



**HAL**  
open science

**”La faune de vertébrés de Caours. Fouilles 2015 à 2017”  
in Caours Rapport de fouille triennal 2015-2017**

Patrick Auguste, Noémie Sévêque, Hervé Bocherens, Caroline Tokarski,  
Fabrice Bray

► **To cite this version:**

Patrick Auguste, Noémie Sévêque, Hervé Bocherens, Caroline Tokarski, Fabrice Bray. ”La faune de vertébrés de Caours. Fouilles 2015 à 2017” in Caours Rapport de fouille triennal 2015-2017. [Rapport de recherche] Service régional de l’archéologie Hauts-de-France. 2018. hal-02341562

**HAL Id: hal-02341562**

**<https://hal.science/hal-02341562v1>**

Submitted on 31 Oct 2019

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

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

## **6. La faune de vertébrés de Caours. Fouilles 2015 à 2017**

Patrick Auguste

*EEP, UMR 8198 CNRS-Université de Lille Sciences et Technologies, Bâtiment SN 5, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex*

Noémie Sévêque

*HALMA UMR 8164 CNRS-Université de Lille Sciences Humaines et Sociales, 59650 Villeneuve d'Ascq et EEP, UMR 8198 CNRS-Université de Lille Sciences et Technologies, Bâtiment SN 5, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex*

Avec la collaboration de :

Hervé Bocherens

*Fachbereich Geowissenschaften, Forschungsbereich Paläobiologie – Biogeologie, Senckenberg Center for Human Evolution and Palaeoenvironment (HEP), Universität Tübingen, Hölderlinstr. 12, 72074 Tübingen (Germany)*

Caroline Tokarski et Fabrice Bray

*Miniaturisation pour la Synthèse, l'Analyse & la Protéomique (MSAP), USR CNRS 3290, Université de Lille 1 Sciences et Technologies, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex*

## 6. 1. Le résultat des fouilles 2017

L'opération de terrain de 2017 a permis de mettre au jour de nouveaux vestiges fauniques provenant des quatre niveaux archéologiques identifiés, ainsi que dans un contexte hors stratigraphique (chenal, tuf,...). En tout, 1007 pièces ont été découvertes correspondant à 10 taxons (tab. 2).

Taxon/Niveau	1	2	3	4	HS	Total
<b>Aurochs</b>	5 (1j+1a)	103 (1a)	29 (1a)	6 (1a)	4	147
<b>Cerf</b>	5 (1a)	5 (1a+1bois chute)	7 (1j+1a)	3 (1a)	13	33
<b>Daim</b>	1 (1a)		26 (1a+1a-a)	2 (1j+1a)	1	30
<b>Cervidé</b>	20	14	59	11	11	115
<b>Chevreuil</b>		1 (1a)		7 (1a+1a-a)		8
<b>Sanglier</b>			1 (1a-a)			1
<b>Rhinocéros</b>			1 (1a-a)	6 (1j)		7
<b>Castor</b>				1 (1a)		1
<b>Arvicolidé</b>	4 (1a)		8 (1a)		4	16
<b>Oiseau</b>	9 (1a)		1 (1a)		1	11
<b>Tortue</b>				1 (1a)		1
<b>Indéterminés</b>	118	204	188	87	39	636
<b>Total</b>	162	327	320	124	74	1007

Tableau 2. Caours 2017 – Inventaire et dénombrement des vestiges fauniques. Le nombre de restes est indiqué, suivi entre parenthèse par le nombre d'individus (j : jeune ; a : adulte ; a-a : adulte âgé).

C'est l'aurochs (*Bos primigenius*) qui domine largement les assemblages en nombre de restes, mais ceci est à modérer amplement en précisant qu'il s'agit essentiellement de fragments crâniens provenant d'un même individu adulte et retrouvé, de par sa taille, dans plusieurs niveaux du carré b4 (niveaux 2, 3 et un peu 4).

Le cerf (*Cervus elaphus*) et le daim (*Dama dama*) sont encore bien représentés, d'autant que les vestiges rapportés à un cervidé sont à rattacher à l'une ou l'autre de ces deux espèces.

Le chevreuil (*Capreolus capreolus*) n'est identifié que dans deux niveaux (2 et 4), comme le rhinocéros de prairie (*Stephanorhinus hemitoechus*).

Le sanglier (*Sus scrofa*), le castor (*Castor fiber*) et la tortue ne sont représentés que par un seul reste.

Un rongeur arvicolidé et un oiseau de petite taille (canard ?) sont également présents.

Ces associations fauniques identifiées dans les quatre niveaux archéologiques de Caours sont donc similaires à celles des années précédentes et indiquent toujours un climat nettement tempéré et un milieu dominé par la forêt et les zones humides.

Parmi ces ossements, au moins 69 présentent des stigmates d'une intervention anthropique (tab. 3).

Stigmates	Détail par niveau
Eclat de percussion	5 os longs : 2 niv 1 (1 cervidé, 1 indét) ; 1 niv 2 (1 indét) ; 2 niv 4 (1 cervidé, 1 indét)
Fracturation hélicoïdale	54 os longs : -21 niv 1 (2 aurochs, 1 cerf, 8 cervidé, 10 indét) -7 niv 2 (4 cervidé, 3 indét) -18 niv 3 (3 cerf, 12 cervidé, 3 indét) -3 niv 4 (3 indét) -5 hors strati (1 cerf, 2 cervidé, 2 indét)
Fracturation associée avec point d'impact	1 os long : 1 niv 3 (cervidé)
Fracturation associée avec encoche et enlèvement médullaire	1 os long : 1 niv 2 (cervidé)
Fracturation avec bords émoussés et piquetage	3 os longs : 2 niv 1 (1 aurochs, 1 indét) ; 1 chenal (1 cerf)
Crémation	5 os brûlés : -blanc/noir : 2 niv 4 (indét) -bleu : 1 niv 4 (indét) -noir : 1 niv 4 (indét) -noir/gris : 1 niv 4 (indét)
Rognage carnivore	1 os niv 4 (indét)

Tableau 3. Caours 2017 – Inventaire des stigmates d'une intervention biologique anthropique et non humaine.

Comme ce qui est observé à quelques exceptions près pour les années précédentes, aucun os ne présente de marque de découpe. Par contre les indices d'une percussion dynamique sur os frais sont prépondérants. Ce sont ainsi 54 os qui présentent une fracturation hélicoïdale attribuable à l'ouverture des os longs pour extraire la moelle. Les quatre niveaux sont concernés, avec toutefois plus de pièces pour les niveaux 1 et 3. L'aurochs et le cerf sont identifiés, ainsi qu'un cervidé (cerf ou daim). Outre ces pièces avec un profil de fracturation anthropique (en l'absence de marque de grand carnivore), un os long de cervidé du niveau 3 montre en plus un point d'impact, et un autre os long de cervidé du niveau 2 présente une encoche et un enlèvement médullaire. Trois os longs ont un profil de fracturation hélicoïdale, mais ils sont émoussés et piquetés témoignant de l'action de l'eau postérieurement à l'activité de boucherie (niveau 1 et chenal).

Cinq os ont subi le passage au feu, avec une palette de coloris différencié. Tous proviennent du niveau 4 et confortent donc la présence de zones de combustion dans ce niveau déjà identifiés durant les fouilles précédentes.

Un seul os montre des marques de rognage par un petit carnivore, dans le niveau 4, donnée déjà observée au cours des fouilles des années précédentes. Cette intervention d'un petit carnivore demeure néanmoins très isolée et fugace au sein des accumulations osseuses très largement dominées par les témoignages d'une action humaine.

## 6. 2. Bilan des fouilles triennales 2015-2017.

La faune de vertébrés extraite à Caours durant les opérations de fouilles en 2015, 2016 et 2017 demeure homogène et comparable en tout point à celles des fouilles de la période 2005-2010. En tout, ce sont 1 713 pièces qui ont été découvertes au sein des niveaux 4 à 1, avec quelques vestiges hors contexte stratigraphique (tab. 4).

<b>Taxon\Niveau</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>HS</b>	<b>Total</b>
<b>Aurochs</b>	8	107	29	6	5	155
<b>Cerf</b>	44	17	19	19	32	131
<b>Daim</b>	37	1	42	2	13	95
<b>Cervidé</b>	116	51	75	25	43	310
<b>Chevreuil</b>	2	4	6	33		45
<b>Sanglier</b>			5			5
<b>Rhinocéros</b>			5	6		11
<b>Grand herbivore</b>	1		1	5	2	9
<b>Petit herbivore</b>	7	4	5	5	3	24
<b>Petit carnivore</b>			1			1
<b>Castor</b>	1			4		5
<b>Arvicolidé</b>	4		8		4	16
<b>Taupe</b>				3		3
<b>Oiseau</b>	19		1	3	1	24
<b>Tortue</b>				1		1
<b>Indéterminés</b>	195	254	237	118	64	868
<b>Total</b>	435	440	437	234	167	1713

Tableau 4. Caours, fouilles 2015 à 2017 - Inventaire et dénombrement total des vestiges de vertébrés.

Comme nous l'avons mentionné pour les fouilles de l'année 2017, l'aurochs est surreprésenté en nombre de restes. Ce sont toujours le cerf puis le daim qui dominent les quatre accumulations osseuses. Les autres taxons de mammifères, chevreuil, sanglier, rhinocéros de prairie, castor sont toujours peu riches mais néanmoins présents.

Au niveau du nombre des individus, les fouilles 2005 à 2010 avaient livré au moins 202 animaux, surtout des cerfs et des daims. Les fouilles de 2015 à 2017 ont permis d'identifier 51 nouveaux individus : 19 dans le niveau 1, 6 dans le niveau 2, 14 dans le niveau 3 et 12 dans le niveau 4. Le site de boucherie de Caours s'avère donc extrêmement riche en termes d'animaux abattus puis exploités, avec une extension horizontale au sein des niveaux particulièrement conséquente.

Le matériel est toujours globalement dans un excellent état de conservation, excepté pour le niveau 3 où la compaction rend souvent difficile la préservation et l'identification des vestiges, certains os étant même retrouvés à l'état de pâte ou de débris. Cet état correspond bien à celui des fouilles précédentes et permet ainsi une lecture taphonomique claire.

Comme les autres années, quasiment aucune marque de découpe (strie ou raclage) n'a pu être observée à la surface des ossements, à l'exception de deux pièces peu claires. Par contre, les os longs présentent des stigmates de fracturation anthropique liées à des activités de boucherie (extraction de

la moelle après ouverture des fûts diaphysaires des os longs) sont très nombreux, constat similaire à celui réalisé pour les anciennes fouilles, indiquant toujours bien une intense et systématique fracturation des os longs à Caours.

C'est surtout le niveau 1 qui livre le plus de pièces fracturées, les autres niveaux étant moins caractéristiques. Dans la majorité des cas, c'est le cerf et le daim (la dénomination cervidé désignant l'un de ces deux taxons) qui sont représentés. Plusieurs éclats de percussion ont été identifiés, témoignant de l'activité de fracturation des os longs *in situ*. Le profil de fracturation est assez souvent accompagné de stigmates caractéristiques tels que les encoches, enlèvements médullaires et contrecoups. Le module des os est identique à celui des fouilles précédentes. Il est à noter de manière pertinente que le fémur humain découvert dans le niveau 1 ne présente aucun indice de fracturation à la différence des ossements de ce niveau, mettant en exergue un traitement spécifique pour cet os.

### **6. 3. Les données sur Caours fournies par la thèse de Noémie Sévêque.**

Dans le cadre de sa thèse soutenue le 20 décembre 2017 à l'Université de Lille, N. Sévêque a eu l'occasion de présenter les résultats obtenus sur ses études de la faune de Caours. Elle a étudié directement les vestiges dentaires de toutes les espèces, analysé les faunes provenant des fouilles 2015 et 2016, et intégré l'ensemble au sein des connaissances déjà acquises sur la faune de ce gisement.

D'un point de vue environnemental, les associations fauniques des quatre niveaux principaux de Caours montrent ainsi une homogénéité en caractérisant un milieu dominé par la forêt mais où persisteraient des espaces de prairies, toujours sous un climat tempéré (fig. 25).

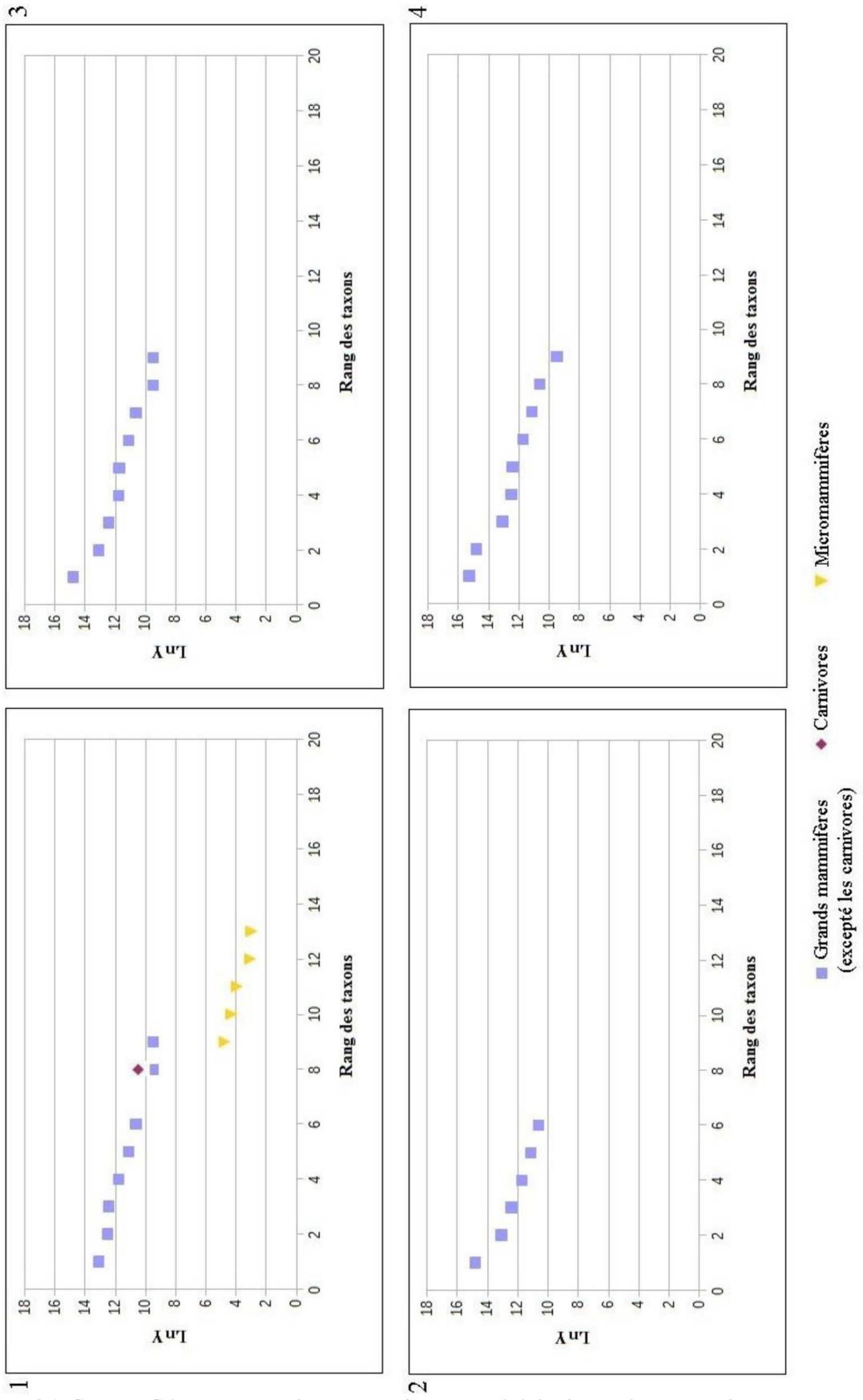


Figure 25. Caours. Cénogrammes des quatre niveaux archéologiques du secteur 2.

L'étude a en grande partie été centrée vers l'obtention de courbes de mortalité/d'abattage des animaux. Seuls quelques niveaux ont permis cette approche, de par la nécessité d'avoir un nombre minimum d'individus suffisant. Le cerf et le daim sont par ailleurs les seuls taxons utilisables de par leur dominance au sein des différents niveaux. Ainsi pour le niveau 1, la courbe obtenue pour le daim montre un abattage sélectif des jeunes et des individus âgés (fig. 26).

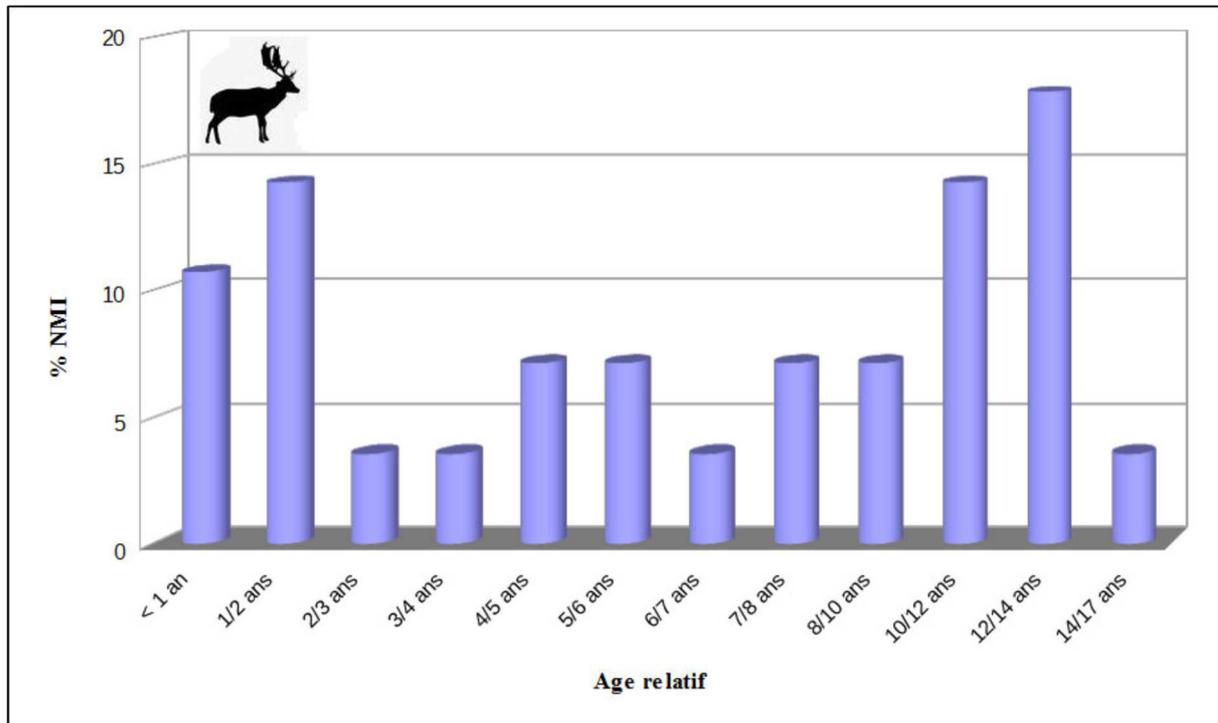


Figure 26. Caours, niveau 1 - Profil de mortalité du daim en % du NMI.

La courbe de mortalité obtenue pour le cerf du même niveau 1 montre une distinction notable, avec une prédominance des adultes sur les juvéniles et les âgés (fig. 27). Ceci démontre une variabilité dans la sélection des proies en fonction de l'espèce et des âges des animaux.

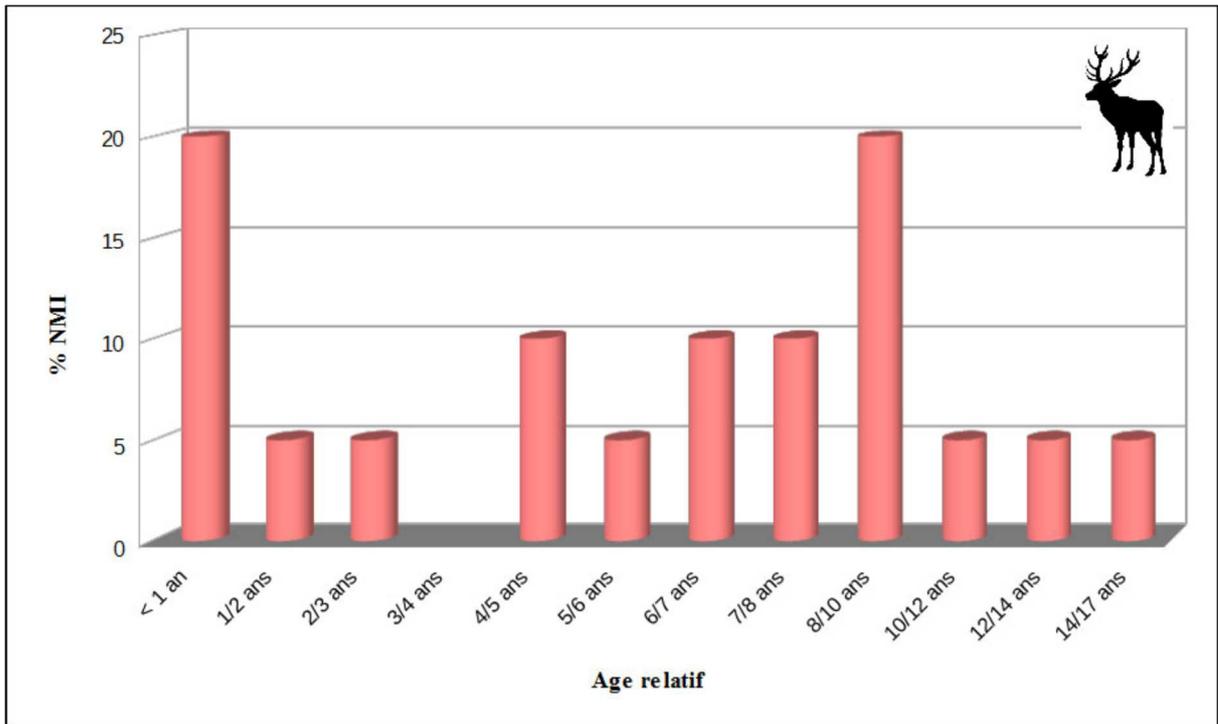


Figure 27. Caours, niveau 1 - Profil de mortalité du cerf en % du NMI.

Un autre point important développé, est la tentative de mise en évidence d'une éventuelle saisonnalité des occupations au sein des niveaux archéologiques de Caours. Les données obtenues à partir des jeunes individus montrent que, à l'exception du niveau 4, les Préhistoriques étaient majoritairement présents à Caours durant la mauvaise saison. Les niveaux c et 1 (secteur 1) étaient également occupés lors de la fin de la bonne saison (fig. 28). Il n'y a en tout cas aucun témoignage d'une occupation récurrente du gisement, quel que soit le niveau.

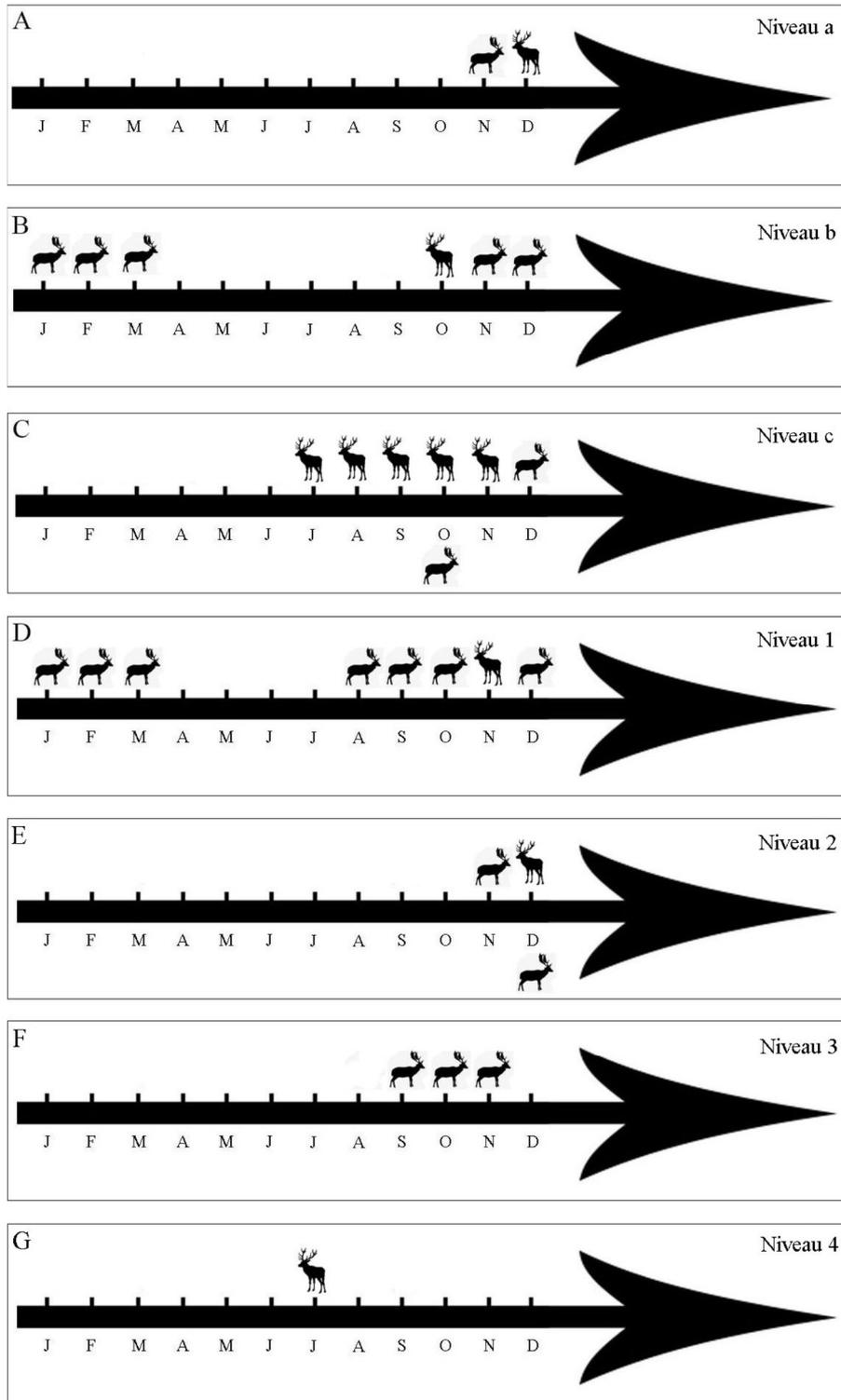
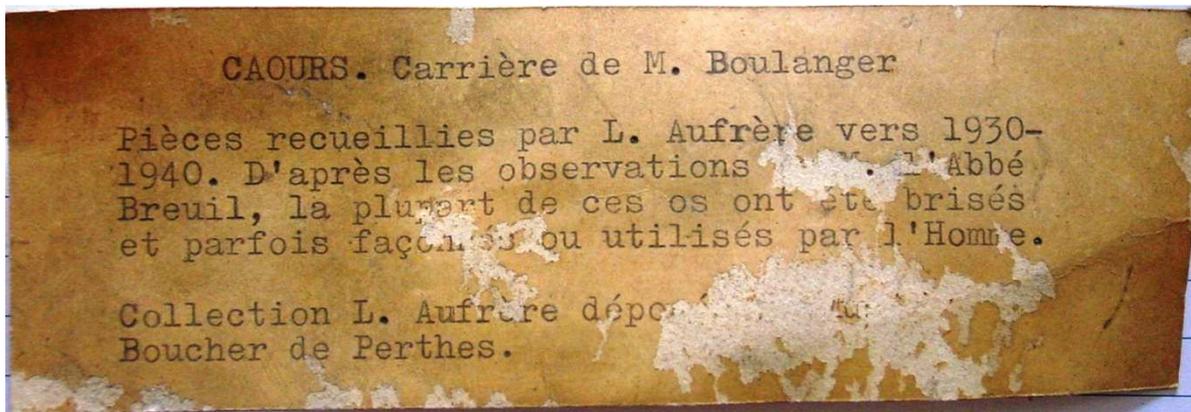


Figure 28. Caours. Récapitulatif des saisonnalités d'occupations des différents niveaux archéologiques.

L'étude de l'exploitation bouchère des animaux apporte aussi une vision dynamique du comportement des Néandertaliens. De manière générale à Caours, les grands et moyens herbivores semblent avoir subi un traitement différentiel. Si les aurochs, les cerfs et les daims ont dans l'ensemble été débarrassés de leur tronc sur le lieu d'abattage, ce ne sont pas les mêmes quartiers anatomiques qui ont été transportés sur le site de boucherie. Les têtes des aurochs ont majoritairement été abandonnées, conjointement aux troncs, tandis que celles des cervidés ont été transportées

jusqu'au site. De manière exceptionnelle, certaines sections de membre de cervidé ont pu être exportées jusqu'au campement, dans une optique d'exploitation différée. Le rôle intermédiaire du gisement de Caours, marqué par ces import et export différentiels de quartiers anatomiques, s'explique par sa fonction de site de boucherie où transitent donc les carcasses avant l'apport de la matière première carnée sur le campement fixe. La fonction de boucherie du site est nettement confirmée par la multitude de restes osseux présentant des stigmates liés à l'exploitation des carcasses pour en récupérer la viande (stries de découpes visibles), la moelle (os longs et métapodiens présentant des fracturations hélicoïdales, quelques fois associées à d'autres éléments résultant de l'impact lors de la fracturation), la langue (stries visibles sur des mandibules et un os hyoïde) ainsi que la fourrure (stries sur des métapodiens et absence des phalanges peut être restées emprisonnées des peaux). Lors des opérations de boucherie, des foyers ont été allumés dans certains niveaux, comme le prouvent la présence d'os brûlés, en particulier pour le niveau 4 qui en a livré le plus.

#### 6. 4. La collection historique de Léon Aufrère



Nous avons eu l'opportunité en 2017 d'avoir accès à la collection historique constituée par L. Aufrère, inventeur du gisement avant la Seconde Guerre mondiale. Celle-ci est actuellement conservée par sa fille, avec une dévolution finale normalement destinée au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. C'est L. Aufrère qui avait déterminé les vestiges (sans quasiment d'erreur il faut le souligner), l'abbé Breuil ayant identifié lui les marques d'interventions humaines sur plusieurs ossements (là aussi avec clarté).

Nous avons inventorié cette collection d'ossements et de dents, qui s'avère identique dans son état de conservation aux niveaux 1 et 2. Le détail par espèce est le suivant :

- > Aurochs
- ulna aurochs avec fracturation
- humérus aurochs
- radius aurochs
- os long aurochs avec fracturation
- 2 molaires inférieures aurochs
- molaire supérieure aurochs
- humérus aurochs avec fracturation
- os long aurochs avec fracturation
- ulna aurochs

- scapula aurochs
- humérus aurochs
- métacarpien aurochs avec fracturation
- tibia aurochs avec fracturation et stries (diaphyse/extrémité distales)
- tibia aurochs
- tibia aurochs avec fracturation
- humérus aurochs
- fémur aurochs avec fracturation
- scapula aurochs
- molaire inférieure aurochs
- troisième molaire supérieure aurochs
- radius aurochs
- prémolaire inférieure aurochs
- troisième molaire inférieure aurochs
- métatarsien aurochs
- prémolaire inférieure aurochs
- talus aurochs
- radius aurochs
- tibia aurochs
- humérus aurochs
- tibia aurochs

->Cerf

- 2 prémolaires inférieures cerf
- 4 molaires inférieures cerf
- prémolaire inférieure cerf
- molaire inférieure cerf
- 2 troisièmes molaires inférieures cerf
- bois cerf (andouiller)
- scapula cerf
- bois de cerf
- bois de chute cerf
- humérus cerf avec fracturation
- humérus cerf avec fracturation et stries (diaphyse distale)
- bois de chute cerf
- bois cerf
- mandibule cerf avec deuxième et troisième molaires inférieures
- cubo-naviculaire cerf
- crâne avec bois cerf
- bois de chute cerf
- bois de chute cerf
- métacarpien cerf
- humérus cerf
- bois de chute cerf
- métacarpien cerf
- métacarpien cerf

->Daim

- 2 prémolaires inférieures daim
- molaire supérieure daim
- bois de chute daim
- bois de chute daim
- métacarpien daim
- métacarpien daim
- tibia daim

->Cheval

- molaire inférieure cheval
- 9 prémolaires inférieures cheval
- 2 deuxièmes prémolaires inférieures cheval
- molaire inférieure cheval
- molaire supérieure cheval

->Éléphant

- racine molaire éléphant
- fragment lame molaire éléphant

->Chevreuil

- phalange proximale chevreuil

->Ours brun

- canine supérieure ours

->Cerf ou daim

- radio-ulna cervidé (cerf ou daim)
- crâne avec bois cervidé (cerf ou daim)
- calcanéus cervidé (cerf ou daim)
- os cervidé (cerf ou daim)

Le spectre faunique identifié est quasiment identique à celui des fouilles modernes, avec dominance de l'aurochs, du cerf et du daim. Le cheval est toutefois mieux représenté avec plusieurs dents inférieures. Le chevreuil et l'ours brun sont également de la partie. Point intéressant, deux fragments d'une molaire d'éléphant confortent la présence très fugace de cet animal dans la faune de Caours.

La mention « fracturation » indique un os long présentant une fracture de type hélicoïdale causée par une percussion sur os frais pour extraire la moelle. Associée parfois avec des stigmates (encoche, enlèvement médullaire, contrecoup). La mention « Stries » indique elle la présence de stries de découpe par un outil en silex. Il apparait ainsi à la lecture de cet inventaire que plusieurs ossements portent les marques d'activités de boucherie, avec comme pour les fouilles récentes une dominance de la fracturation des os longs, mais deux os longs présentent aussi de très nettes marques de découpe, un tibia d'aurochs et un humérus de cerf.

Cette collection historique à l'origine de la mention du gisement dans la littérature s'avère donc très intéressante, même si sans origine stratigraphique et démontre l'extension notable des implantations humaines à Caours.

### 6. 5. Les données préliminaires des analyses isotopiques sur les dents

Plusieurs échantillons de dents ont été transmis à Hervé Bocherens pour analyse des isotopes du carbone ( $^{13}\text{C}$ ) et de l'oxygène ( $^{18}\text{O}$ ) contenus dans l'émail. L'objet de ces analyses est de tenter d'identifier le contexte climatique mais aussi le milieu dans lesquels les animaux ont vécu. La liste du matériel échantillonné comprend des dents de daim, de cerf, de cheval, de rhinocéros et d'aurochs provenant des quatre niveaux archéologiques de Caours (tab. 5). Le matériel a été restitué après prélèvement de la quantité de matière suffisante.

Lab #	Level	Species	Piece	Excavation #
CAO-1	1	<i>Dama dama</i>	lower M3 R	CA2007 tt-2 n°8
CAO-2	1	<i>Dama dama</i>	lower M2 R	CA2006 yy0 n°23
CAO-3	1	<i>Cervus elaphus</i>	lower M2 R	CA2008 tt3 n°13
CAO-4	1	<i>Cervus elaphus</i>	lower P4 R	CA2006 xx3 n°8
CAO-5	1	<i>Dama dama</i>	lower M3 R	CA2008 ss4 n°2
CAO-6	1	<i>Equus ferus</i>	upper M1 L	CA2007 uu5 n°1
CAO-7	2	<i>Cervus elaphus</i>	lower M3 L	CA2007 uu-1 n°13
CAO-8	2	<i>Cervus elaphus</i>	lower M2 L	CA2006 vv3 n°21
CAO-9	3	<i>Dama dama</i>	lower M3 R	CA2005 sct2 tt8 n°51
CAO-10	3	<i>Cervus elaphus</i>	lower P4 L	CA2007 zz-6 n°6
CAO-11	3	<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>	upper P4 L	CA2007 a7 n°10
CAO-12	3	<i>Bos primigenius</i>	lower M2 L	CA2007 a7 n°12
CAO-13	4	<i>Cervus elaphus</i>	lower P3 R	CA2010 e-16 n°14
CAO-14	4	<i>Cervus elaphus</i>	lower P4 R	CA2008 tt1 n°19
CAO-15	4	<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>	lower P3 R	CA2010 c-18 n°11

Tableau 5. Inventaire des échantillons de dents d'herbivores de Caours utilisés pour les analyses isotopiques du carbone et de l'oxygène.

Les résultats préliminaires obtenus sur les dents des herbivores des quatre niveaux archéologiques de Caours sont très intéressants et permettent d'envisager une interprétation climatique et environnementale pertinente.

Pour le carbone, les données sont très claires et indiquent sans ambiguïté que tous les herbivores des niveaux 4 à 1 ont consommé des plantes de sous-bois forestier dense, et en toute saison. Ceci est le cas en particulier pour le cheval du niveau 1 qui témoigne donc *a priori* de la fermeture attendu du couvert forestier durant l'optimum eemien et l'absence de zones de prairies comme les analyses paléoécologiques traditionnelles le laissent penser (cénogrammes, affinités et diagrammes écologiques).

Pour l'oxygène, les données sont dans l'état actuel des analyses plus difficiles à interpréter. Les variations isotopiques le long des couronnes dentaires (de bas en haut de la dent) sont faibles, ce qui suggère que les différences hiver-été n'étaient pas très prononcées, ce qui serait en accord avec la contemporanéité avec l'optimum eemien et un climat très tempéré et à dominante océanique.

Toutefois, l'humidité peut aussi jouer un rôle dans cette faible variation de l'oxygène 18, il faut donc analyser cette option avant de conclure.

Une confrontation directe avec les résultats provenant de nos analyses « traditionnelles » devrait donc permettre de connaître plus finement le milieu et le climat des occupations humaines de Caours durant le dernier interglaciaire.

## **6. 6. Les données préliminaires des analyses protéomiques.**

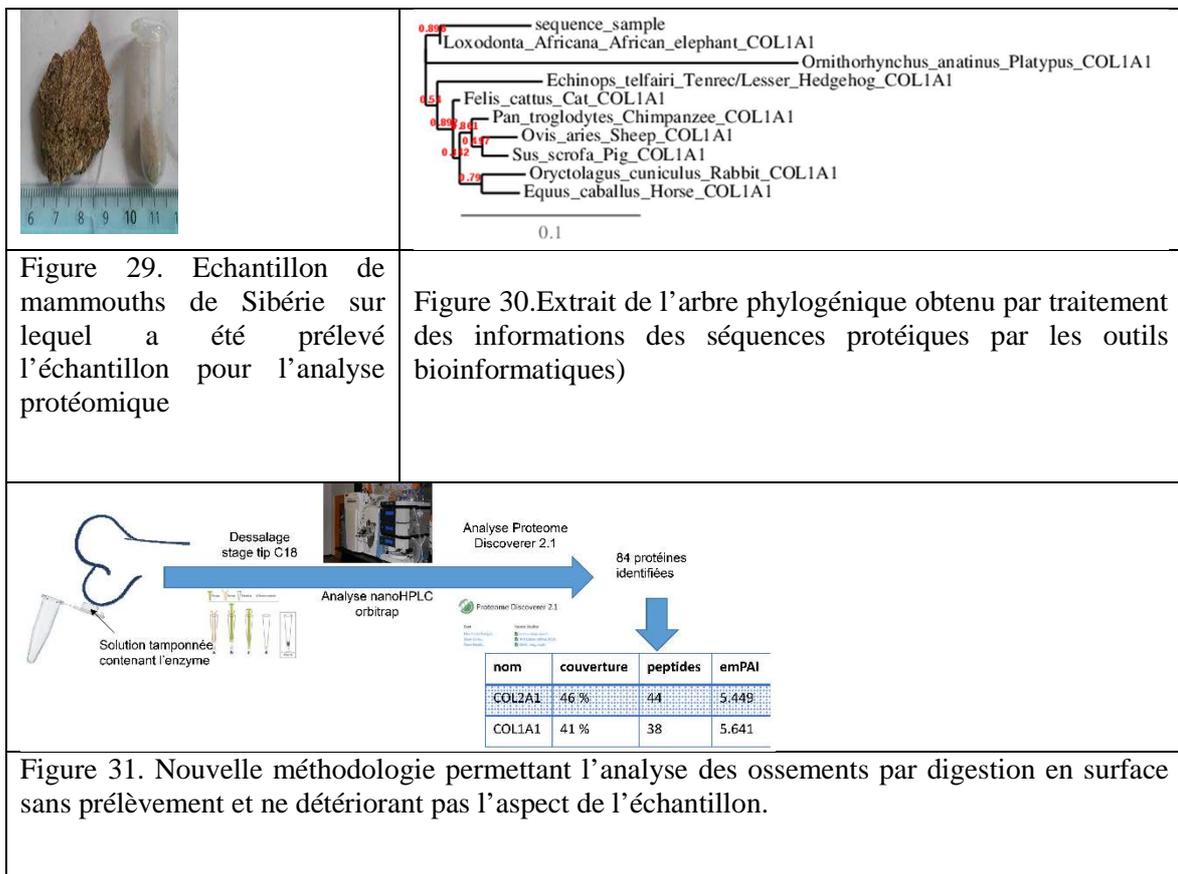
Lors de l'inventaire du matériel faunique issu des fouilles de 2016, N. Sévêque a mis de côté un fût de diaphyse de fémur (Caours 2016, C4, niveau 1, n° 10) dont l'identification spécifique posait problème. Ne s'apparentant pas de manière claire avec les os équivalents des taxons déjà connus à Caours, en particulier les cervidés, cet os a ensuite été montré à plusieurs ostéologues, archéozoologues et anthropologues. Dans tous les cas, l'identification à l'espèce demeurait incertaine, ce fémur sans épiphyse appartenant visiblement à un jeune individu pouvant être humain mais sans aucune certitude. Dans le cadre d'un programme financé par la Mission pour l'Interdisciplinarité du CNRS, nous avons soumis cet os à une analyse en protéomique afin de tenter de mettre en évidence d'éventuels marqueurs au moins génériques voire spécifiques.

En 2017, P. Auguste et C. Tokarski ont déposé et obtenu un projet de recherche intitulé « *Application des techniques protéomiques à l'identification des ossements de mammifères quaternaires provenant de sites préhistoriques* », ou ProtéoMamQuat. Un premier test préliminaire sur un os de mammoth avait donné des résultats très encourageants, un échantillon très réduit de l'os (des morceaux non accolés au fût principal) a été analysé suivant un protocole novateur. L'avantage de cette méthode est son côté très peu destructif, seuls quelques milligrammes d'os étant nécessaires.

Ce projet propose ainsi l'étude approfondie d'échantillons archéologiques et anthropologiques pour répondre à des questions liées à l'identification des espèces et à leur évolution (notamment dans le cas d'espèces éteintes ou non séquencées). Ces principales préoccupations sont aujourd'hui étudiées indépendamment en utilisant un ensemble de techniques, comme la paléogénétique (ADN ancien), les études isotopiques et la racémisation (acides aminés), et plus récemment, les techniques de protéomique (sur la base de l'étude des peptides constitutifs). En particulier, l'étude de l'ADN ancien, a permis d'identifier des séquences datant jusqu'à 700 k années (échantillons conservés dans le permafrost), révélant des secrets de l'évolution animale. Les protéines quant à elles, ont démontré de remarquables capacités de conservation (ex. plusieurs centaines de millions d'années) ouvrant de nouveaux champs d'exploration relatif à l'étude de l'évolution des espèces. L'analyse des protéines possède également l'avantage majeur d'identifier précisément les séquences d'espèces inconnues, éteintes ou non séquencées tout en consommant de très faibles quantités d'échantillons (moins de 500 µg d'échantillon de départ, soit plus de 1000 fois moins que pour les analyses ADN). Ainsi l'analyse protéomique devient un outil de choix pour l'identification des espèces mais également pour étudier leur évolution.

L'étude des protéines conservées dans les os d'espèces disparues présentent de nombreux challenges : la quantité de matière disponible est très faible, les protéines peuvent être partiellement dégradées, les séquences génomiques sont inconnues ce qui implique un séquençage de novo. Une étude préalable sur des échantillons de mammoths de Sibérie datés d'environ 24000 ans BC a permis d'identifier différentes séquences de collagènes mais également 50 protéines supplémentaires.

L'analyse de la similarité des protéines avec les espèces séquencées est en parfait accord avec l'arbre phylogénétique (Figure 29 : échantillon de mammouths de Sibérie sur lequel ont été prélevé 500 µg d'échantillon, Figure 30 : extrait de l'arbre phylogénétique obtenu par traitement des informations des séquences protéiques par les outils bioinformatiques). Ainsi, le projet intègre l'étude d'espèces sans équivalent actuel et l'étude de certaines espèces rares. Ces études nécessitent l'optimisation des méthodologies à partir d'un référentiel d'ossements animaux modernes, archéologiques et de musées. Différents outils bioinformatiques permettant d'établir des relations de phylogénie sont également évalués (ex : seaview 4.5.4 pour l'alignement de séquences multiples et phylogénie moléculaire, Mesquite 3.04 pour organiser et analyser des données comparatives sur les organismes, MrBayes 3.2.2 est un programme d'inférence bayésienne, FigTree 1.4.0 pour visualiser les arbres phylogénétiques). Le projet intègre également le développement d'une nouvelle méthodologie protéomique pour l'analyse des protéines de surface des ossements sans déminéralisation préalable. Des premiers essais ont permis, à partir d'un échantillon de dent, l'identification de 84 protéines de structure et de sang, avec par exemple des couvertures de séquences du collagène d'environ 50%. Cette nouvelle méthodologie n'a jamais été proposée et permet de travailler sur un échantillon sans échantillonnage préalable (fig. 31).



Les résultats obtenus sur les échantillons de ce fémur ont dépassé nos attentes, car dans un premier temps un signal protéinique indiquant une quantité étudiable de matériel a été mis en évidence, témoignant de la conservation notable de matière organique dans les os de Caours datant du dernier interglaciaire. Ensuite, le matériel protéinique identifié est diversifié, avec en particulier du collagène et de nombreux peptides. Une nouvelle analyse de l'échantillon est en cours afin de confirmer définitivement cette détermination.