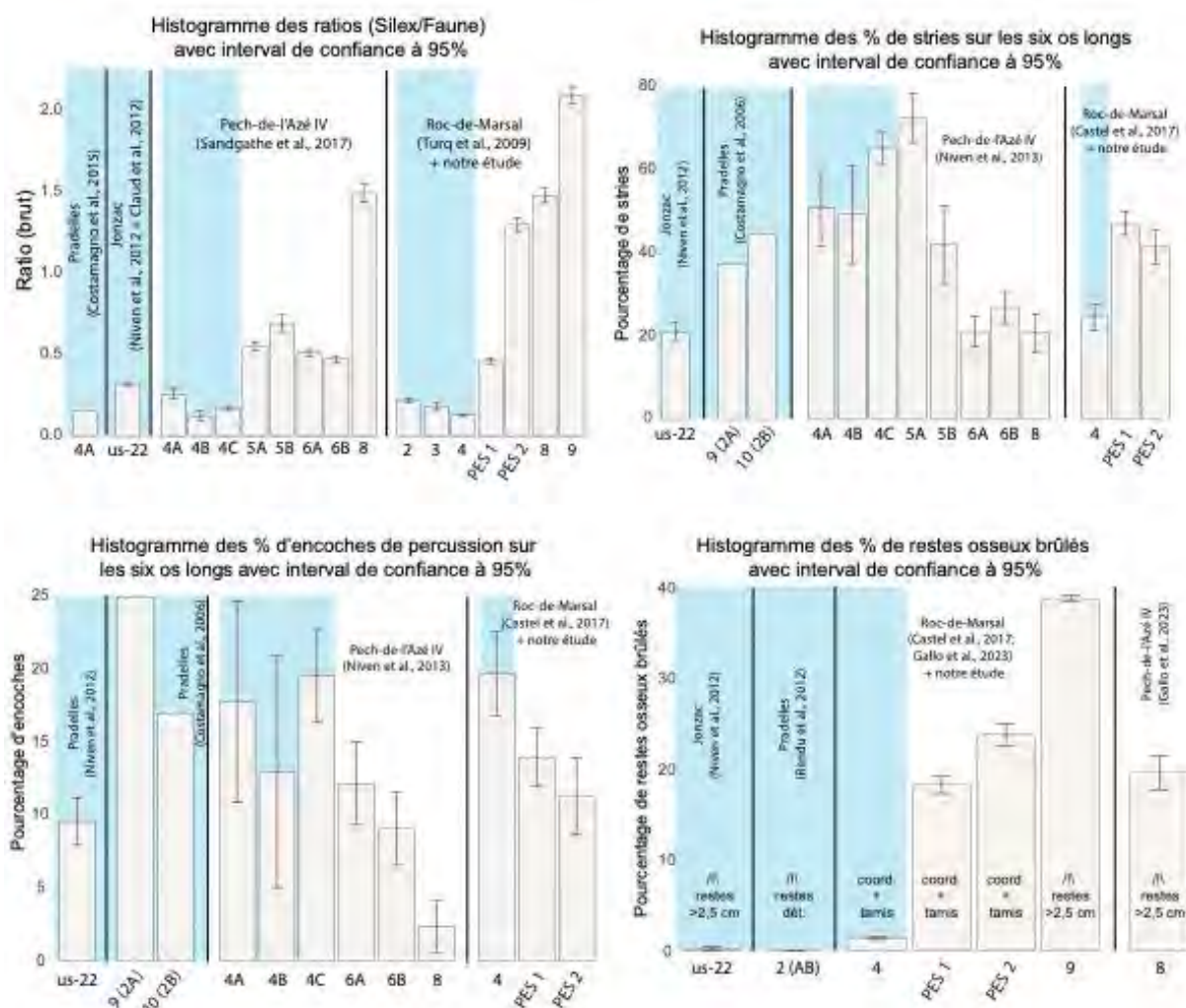
Suite à ces réattributions, le campagnol des hauteurs est maintenant restreint à la PES 1, tandis que les présences des murinés et des gliridés, ainsi que de la plupart des musaraignes que l'on trouvait en couche 5 avec le campagnol des hauteurs, sont désormais réattribuées soit à la PES IND, soit à la PES 2. Seuls deux fragments de deux mandibules de *Neomys* sp., provenant du refus de tamis (J17-3901), sont associées à la PES 1. Ces réattributions distinguent ainsi nettement les communautés de petits mammifères des PES 1 et 2, la première livrant une communauté de rongeurs de milieux ouverts steppiques, la seconde une communauté reflétant un milieu plus boisé et humide.

La présence du campagnol des hauteurs dans la PES 1 (ainsi qu'aux couches Quina 2 et 4) est notable et s'associe parfaitement avec la présence du renne. Caractéristique des périodes glaciaires dans l'Europe de l'Ouest, ce rongeur est aujourd'hui inféodé aux milieux rudes de la taïga et de la toundra sibérienne. Sa présence en Dordogne reste toutefois rare. Pour cette période du MIS 4-3, seules quelques rares dents ont été identifiées : quatre ont été documentées à Pech de l'Azé 1 et 2 (Marquet 1989 ; Discamps et Royer 2017) ; un peu plus d'une dizaine de dents dans les fouilles récentes comme à La Balutie et à Combe Grenal (inédit), et ce, principalement dans les niveaux Quina. Cette présence du campagnol des hauteurs au sein de la PES 1 de Roc-de-Marsal est probablement à mettre en lien avec son développement important en Europe de l'Ouest (Baca et al 2023) durant cette période, le conduisant à dominer les différents assemblages fauniques de Charente du MIS 4-3, comme à Bois-Roche, aux Pradelles, Jonzac ou Saint-Césaire (Discamps et Royer 2017).

- Baca, M., Popović, D., Agadzhanyan, A. K., Baca, K., Conard, N. J., Fewlass, H., ... & Nadachowski, A. (2023). Ancient DNA of narrow-headed vole reveal common features of the Late Pleistocene population dynamics in cold-adapted small mammals. *Proceedings of the Royal Society B*, 290(1993), 20222238.
- Discamps, E., & Royer, A. (2017). Reconstructing palaeoenvironmental conditions faced by Mousterian hunters during MIS 5 to 3 in southwestern France: A multi-scale approach using data from large and small mammal communities. *Quaternary International*, 433, 64-87.
- Marquet, J. C. (1989). *Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge Pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des rongeurs* (Doctoral dissertation, Dijon).

Annexe IV.2 : Histogrammes de comparaisons inter-assemblages et inter-sites.

En haut à droite : ratio silex/faune ; En haut à gauche : pourcentage de stries sur les os longs ; En bas à droite : pourcentage d'encoches de percussion sur les os longs ; En bas à gauche : pourcentage de restes osseux brûlés.



Liste des annexes

Annexe I.1 : Biogéographie actuelle du Renne sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.

Annexe I.2 : Biogéographie actuelle du Cerf sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.

Annexe I.3 : Biogéographie actuelle du Chevreuil sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.

Annexe I.4 : Biogéographie actuelle du Bison sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.

Annexe I.5 : Biogéographie actuelle du Cheval sauvage. Carte réalisée d'après les données de l'IUCN.

Annexe I.6 : Distribution globale des biomes du monde. D'après les archives de l'École Nationale Supérieure de Lyon, carte réalisée par Sten Porse.

Annexe I.7 : Tableau descriptif donnant les dimensions et les composantes des structures de combustion identifiées au cours des fouilles récentes. D'après le rapport d'opération 2009 (Turq et al., 2009).

Annexe I.8 : Localisation des foyers au sein du niveau 7. D'après le rapport d'opération 2009 (Turq et al., 2009).

Annexe II.1 : Tableau des saisons de déposition des Zones au sein d'un échantillon actuel de 216 Rennes adultes de Kaminuriak. Les pourcentages représentent le taux de complétude des Zones (d'après A. Pike-Tay, 1995).

Annexe II.2 : table des correspondances stratigraphiques entre les anciennes (J. Lafille) et les nouvelles (A. Turq, H. L. Dibble, P. Goldberg, S. P. McPherron et D. Sandgathe) fouilles (d'après Turq et al., 2009, p.6).

Annexe II.3 : Liste des dents sélectionnées au sein des collections J. Lafille pour la découpe en vue de l'analyse cémento-chronologique des niveaux IV à VII ; échantillonnage réalisé en collaboration avec E. Discamps.

Annexe II.4 : Propocole de découpe des dents et de réalisation des lames minces pour les analyses cémento-chronologiques (texte écrit par E. Pubert).

Annexe III.1 : Liste des pièces pour lesquelles les déterminations de J.-C.C. et C.D. divergent, et contrôlé par deux autres archéozoologues ayant déterminé ces pièces à l'aveugle (S. Costamagno et E. Discamps). En rouge sont surlignées les cases où des désaccords existent entre l'un des deux analystes et les deux archéozoologues de contrôle. BB = Bovinés ; CAB = Équidés ; CEL = Cerf ; CAPREO = Chevreuil ; RANG = Renne ; MAM = Mammifère.

Annexe III.2 : Plan général de la grotte montrant le découpage par travées de 25 cm d'épaisseur opéré sur les planches de projections en coupes frontales. L'œil et la flèche indiquent le sens d'observation des coupes.

Annexe III.3 : Plan général de la grotte montrant le découpage par tranchées de 25 cm d'épaisseur opéré sur les planches de projections en coupes sagittales. L'œil et la flèche indiquent le sens d'observation des coupes.

Annexe III.4 : Relevé de coupe des carrés K17 et K18, vue Sud, attestant de dépressions en cuvette au sein du niveau 4.

Annexe III.5 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés par les cupules de dissolution pour les niveaux 5 à 7.

Annexe III.6 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés par la corrosion pour les niveaux 5 à 7.

Annexe III.7 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés recouverts par les dépôts dendritiques pour les niveaux 5 à 7.

Annexe III.8 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés par les traces d'exfoliation pour les niveaux 5 à 7.

Annexe III.9 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés par les craquelures en « pile d'assiettes » pour les niveaux 5 à 7.

Annexe III.10 : Projections en coupes sagittales des vestiges coordonnés touchés par le piétinement pour les niveaux 5 à 7.

Annexe III.11 : Histogrammes en série représentant le pourcentage de fragments par espèces concerné par les différentes altérations osseuses, pour chaque couche. Seuls les résultats n'ayant livré aucune différence statistiquement significative sont présentés ici.

Annexe III.12 : Résumé des résultats pour l'AFC confrontant les variables « Taxon » et « Couleur » pour la couche 5 et contribution respective des modalités dans la construction des axes. beigeC = beige clair ; brunF = brun foncé ; BB = Bovinés ; CAB = Équidés ; CAPREO = Chevreuil ; CEL = Cerf ; RANG = Renne.

Annexe III.13 : Résumé des résultats pour l'AFC confrontant les variables « Taxon » et « Couleur » pour la couche 7 et contribution respective des modalités dans la construction des axes. beigeC = beige clair ; brunF = brun foncé ; BB = Bovinés ; CAB = Équidés ; CAPREO = Chevreuil ; CEL = Cerf ; RANG = Renne.

Annexe III.14 : Analyse des Correspondances Multiples croisant l'intégralité des variables taphonomiques. La variable « taxon_couche » a été intégrée en qualité de variable supplémentaire et n'influe pas sur la construction du graphique.

Annexe III.15 : Projections en coupes sagittales des six clusters taphonomiques retenus par la classification ascendante hiérarchique (fig. III.20).

Annexe III.16 : Valeurs des modalités obtenues lors de la classification ascendante hiérarchique (fig III.20) représentant leur poids respectif dans la construction de chacun des clusters.

Annexe III.17 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17f - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.18 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17g - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.19 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17h - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.20 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17i - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.21 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes sagittales des espèces et des clusters, Tranchée 17j - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.22 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées I1 à I8 - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.23 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées I9 à J4 - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.24 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées J5 à J9 - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.25 : Zoom sur les secteurs les plus problématiques - Projections en coupes frontales des espèces et clusters, Travées J10 à K9 - 10 cm d'épaisseur.

Annexe III.26 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la première fenêtre d'observation (w1) de la PES n°1, fonction Kintertypes.

Annexe III.27 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la seconde fenêtre d'observation (w2) de la PES n°1, fonction Kintertypes.

Annexe III.28 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la première fenêtre d'observation (w1) de la PES n°2, fonction Kintertypes.

Annexe III.29 : Structures spatiales des espèces prises deux à deux, pour la seconde fenêtre d'observation (w2) de la PES n°2, fonction Kintertypes.

Annexe III.30 : Composition taxinomique des refus de tamis (PES n°1 et n°2) et résultat du test de Fisher. Les tamis surlignés en rouge (p -value < 0.05) sont intégrés à la PES indéterminée. NRD = Nombre de Restes Déterminés.

Annexe III.31 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_142.2.

Annexe III.32 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_144.

Annexe III.33 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_144.2.

Annexe III.34 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_149.

Annexe III.35 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_149.2.

Annexe III.36 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_143.

Annexe III.37 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_143.2.

Annexe III.38 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_150.

Annexe III.39 : Photographies sous microscope polarisant en lumière naturelle, polarisée et polarisée avec insertion de la lame $\frac{1}{4}$ d'onde de la lame DP_150.2.

Annexe III.40 : Projection zénithale des vestiges coordonnés de la PES n°1 portant des traces de carnivores.

Annexe III.41 : Profils squelettiques du Renne pour les PES n°1, n°2, indéterminée et les PES combinées.

Annexe III.42 : Profils squelettiques des Bovinés pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe III.43 : Profils squelettiques des Équidés pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe III.44 : Profils squelettiques du Cerf pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe III.45 : Profils squelettiques du Chevreuil pour les PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe III.46 : MAU et %MAU par éléments squelettiques pour les espèces principales (Renne, Bovinés, Équidés, Cerf, Chevreuil) ayant été représentées sur des planches anatomiques de référence (cf. fig. 31 à 33) des PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe III.47 : NISP et NNISP par éléments squelettiques pour les espèces principales (Renne, Bovinés, Équidés, Cerf, Chevreuil) ayant été représentées sur

des planches anatomiques de référence (cf. fig. 31 à 33) des PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe III.48 : Nombre de restes déterminés par éléments squelettiques pour les espèces minoritaires (< 30 restes déterminés) des PES n°1, n°2 et indéterminée.

Annexe. III.49 : Décomptes du nombre de restes indéterminés par types de tissus et par classes de taille de mammifères au sein des PES n°1, n°2 et indéterminée. MAM = mammifère. NR = Nombre de Restes. PES indèt. = PES indéterminée. NID = classe de taille indéterminée. NID tamis = mailles 6mm et 2mm.

Annexe III.50 : Résultats des tests de corrélation de Spearman confrontant les %MAU des espèces principales aux référentiels de densité osseuse et aux différents indices d'utilité nutritive pour les PES indéterminées et les PES combinées (n°1 + indéterminée et n°2 + indéterminée). Conservation diff. = conservation différentielle. Les corrélations statistiquement significatives (p -value < 0,05) sont surlignées en vert (positives) et en rouge (négatives). En vert clair : corrélation positive modérée (ρ entre 0,33 et 0,66) ; En vert foncé : corrélation positive forte (ρ > 0,66).

Annexe III.51 : Résultats de la confrontation des %MAU aux référentiels de densité osseuse pour les trois espèces (Renne, Équidés, Cerf) ayant livré une corrélation significative de la PES n°1.

Annexe III.52 : Résultats de la confrontation des %MAU aux référentiels de densité osseuse pour les trois espèces (Cerf, Chevreuil, Renne) ayant livré une corrélation significative de la PES n°2.

Annexe III.53 : Résultats de la confrontation des %MAU aux référentiels de densité osseuse pour les trois espèces (Cerf, Chevreuil, Renne) ayant livré une corrélation significative de la PES n°2.

Annexe III.54 : Corrélations significatives obtenues lors de la confrontation du %MAU aux différents indices d'utilité nutritive des espèces principales de la PES n°1.

Annexe III.55 : Corrélations significatives obtenues lors de la confrontation du %MAU aux différents indices d'utilité nutritive des espèces principales de la PES n°2.

Annexe III.56 : Corrélations significatives obtenues lors de la confrontation du %MAU aux différents indices d'utilité nutritive des espèces principales de la PES indéterminée.

Annexe III.57 : Liste des abréviations utilisées dans les annexes donnant les résultats des corrélations significatives (Annexes III.50 à III.56).

Annexe III.58 : Pourcentage de fragments par classe de taille et par taxon au sein de la PES n°2.

Annexe III.59 : Tableau donnant le détail des codes (d'après le système proposé par Soulier et Costamagno, 2017 ; Costamagno et Soulier, 2019) associés aux stries de la PES n°1. Nstrie = nombre de fois où le code a été enregistré.

Annexe III.60 : Tableau donnant le détail des codes (d'après le système proposé par Soulier et Costamagno, 2017 ; Costamagno et Soulier, 2019) associés aux stries de la PES n°2. Nfrag_strié = nombre de fois où le code a été enregistré.

Annexe III.61 : Décomptes du nombre de fois où un code a été enregistré et relié à une activité sur chaque fragment de la PES indéterminée. Nfrag_strié = nombre de fragments sur lesquels le code a été enregistré (note : un fragment peut porter plusieurs stries reliées au même code, dans ce cas nous comptons 1) ; NRfrag = Nombre de restes.

Annexe III.62 : Tableau donnant le détail des codes (d'après le système proposé par Soulier et Costamagno, 2017 ; Costamagno et Soulier, 2019) associés aux stries de la PES indéterminée. Nstrie = nombre de stries.

Annexe III.63 : Fragments latéralisés de mandibules, métapodes, premières phalanges et troisièmes phalanges vestigiales de Renne de la PES n°1 dessinés sous QGIS (en bleu clair) pour l'analyse détaillée des stries de dépouillement et de retrait des tendons.

Annexe III.64 : Analyse de densité des stries d'entames circulaires de dépouillement sur fragments de mandibules, métacarpes, métatarses, et premières phalanges de Renne de la PES n°1.

Annexe III.65 : Fragments latéralisés de mandibules, métacarpes, métatarses et premières phalanges de Cerf de la PES n°2 dessinés sous QGIS (en vert foncé) pour l'analyse détaillée des stries de dépouillement et de retrait des tendons.

Annexe III.66 : Analyse de densité des stries d'entames circulaires de dépouillement sur fragments de mandibules, métacarpes, métatarses, et premières phalanges de Cerf de la PES n°2.

Annexe III.67 : Fragments latéralisés de mandibules, métacarpes, métatarses et premières phalanges de Chevreuil de la PES n°2 dessinés sous QGIS (en vert clair) pour l'analyse détaillée des stries de dépouillement et de retrait des tendons.

Annexe III.68 : Analyse de densité des stries d'entames circulaires de dépouillement sur fragments de mandibules, métacarpes, métatarses, et premières phalanges de Chevreuil de la PES n°2.

Annexe III.69 : Tableau décomptant le nombre de stries de dépouillement (transverses, obliques et longitudinales) sur fragments de mandibule, métapodes et premières phalanges, et le nombre moyen de stries (en ratio) par fragments pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).

Annexe III.70 : Tableau décomptant le nombre de fragments portant des stries de dépouillement (transverses, obliques et longitudinales) sur fragments de mandibule, métapodes et premières phalanges, et le nombre moyen de stries (en ratio) par fragments pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).

Annexe III.71 : Tableau décomptant le nombre de stries de retrait des tendons sur fragments de métapodes et premières phalanges, et le nombre moyen de stries (en ratio) par fragments pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).

Annexe III.72 : Tableau décomptant le nombre de fragments portant des stries de retrait des tendons pour le Renne (PES n°1), le Cerf et le Chevreuil (PES n°2).

Annexe III.73 : Décomptes des restes brûlés au moins carbonisés au sein de la PES n°2. NR234 = nombre de restes au moins carbonisés ; NR1234 = nombre de restes brûlés ; %carbo = pourcentage de restes au moins carbonisés par rapport aux restes brûlés. CF2 et CF3 = foyers n°2 et 3 (cf. Annexes I.1 et I.2).

Annexe III.74 : Décomptes du nombre de fragments de tissu compact et spongieux non brûlés pour les unités PES n°1, n°2 et indéterminée, au sein des carrés J17 et H18 (vestiges coordonnés et refus de tamis maille 6 et 2 mm inclus). Le ratio_sp représente le ratio (en pourcentage) du nombre de restes spongieux par rapport au nombre de restes total (spongieux + compact).

Annexe IV.1 : Étude préliminaire des communautés de petits mammifères de la séquence (niveaux 5 à 7 ; PES n°1, n°2 et indéterminée). Ce travail inédit a été réalisé et écrit par Aurélien Royer.

Annexe IV.2 : Histogrammes de comparaisons inter-assemblages et inter-sites. En haut à droite : ratio silex/faune ; En haut à gauche : pourcentage de stries sur les os longs ; En bas à droite : pourcentage d'encoches de percussion sur les os longs ; En bas à gauche : pourcentage de restes osseux brûlés.

Titre : Les néandertaliens face aux bouleversements climatiques du MIS 4 : entre choix cynégétiques et contraintes environnementales.

Mots clés : Neandertal, Statistiques spatiales, Taphonomie, Cémento-chronologie, Archeozoologie, Ecologie des cervidés

Résumé : Le Marine Isotopic Stage 4 (MIS 4) marque, dans le Sud-Ouest de la France et ses marges, le début d'une péjoration climatique importante au cours de laquelle les forêts atlantiques ont été remplacées par des paysages plus froids et steppiques. Les assemblages nord-aquitains qui couvrent cette transition environnementale voient le remplacement progressif du Cerf-Chevreuril par le Renne, un taxon potentiellement très migrateur qui serait désormais devenu l'une des principales proies chassées par les néandertaliens de la région. Ces bouleversements environnementaux s'accompagnent de mutations socio-économiques majeures (recomposition des équipements, nouvelle technologie lithique, nouvelles stratégies de mobilité) au sein de la sphère néandertalienne, avec le développement du techno-complexe Quina. Ce nouveau système pourrait être plus adapté à l'acquisition planifiée de proies grégaires et migratrices, comme le Renne.

Dans ce travail doctoral, nous nous attachons aux assemblages fauniques qui couvrent la période située juste avant le Quina, qui présentent selon nous un double intérêt :

- ils présentent un profil atypique, puisqu'ils associent en abondance le Renne au Cerf-Chevreuril. Cette situation ne connaît peu d'équivalents dans nos écosystèmes actuels et pourrait résulter de plusieurs causes non-exclusives (mélanges de niveaux, problèmes de résolution des découpages stratigraphiques, saisons de chasse différentes, véritables environnements non-analogues).

- ils sont toujours associés à la technologie Levallois (AnteQuina). Pourtant, le Renne est déjà largement présent au sein de ces assemblages. Ils constituent en ce sens l'opportunité potentielle de mieux comprendre comment se comportent les néandertaliens dans des paysages à proies multiples, et de mieux comprendre les liens éventuels entre l'apparition du Renne au sein des assemblages et l'émergence du système Quina.

Pour étudier ces questionnements, les restes fauniques de trois niveaux (7, 6 et 5) du gisement du Roc-de-Marsal (Dordogne) sont analysés en combinant trois approches méthodologiques complémentaires : les analyses taphonomiques et spatiales, les données de saisonnalité, et l'archéozoologie classique.

Au-delà des développements méthodologiques initiés dans le domaine des analyses spatiales, les données obtenues dans ce travail permettent d'actualiser notre regard sur les environnements de la transition entre le MIS 5 et 4 dans le Nord du Bassin aquitain, et de confronter ces modèles environnementaux aux comportements cynégétiques humains juste avant l'apparition du modèle Quina.

Title: Neandertal facing climate changes : between hunting choices and environmental constraints.

Key words: Neanderthal, Spatial statistics, Taphonomy, Cementochronology, Zooarchaeology, Deer ecology

Abstract: Marine Isotopic Stage 4 (MIS 4) marks, in southwestern France and its margins, the beginning of a significant climatic deterioration during which Atlantic forests were replaced by colder, more steppe-like landscapes. The north-Aquitainian assemblages covering this environmental transition show the gradual replacement of Red Deer and Roe Deer by Reindeer—a potentially highly migratory species that appears to have become one of the main prey hunted by Neanderthals in the region. These environmental upheavals are accompanied by major socio-economic changes (reorganization of toolkits, new lithic technology, new mobility strategies) within the Neanderthal sphere, notably with the development of the Quina techno-complex. This new system may have been better suited to the planned acquisition of gregarious and migratory prey, such as Reindeer.

In this doctoral research, we focus on faunal assemblages that cover the period just prior to the Quina phase, which we believe hold a dual interest:

- they show an atypical profile, with an abundant association of Reindeer and Red/Roe Deer. This situation has few parallels in current ecosystems and could result from several non-exclusive causes (mixed layers, issues with stratigraphic resolution, different hunting seasons, or truly non-analogous environments).

- they are still associated with Levallois (AnteQuina) technology. Yet, Reindeer are already widely present in these assemblages. As such, they provide a potential opportunity to better understand how Neanderthals behaved in multi-prey landscapes, and to explore possible links between the emergence of Reindeer in the faunal record and the development of the Quina system.

To investigate these questions, faunal remains from three levels (7, 6, and 5) of the Roc-de-Marsal site (Dordogne) are analyzed using a combination of three complementary methodological approaches: taphonomic and spatial analyses, seasonality data, and classical archaeozoology.

Beyond methodological advancements in spatial analysis, the data obtained in this study allow us to update our understanding of the environments during the transition from MIS 5 to 4 in the northern Aquitaine Basin, and to confront these environmental models with human hunting behaviors just before the appearance of the Quina model.