

Université de Montréal

**Histoire des premiers peuplements béringiens :  
Etude archéozoologique et taphonomique de la faune des  
Grottes du Poisson-Bleu (Territoire du Yukon, Canada)**

Par

**Lauriane Bourgeon**

**Département d'anthropologie  
Faculté des arts et des sciences**

**Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de  
*Philosophiae Doctor* (Ph.D.) en Anthropologie, option Archéologie**

Mars 2017

© Bourgeon, 2017

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

Histoire des premiers peuplements béringiens :  
Etude archéozoologique et taphonomique de la faune des  
Grottes du Poisson-Bleu (Territoire du Yukon, Canada)

présentée par :

Lauriane Bourgeon

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Michelle Drapeau, Université de Montréal, QC, Canada  
(Présidente du jury et représentante du doyen)

Dr Ariane Burke, Université de Montréal, QC, Canada  
(Directrice de recherche)

Dr James Woollett, Université Laval, QC, Canada  
(Membre du jury)

Dr John F. Hoffecker, University of Colorado, CO, Etats-Unis  
(Examineur externe)

## RÉSUMÉ

La Béringie, un vaste territoire qui s'étend de la Sibérie orientale au Territoire du Yukon, est perçue comme le point d'entrée des populations humaines en Amérique. A la fin du Pléistocène, ce territoire déglacé aurait constitué un refuge aux premières populations préhistoriques se dispersant hors d'Asie. Selon les données génétiques et paléo-génétiques, la Béringie fut occupée au cours du Dernier Maximum Glaciaire (19 000-23 000 cal BP, années calibrées *Before Present*) par une population humaine qui demeura génétiquement isolée durant près de 8000 à 9000 ans, donnant ainsi naissance à la lignée des Natifs Américains qui allaient se disperser, plus tard, au sud des masses glaciaires nord-américaines et jusqu'en Amérique du Sud. Cette « *Beringian standstill hypothesis* », toutefois, ne trouva aucun soutien dans le registre archéologique : en Sibérie orientale, le plus ancien site est daté à 32 000 cal BP, tandis qu'en Alaska et au Yukon, la présence humaine ne remonte pas au-delà de 14 000 cal BP. Dans les années 70-80's, le site des Grottes du Poisson-Bleu (Yukon) livra des outils en pierre et des ossements supposés modifiés par les humains, enfouis dans un dépôt lœssique pléistocène ; les découvertes encouragèrent les archéologues J. Cinq-Mars et R. Morlan à évoquer l'hypothèse d'une occupation humaine sporadique dans le nord du Yukon entre 11 000 et 30 000 cal BP environ. La nature anthropogénique des échantillons osseux soumis aux datations radiocarbone ainsi que l'intégrité de la stratigraphie furent toutefois remises en question par une majorité d'archéologues.

La présente dissertation propose une analyse archéozoologique et taphonomique rigoureuse et systématique des assemblages fauniques de mammifères des Grottes I et II dans le but d'appréhender les facteurs responsables de l'accumulation et de la modification du matériel osseux. De nouvelles datations radiocarbone effectuées par le laboratoire *Oxford Radiocarbon Accelerator Unit* sur des ossements portant des traces indéniablement culturelles permettent une datation précise de l'occupation humaine du site. Les résultats illustrent plusieurs traces de découpe sur des os de cheval, caribou, wapiti et possiblement bison et mouflon, tandis que des ossements de mammoth pourraient avoir été collectés pour l'industrie osseuse. Les nouvelles datations AMS suggèrent que les Grottes du Poisson-Bleu étaient occupées de façon sporadique entre 12 000 et 24 000 cal BP, soit pendant et après le Dernier Maximum Glaciaire. Le site offre ainsi un soutien archéologique à l'hypothèse de l'isolation génétique des populations béringiennes à l'origine des

premières dispersions en Amérique. L'histoire taphonomique des Grottes du Poisson-Bleu rejoint celle des sites karstiques béringiens qui illustrent des occupations interspécifiques alternées entre carnivores et des fréquentations humaines de courte durée pour des activités de chasse. En outre, les altérations anthropiques sur des os de cheval des Grottes I et II ravivent le débat sur les extinctions de la mégafaune à la fin du Pléistocène (ca. 14 000 cal BP). Le site souligne l'incomplétude du registre archéologique et invite à multiplier les efforts de recherche en Béringie si l'on veut être à même de comprendre la préhistoire du peuplement des Amériques.

**Mots-clés :** Béringie, Amérique du Nord, Pléistocène, Dernier Maximum Glaciaire, premiers peuplements, archéozoologie, taphonomie, dispersions humaines, subsistance, mégafaune.

## ABSTRACT

Beringia, a vast landscape stretching from eastern Siberia to the Yukon Territory, is thought to be the initial entry point of humans into North and South America. At the end of the Pleistocene, this unglaciated region constituted a refugium for the first prehistoric populations dispersing out of Asia. According to genetic and palaeogenetic data, Beringia was occupied during the Last Glacial Maximum (19 000-23 000 cal BP, calibrated years before present) by a human population that remained genetically isolated for about 8000 to 9000 years, leading to the divergence of the Native American lineage that would eventually disperse south of the ice-sheets into North and South America. The « Beringian standstill hypothesis » is not well supported in the archaeological record, however: in eastern Siberia, the oldest archaeological site is dated to 32 000 cal BP while in Alaska and the Yukon, evidence for a human presence doesn't exceed 14 000 cal BP. Excavated in the 70s-80s, the Bluefish Caves site (Yukon) yielded stone tools and bone remains thought to have been culturally modified, buried in a Pleistocene loess deposit; the discovery encouraged archaeologists J. Cinq-Mars and R. Morlan to propose that humans occupied the caves sporadically between about 11 000 and 30 000 cal BP. The anthropogenic nature of the bone samples submitted for radiocarbon analysis and the stratigraphic integrity of the site didn't convince the scientific community, however.

The current dissertation proposes a rigorous archaeozoological and taphonomic analysis of the mammal bone assemblages of Caves I and II in order to identify the agents responsible for the accumulation and modification of the bone material. The results show several cut marks on bone specimens belonging to horse, caribou, wapiti and possibly bison and Dall sheep, while mammoth skeletal remains may have been collected for bone industry. New radiocarbon dates obtained by an Oxford laboratory (Oxford Radiocarbon Accelerator Unit) on bone bearing indisputable evidence of cultural modification allow the precise dating of the human occupation at the site. The AMS dates suggest that the Bluefish Caves were occupied sporadically between 12 000 to 24 000 cal BP, i.e., during and after the Last Glacial Maximum. The site, therefore, offers archaeological support for the Beringian standstill hypothesis. The taphonomic history of the Bluefish Caves, as well as other Beringian karstic sites, shows use of the caves by various carnivores and short-term human occupations for hunting activities. Moreover, cultural modifications on horse bone from Caves I and II enhance the debate surrounding the megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene (ca. 14 000

cal BP). The site underlines the incompleteness of the archaeological record and invites us to expand research efforts in Beringia if we are to understand the prehistory of the first people of the Americas.

**Key words:** Beringia, North America, Pleistocene, Last Glacial Maximum, first peopling, archaeozoology, taphonomy, human dispersals, subsistence, megafauna.

# TABLE DES MATIERES

|  |       |
|--|-------|
| RÉSUMÉ.....  | iii   |
| ABSTRACT.....  | v     |
| LISTE DES FIGURES.....   | xi    |
| LISTE DES TABLEAUX.....  | xv    |
| REMERCIEMENTS.....   | xviii |
| <br>   |       |
| 1. INTRODUCTION.....   | 1     |
| <br>   |       |
| 1.1. Dispersions humaines eurasiatiques : de la Sibérie à la Béringie.....         | 2     |
| 1.2. La Béringie : entre terre, mer et masses glaciaires.....                      | 2     |
| 1.3. Dispersions humaines nord-américaines : de la Béringie aux Amériques.....     | 11    |
| <br>   |       |
| 2. LE CONTEXTE BÉRINGIEN ET LES DISPERSIONS VERS LE NOUVEAU MONDE.....             | 15    |
| <br>   |       |
| 2.1. L'archéologie béringienne.....  | 15    |
| 2.1.1. Registre archéologique de la Béringie occidentale.....                      | 17    |
| 2.1.2. Registre archéologique de l'Alaska.....                                     | 20    |
| 2.1.3. Registre archéologique du Territoire du Yukon.....                          | 25    |
| <br>   |       |
| 2.2. Les reconstructions paléo-environnementales.....                              | 29    |
| 2.2.1. Reconstructions faunistiques.....   | 29    |
| 2.2.2. Reconstructions floristiques.....   | 34    |
| 2.2.3. Conclusion sur les paléo-environnements béringiens.....                     | 39    |
| <br>   |       |
| 2.3. Les modèles de dispersions humaines vers le Nouveau Monde.....                | 41    |
| 2.3.1. L'occupation du refuge béringien : archéologie <i>versus</i> génétique..... | 42    |
| 2.3.2. L'ouverture d'un couloir terrestre interglaciaire.....                      | 45    |
| 2.3.3. La voie maritime le long de la côte Pacifique.....                          | 47    |
| <br>   |       |
| 2.4. Les extinctions de la mégafaune.....  | 52    |
| 2.4.1. Etat de la question en Amérique du Nord.....                                | 52    |
| 2.4.2. Extinctions béringiennes.....   | 55    |
| 2.4.3. Discussion.....   | 58    |
| <br>   |       |
| 2.5. Conclusion.....   | 59    |
| <br>   |       |
| 3. LE SITE DES GROTTES DU POISSON-BLEU.....  | 64    |
| <br>   |       |
| 3.1. Contexte géographique, géomorphologique et historique.....                    | 64    |
| 3.1.1. Localisation géographique du site.....                                      | 64    |
| 3.1.2. Historiques des découvertes.....  | 67    |
| 3.1.3. Géomorphologie des cavités.....   | 69    |
| 3.1.4. Méthodes de fouille et enregistrement des données.....                      | 71    |
| <br>   |       |
| 3.2. Contexte chrono-stratigraphique et paléo-environnemental.....                 | 74    |
| 3.2.1. Stratigraphie du site.....  | 74    |

|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| 3.2.2.      | Données sédimentologiques et granulométriques .....                         | 76         |
| 3.2.3.      | Données palynologiques .....  | 77         |
| 3.2.4.      | Données paléontologiques.....   | 79         |
| 3.2.5.      | Datations radiocarbones .....   | 85         |
| <b>3.3.</b> | <b>Contexte archéologique.....</b>  | <b>87</b>  |
| 3.3.1.      | Matériel lithique.....  | 87         |
| 3.3.2.      | Matériel faunique.....  | 90         |
| <b>3.4.</b> | <b>Conclusion.....</b>  | <b>93</b>  |
| 3.4.1.      | Résumé et interprétations archéologiques .....                              | 93         |
| 3.4.2.      | Problématique.....  | 94         |
| 3.4.3.      | Perspectives d'étude .....  | 95         |
| <b>4.</b>   | <b>MÉTHODES D'ÉTUDE ARCHÉOZOOLOGIQUE ET TAPHONOMIQUE.....</b>               | <b>97</b>  |
| <b>4.1.</b> | <b>Identifications des pièces squelettiques.....</b>                        | <b>97</b>  |
| 4.1.1.      | Identifications anatomiques et taxonomiques.....                            | 97         |
| 4.1.2.      | Détermination de l'âge.....   | 100        |
| 4.1.3.      | Identification du sexe .....  | 105        |
| 4.1.4.      | Indices de saisonnalité .....   | 107        |
| 4.1.5.      | Remontages des pièces osseuses.....   | 108        |
| <b>4.2.</b> | <b>Méthodes quantitatives.....</b>  | <b>109</b> |
| 4.2.1.      | Nombre de Restes – Total, Déterminés, Indéterminés (NR, NRT, NRD, NRI)..... | 109        |
| 4.2.2.      | Nombre Minimum d'Eléments (NME).....  | 109        |
| 4.2.3.      | Nombre Minimum d'Individus (NMI) .....                                      | 110        |
| 4.2.4.      | Unité animale minimale (MAU) et pourcentage MAU (% MAU).....                | 111        |
| 4.2.5.      | Indices de fragmentation .....  | 111        |
| 4.2.6.      | Indices de représentation squelettique .....                                | 112        |
| <b>4.3.</b> | <b>Fragmentation versus fracturation.....</b>                               | <b>113</b> |
| 4.3.1.      | Densité osseuse.....  | 113        |
| 4.3.2.      | Utilité nutritive .....   | 116        |
| 4.3.3.      | Exploitation de la moelle et de la graisse.....                             | 118        |
| <b>4.4.</b> | <b>Taphonomie .....</b>   | <b>128</b> |
| 4.4.1.      | Processus climato-édaphiques .....  | 128        |
| 4.4.2.      | Processus biologiques .....   | 136        |
| 4.4.3.      | Des problèmes d'équifinalité dans l'interprétation des stigmates .....      | 142        |
| <b>4.5.</b> | <b>Dater la présence humaine .....</b>                                      | <b>153</b> |
| <b>5.</b>   | <b>RÉSULTATS.....</b>   | <b>155</b> |
| <b>5.1.</b> | <b>Présentation générale des assemblages osseux.....</b>                    | <b>155</b> |
| 5.1.1.      | Taux de détermination et taux de complétude.....                            | 156        |
| 5.1.2.      | Déplacements horizontaux et verticaux.....                                  | 157        |
| <b>5.2.</b> | <b>Composition faunique .....</b>   | <b>158</b> |
| 5.2.1.      | Abondance relative des taxons .....   | 158        |
| 5.2.2.      | Âge et sexe des taxons .....  | 166        |



|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 5.2.3.      | Saisons d'occupation du site .....   | 179        |
| 5.2.4.      | Quelques cas de pathologies osseuses .....   | 181        |
| <b>5.3.</b> | <b>Représentations squelettiques.....</b>  | <b>182</b> |
| 5.3.1.      | Fréquence des éléments anatomiques .....   | 182        |
| 5.3.2.      | Fréquence des régions anatomiques .....  | 187        |
| 5.3.3.      | Fréquence des éléments crâniens .....  | 189        |
| 5.3.4.      | Fréquence des petits os compacts .....   | 190        |
| <b>5.4.</b> | <b>Origine de la fragmentation .....</b>   | <b>191</b> |
| 5.4.1.      | Transport sélectif et/ou conservation différentielle .....                               | 191        |
| 5.4.2.      | Etat de fragmentation des os longs.....  | 196        |
| <b>5.5.</b> | <b>Impact des agents non anthropiques sur le matériel osseux .....</b>                   | <b>210</b> |
| 5.5.1.      | Processus climatiques .....  | 212        |
| 5.5.2.      | Processus édaphiques .....   | 214        |
| 5.5.3.      | Rongeurs et carnivores.....  | 217        |
| <b>5.6.</b> | <b>Impact des agents anthropiques sur le matériel osseux.....</b>                        | <b>219</b> |
| 5.6.1.      | Interprétation morphologique des traces de boucherie.....                                | 220        |
| 5.6.2.      | Interprétation morphométrique des traces de boucherie.....                               | 228        |
| 5.6.3.      | Fracturation et travail de l'os .....  | 230        |
| 5.6.4.      | Le nucléus et l'éclat de mammoth réexaminés.....   | 233        |
| <b>5.7.</b> | <b>Résultats des nouvelles datations radiocarbones .....</b>                             | <b>238</b> |
| <b>6.</b>   | <b>INTERPRÉTATIONS LOCALES – DÉCRYPTAGE D'UN PALIMPSESTE.....</b>                        | <b>241</b> |
| <b>6.1.</b> | <b>La part des carnivores dans l'assemblage osseux.....</b>                              | <b>241</b> |
| 6.1.1.      | Ethologie des carnivores et rongeurs béringiens .....                                    | 241        |
| 6.1.2.      | Les Grottes du Poisson-Bleu : des occupations mixtes .....                               | 250        |
| 6.1.3.      | Conclusion sur la part des carnivores .....  | 268        |
| <b>6.2.</b> | <b>Fréquentation humaine et économies de subsistance .....</b>                           | <b>270</b> |
| 6.2.1.      | Stratégies d'exploitation de la faune par les humains .....                              | 270        |
| 6.2.2.      | Fonction du site des Grottes du Poisson-Bleu et saisons d'occupations .....              | 278        |
| 6.2.3.      | Du cheval au menu .....  | 279        |
| 6.2.4.      | Témoignages ethnographiques : les Vuntut Gwitchin d'Old Crow.....                        | 281        |
| <b>6.3.</b> | <b>Du mammoth dans l'assemblage osseux .....</b>   | <b>283</b> |
| 6.3.1.      | Accumulation par les carnivores et modification naturelle des os ?.....                  | 284        |
| 6.3.2.      | Prédation ou collecte par les humains et technologie osseuse ?.....                      | 286        |
| <b>7.</b>   | <b>IMPLICATIONS RÉGIONALES – DISPERSIONS BÉRINGIENNES .....</b>                          | <b>292</b> |
| <b>7.1.</b> | <b>Mise à jour des schémas de mobilité des chasseurs-cueilleurs béringiens.....</b>      | <b>292</b> |
| 7.1.1.      | La « <i>Beringian standstill hypothesis</i> » soutenue par l'archéologie .....           | 293        |
| 7.1.2.      | Guide de survie en Béringie pendant le Dernier Maximum Glaciaire .....                   | 299        |
| <b>7.2.</b> | <b>Modèles paléo-économiques béringiens au Pléistocène, comparaison intersites .....</b> | <b>304</b> |
| 7.2.1.      | Variabilité des modes de subsistance .....   | 305        |
| 7.2.2.      | Les Grottes du Poisson-Bleu <i>versus</i> Little John .....                              | 309        |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>7.3.</b> | <b>Fonction des sites karstiques en Béringie .....</b>         | <b>319</b> |
| 7.3.1.      | Grotte Dyuktai .....   | 320        |
| 7.3.2.      | Grottes Trail Creek .....                                      | 322        |
| 7.3.3.      | Grotte Lower Rampart I.....                                    | 323        |
| 7.3.4.      | Grotte Lime Hills.....   | 325        |
| 7.3.5.      | Discussion .....   | 326        |
| <b>8.</b>   | <b>CONCLUSION ET NOUVELLES PERSPECTIVES DE RECHERCHE .....</b> | <b>332</b> |
|             | RÉFÉRENCES .....   | 337        |
|             | ANNEXES .....  | xxi        |

## LISTE DES FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Extension géographique de la Béringie au cours du Dernier Maximum Glaciaire. ....   | 4  |
| Figure 2 : Extension des glaciers nord-américains durant le Dernier Maximum Glaciaire.....   | 6  |
| Figure 3 : Evolution du paléo-littoral béringien au cours des 21 000 dernières années. ....  | 8  |
| Figure 4 : Dépôt de loëss caractéristique de l’environnement froid et sec de la Béringie à la fin du Pléistocène.....  | 10 |
| Figure 5 : Localisation des principaux gisements archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie mentionnés dans le texte. ....   | 16 |
| Figure 6 : Exemples d’artefacts organiques provenant du site Yana RHS. ....  | 18 |
| Figure 7 : Fragment d’os long de proboscidiien provenant du gisement <i>Old Crow Locality CRH 60</i> (NbVm-5 : 8).....   | 27 |
| Figure 8 : Représentation de la faune béringienne durant la période glaciaire.....   | 30 |
| Figure 9 : Représentation schématique de la Béringie centrale jouant un rôle de filtre biogéographique dans la dispersion des populations animales.....  | 32 |
| Figure 10 : Datations radiocarbone, comprises entre 18 000 et 9000 <sup>14</sup> C BP, obtenues en Alaska et au Yukon pour le mammouth ( <i>Mammuthus</i> ), le cheval ( <i>Equus</i> ), le bison ( <i>Bison</i> ), le wapiti ( <i>Cervus</i> ) et l’original ( <i>Alces</i> ), et comparées aux dates de sites archéologiques. .... | 34 |
| Figure 11 : Représentation graphique des données paléontologiques et archéologiques corrélées avec les données polliniques de l’Alaska et du Yukon, entre 18 000 et 9000 <sup>14</sup> C BP. ....  | 36 |
| Figure 12 : Paysage actuel de la Béringie orientale. ....  | 37 |
| Figure 13 : Représentation schématique des dispersions postglaciaires des espèces végétales hors de la Béringie centrale. ....   | 40 |
| Figure 14 : Les principales voies de dispersions humaines en Amérique du Nord.....   | 42 |
| Figure 15 : Représentation schématique de la « <i>Beringian standstill hypothesis</i> ». ....  | 44 |
| Figure 16 : Localisation des sites archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie pour lesquels des restes de la mégafaune (cheval et mammouth) ont été reportés. ....   | 58 |
| Figure 17 : Représentation schématique du Yukon septentrional au cours du Dernier Maximum Glaciaire. ....  | 65 |
| Figure 18 : Localisation du site des Grottes du Poisson-Bleu dans le nord du Territoire du Yukon, Canada. ....   | 66 |
| Figure 19 : Vue aérienne de l’affleurement calcaire des Grottes du Poisson-Bleu. ....  | 67 |
| Figure 20 : Localisation et orientation des trois cavités. ....  | 69 |
| Figure 21 : La Grotte I avant le début des fouilles. ....  | 70 |
| Figure 22 : Vue aérienne des Grottes I et II. ....   | 71 |
| Figure 23 : Coupe de la Grotte I et plan des aires de fouilles, de 1977 à 1985. ....   | 72 |
| Figure 24 : Coupe de la Grotte II et plan des aires de fouilles, de 1979 à 1987. ....  | 73 |
| Figure 25 : Coupe stratigraphique en aval de la Grotte II.....   | 75 |
| Figure 26 : Représentation schématique de la stratigraphie incluant les données polliniques, paléontologiques et archéologiques. ....  | 78 |
| Figure 27 : Amoncellement osseux en face de la Grotte I, en bas de la pente. ....  | 82 |
| Figure 28 : Amoncellements osseux à la surface de la roche-mère. ....  | 83 |
| Figure 29 : Quelques-unes des principales pièces lithiques récoltées dans la Grotte II. ....   | 89 |
| Figure 30 : Fragments osseux de mammouth interprétés comme un nucléus et un éclat résultant du travail de l’os.....  | 92 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 31 : Représentation schématique des neuf régions anatomiques d'un squelette d'ongulé.....   | 100 |
| Figure 32 : Représentation graphique des profils de mortalité théoriques. ....   | 104 |
| Figure 33 : Courbes d'utilité nutritive mettant en relation la fréquence des éléments squelettiques (% MAU) et les indices d'utilité nutritive. ....   | 117 |
| Figure 34 : Représentation schématique des différents profils de fractures osseuses.....   | 125 |
| Figure 35 : Fragmentation en « assiettes » d'une portion de diaphyse de fémur de bovidé au bout de 469 cycles de gel/dégel.....  | 131 |
| Figure 36 : Effets des processus climatiques sur les restes osseux. ....   | 132 |
| Figure 37 : Altération osseuse intensive d'un radius créée par les porcs-épics. ....   | 141 |
| Figure 38 : Interface graphique du microscope Olympus DSX-100 pour l'analyse morphométrique des traces de découpe. ....  | 149 |
| Figure 39 : Schématisation des profils et des prises de mesures de profondeur, de largeur et d'angle d'ouverture. ....   | 149 |
| Figure 40 : Proportions de spécimens osseux par classes de longueurs dans les Grottes I et II. ....  | 157 |
| Figure 41 : Représentation en secteurs du spectre faunique de la Grotte I, en % NRD et en NMI.....   | 163 |
| Figure 42 : Représentation en secteurs du spectre faunique de la Grotte II, en % NRD et en NMI.....  | 164 |
| Figure 43 : Proportions de carnivores et d'herbivores en % NRD au sein des Grottes I et II. ....   | 165 |
| Figure 44 : Profils de mortalité des équidés ( <i>E. lambei</i> ) dans les Grottes I et II établis à partir des restes dentaires, d'après les travaux de Burke et Cinq-Mars (1998). ....   | 169 |
| Figure 45 : Représentations graphiques des mesures de largeur et d'épaisseur prises sur l'extrémité proximale (PROX) et à mi-diaphyse (DIA) de six métacarpes de bison ( <i>B. priscus</i> ), provenant des Grottes I et II, et comparées aux mesures obtenues par Drees (2005) sur le bison des steppes. .... | 175 |
| Figure 46 : Mortalités saisonnières des équidés ( <i>Equus lambei</i> ) dans les Grottes I et II (en NMI) basées sur les analyses du ciment dentaire d'après Burke et Cinq-Mars (1998). ....   | 180 |
| Figure 47 : Représentations squelettiques en % MAU du caribou ( <i>Rangifer tarandus</i> ) et des bovidés de taille 3 ( <i>Ovis/Saïga</i> ), dans les Grottes I et II.....   | 183 |
| Figure 48 : Représentations squelettiques en % MAU du cheval ( <i>Equus lambei</i> ) et du bison ( <i>Bison priscus</i> ) dans les Grottes I et II.....  | 185 |
| Figure 49 : Représentations squelettiques générales des ongulés de taille 3 et 4, établies à partir du NRD, dans les Grottes I et II. ....   | 187 |
| Figure 50 : Représentations squelettiques du caribou ( <i>Rangifer</i> ) et du cheval ( <i>Equus</i> ) en % NME par régions anatomiques selon Stiner (1994). ....  | 189 |
| Figure 51 : Fréquence des éléments crâniens comparativement aux éléments postcrâniens (% NMI) pour les ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes I et II.....  | 190 |
| Figure 52 : Fréquence des petits os compacts comparativement au reste du squelette postcrânien (en NMI) pour les ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes I et II.....  | 191 |
| Figure 53 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction de la densité minérale osseuse (BMD) pour le caribou (RAN), le cheval (EQU) et le bison (BIS), dans les Grottes I et II. ....  | 193 |
| Figure 54 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction des indices d'utilité nutritive générale (sFUI, sMAVGTP) pour le caribou (RAN), le cheval (EQU) et le bison (BIS), dans les Grottes I et II.....   | 194 |
| Figure 55 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction des indices de moelle (UMI) pour le caribou (RAN), le cheval (EQU) et le bison (BIS), dans les Grottes I et II. ....   | 195 |
| Figure 56 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction des indices de moelle et graisse (BUI) pour le bison (BIS), dans les Grottes I et II. ....   | 196 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 57 : Etat de complétude des os longs (cylindres et fragments diaphysaires exclus) des ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes du Poisson-Bleu et comparaison avec un camp de chasseurs-cueilleurs San (Khwee) et une tanière d’hyènes tachetées, d’après Bunn (1983). .....  | 197 |
| Figure 58 : Diagramme tridimensionnel illustrant la fréquence relative des fragments diaphysaires (épiphyses exclues) selon leur longueur et leur circonférence, pour les ongulés de taille 3 et 4.....   | 199 |
| Figure 59 : Dimension des fragments diaphysaires d’ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes I et II, selon les classes de longueur et de largeur (en cm). .....  | 200 |
| Figure 60 : Fréquence des portions d’os longs pour le cheval ( <i>Equus</i> ), le bison ( <i>Bison</i> ) et le caribou ( <i>Rangifer</i> ) dans les Grottes I et II. ....   | 202 |
| Figure 61 : Représentations graphiques de la fréquence des épiphyses d’os longs (% MAU) en fonction de la densité minérale osseuse (BMD) pour le cheval (EQU) et le caribou (RAN), dans les Grottes I et II. ....   | 203 |
| Figure 62 : Proportions de restes épiphysaires (EPI) et diaphysaires (DIA) dans les Grottes I et II pour les ongulés de taille 3 et 4, comparées à trois types de gisements ( <i>i.e.</i> , <i>hammerstone only</i> , <i>simulated sites</i> , <i>carnivore only</i> ) d’après Blumenschine (1988), et un site archéologique en Alaska ( <i>i.e.</i> , Lime Hills), d’après Endacott (2008). .... | 205 |
| Figure 63 : Représentations graphiques de l’état de fractures des fragments d’os longs (diaphyse avec ou sans épiphyse attachée) pour les ongulés de taille 3, 4 et 5, selon l’indice FFI ( <i>Fracture Freshness Index</i> ) défini par Outram (2001). ....  | 208 |
| Figure 64 : Représentation graphique des pourcentages de traces de dents de carnivores sur les os longs comparés avec deux types de gisements ( <i>i.e.</i> , <i>carnivore only</i> , <i>simulated sites</i> ), d’après Blumenschine (1988) et Capaldo (1997), et un site archéologique en Alaska ( <i>i.e.</i> , Lime Hills), d’après Endacott (2008). ....                                      | 210 |
| Figure 65 : Taux de lisibilité des surfaces osseuses (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement). ....   | 212 |
| Figure 66 : Pourcentage d’intempérisation présent sur le matériel osseux (N = 5230 et 5811, Grottes I et II respectivement).....  | 213 |
| Figure 67 : Pourcentage de présence du dépôt de manganèse sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).....  | 215 |
| Figure 68 : Pourcentage de traces de vermiculations présentes sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).....  | 216 |
| Figure 69 : Pourcentage d’abrasion présent sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).....   | 217 |
| Figure 70 : Pourcentage de traces de dents de carnivores présentes sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement). ....  | 219 |
| Figure 71 : Fragment de mandibule de cheval ( <i>E. lambei</i> ) avec traces de découpe. ....   | 227 |
| Figure 72 : Diaphyse de tibia de caribou (H6.6.5) fracturé dans la longueur. ....   | 231 |
| Figure 73 : Portion proximale d’un ulna de caribou (J5.2.1) considéré ici comme un pseudo-artefact. ....  | 232 |
| Figure 74 : Nucléus (K5.2.3) et éclat (H6.3.21) d’os long de mammoth provenant de la Grotte II et montrant trois négatifs d’enlèvements avec fracturation sur os frais. ....  | 235 |
| Figure 75 : Eclat d’os long de mammoth (H6.3.21) provenant de la Grotte II et exhibant des stigmates potentiellement anthropiques. ....   | 237 |
| Figure 76 : Calibrations des nouvelles datations radiocarbone. ....   | 239 |
| Figure 77 : Profils de mortalité dessinés pour le caribou (NMI = 9), le mouflon (NMI = 9) et le bison (NMI = 11), Grottes I et II confondues. ....  | 255 |
| Figure 78 : Profils de mortalité du cheval pour les Grottes I (NMI = 25) et II (NMI = 13).....  | 256 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 79 : Représentation de la faune exploitée par les humains sur le site des Grottes du Poisson-Bleu. ....  | 273 |
| Figure 80 : Fréquentations humaines dans les Grottes du Poisson-Bleu et faune chassée. ....   | 274 |
| Figure 81 : Comparaison d'un outil en os de grand mammifère avec l'éclat de mammoth de la Grotte II du Poisson-Bleu. ....   | 288 |
| Figure 82 : Comparaison d'un os long de grand mammifère modifié par les humains avec le nucléus de mammoth de la Grotte II du Poisson-Bleu. ....                              | 289 |
| Figure 83 : Résumé des schémas de mobilité des premières populations humaines en Béringie. ....   | 294 |
| Figure 84 : Estimation bayésienne de la taille des populations en Béringie. ....  | 297 |
| Figure 85 : Vue sur la vallée de la rivière Mirror depuis le site Little John. ....   | 311 |
| Figure 86 : Taux de fragmentation du matériel osseux à Little John. ....  | 313 |
| Figure 87 : Représentation graphique des processus taphonomiques ayant affectés les assemblages osseux des Grottes du Poisson-Bleu et du site archéologique Little John. .... | 315 |
| Figure 88 : Localisation des sites archéologiques en contexte karstique. ....   | 320 |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |     |
|---|-----|
| Tableau I : Divisions chronologiques nord-américaines et stades isotopiques du Pléistocène supérieur et de l'Holocène.....  | 5   |
| Tableau II : Liste des sites archéologiques nord-américains attestant d'une prédation humaine à la fin du Pléistocène.....  | 54  |
| Tableau III : Liste des sites archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie pour lesquels des restes de la mégafaune (cheval et mammoth) ont été reportés.....   | 57  |
| Tableau IV : Liste faunique des espèces animales répertoriées sur le site des Grottes du Poisson-Bleu.....  | 80  |
| Tableau V : Datations radiocarbone obtenues à partir du collagène de l'os sur le site des Grottes du Poisson-Bleu.....  | 86  |
| Tableau VI : Classes de taille appliquées à la faune de mammifères des Grottes du Poisson-Bleu.....   | 99  |
| Tableau VII : Ratio épiphyses/diaphyses pour différents types d'assemblages osseux.....   | 120 |
| Tableau VIII : Résumé des critères permettant de différencier les types de fractures osseuses.....  | 125 |
| Tableau IX : Stades d'intempérisation selon Behrensmeier (1978).....  | 129 |
| Tableau X : Décompte des restes de mammifères provenant des Grottes I et II.....  | 156 |
| Tableau XI : Représentations taxonomiques en NRD et NMI des assemblages osseux de la Grotte I.....  | 160 |
| Tableau XII : Représentations taxonomiques en NRD et NMI des assemblages osseux de la Grotte II.....  | 161 |
| Tableau XIII : Estimations de l'âge à la mort des mammoths ( <i>M. primigenius</i> ) dans les Grottes I et II.....  | 167 |
| Tableau XIV : Estimations de l'âge à la mort des wapitis ( <i>C. elaphus</i> ) dans les Grottes I et II.....  | 170 |
| Tableau XV : Estimations de l'âge à la mort des caribous ( <i>R. tarandus</i> ) dans les Grottes I et II.....   | 172 |
| Tableau XVI : Estimations de l'âge à la mort des bisons ( <i>B. priscus</i> ) dans les Grottes I et II.....   | 173 |
| Tableau XVII : Estimations du sexe des bisons ( <i>B. priscus</i> ) dans les Grottes I et II.....   | 174 |
| Tableau XVIII : Estimations de l'âge à la mort des bœufs musqués ( <i>O. moschatus</i> ) dans les Grottes I et II.....  | 176 |
| Tableau XIX : Estimations de l'âge à la mort des mouflons de Dall ( <i>O. dalli</i> ) dans les Grottes I et II.....   | 177 |
| Tableau XX : Estimations de l'âge à la mort des ours ( <i>U. arctos</i> ) dans les Grottes I et II.....   | 178 |
| Tableau XXI : Estimations de l'âge à la mort des lions ( <i>P. leo atrox</i> ) dans les Grottes I et II.....  | 178 |
| Tableau XXII : Estimations de l'âge à la mort des loups ( <i>C. lupus</i> ) dans les Grottes I et II.....   | 179 |
| Tableau XXIII : Mortalités saisonnières des ongulés dans les Grottes I et II basées sur l'analyse des restes osseux.....  | 181 |
| Tableau XXIV : Etat de complétude des os longs (cylindres et fragments diaphysaires exclus) des ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes du Poisson-Bleu et comparaison avec un camp Khwee de chasseurs-cueilleurs San et une tanière d'hyènes tachetées, d'après Bunn (1983)..... | 197 |
| Tableau XXV : Proportions relatives des fragments diaphysaires (épiphyses exclues) selon leur longueur et leur circonférence, pour les ongulés de taille 3 et 4.....  | 198 |
| Tableau XXVI : Ratio épiphyses/diaphyses (EPI/DIA) dans les Grottes I et II pour les ongulés de taille 3 et 4.....  | 204 |
| Tableau XXVII : Représentations graphiques de l'état de fracture des fragments d'os longs (diaphyse avec ou sans épiphyse attachée) pour les ongulés de taille 3, 4 et 5, selon l'indice FFI ( <i>Fracture Freshness Index</i> ) défini par Outram (2001).....                      | 207 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau XXVIII : Pourcentages de traces de dents de carnivores décomptés sur les os longs d'ongulés de taille 3, 4 et 5 confondus. ....  | 210 |
| Tableau XXIX : Proportions des pièces osseuses considérées dans l'examen taphonomique. ....  | 211 |
| Tableau XXX : Inventaire des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques identifiés dans la Grotte I. ....                    | 221 |
| Tableau XXXI : Inventaire des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques identifiés dans la Grotte II. ....                  | 224 |
| Tableau XXXII : Résultats des nouvelles datations radiocarbones obtenues sur six échantillons osseux portant des traces de découpe. .... | 238 |
| Tableau XXXIII : Modifications osseuses attribuées aux activités humaines sur le site Little John. ....                                  | 318 |



A ma famille.



Tombstone Territorial Park. Photo : L. Bourgeon 2013

## REMERCIEMENTS

Plus qu'un projet de recherche scientifique, ce travail aura été une expérience exceptionnelle et incroyablement enrichissante, un développement personnel et intellectuel, une aventure hors du commun, et c'est avec le sentiment d'une chance profondément inestimable que je remercie tous ceux et celles qui m'ont aidée à construire ce petit chemin de vie et qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de cette thèse.

Une thèse qui n'aurait probablement pas été possible sans le soutien et l'expertise de ma directrice de recherche, professeure **Ariane Burke**, ses disponibilités, son écoute, ses conseils, ses critiques, sa confiance et la rigueur de son travail et de son encadrement. Un immense merci pour m'avoir guidée tout au long de cette recherche et pour m'avoir permis de mettre en œuvre un si beau projet. Je remercie également tous les membres du jury, professeurs **Michelle Drapeau**, **James Woollett** et **John F. Hoffecker**, pour leur précieux temps dans l'évaluation de ce travail et pour leurs critiques constructives.

J'exprime de sincères remerciements à **Jacques Cinq-Mars** pour la découverte et le partage d'un tel joyau, pour ses longues années de recherche passionnée et pour ses encouragements à poursuivre ces travaux.

Merci également à la **Première Nation des Vuntut Gwitchin** qui vit et nous apprend à vivre dans le respect des terres et des traditions ; le site des Grottes du Poisson-Bleu se situe sur son territoire et détient une place profondément ancrée dans l'héritage et la culture de la communauté.

Je tiens aussi à remercier les membres du Musée Canadien de l'Histoire (Gatineau, QC), pour leurs disponibilités, leurs conseils et pour leur aide exceptionnelle dans l'accès et le transfert des collections. Un immense merci à **Stacey Girling-Christie** ainsi qu'à **Terence Clark**, **Matthew Betts**, **Karen Ryan**, **Patti Davis-Perkins**, **Caroline Marchand**, **Sarah Prower**, **Benoit Thériault** et **Jonathan Wise**.

Je souhaite également remercier les membres du Musée Canadien de la Nature (Gatineau, QC), **Khamal Khidas**, **Kieran Shepherd** et **Margaret Currie** pour leur amabilité et pour m'avoir donné accès

à leurs collections ostéologiques. Un merci tout particulier à **Richard Harington** pour son appui et ses informations précieuses.

Un grand merci à **Norman A. Easton**, Yukon College (Whitehorse, YT), ainsi qu'à la famille **Johnny** de la **Première Nation White River**, pour m'avoir accueillie sur le site archéologique majestueux de Little John, ainsi que pour leur générosité, leur partage des connaissances et leur sourire autour d'un thé du Labrador. Merci, Norm, de m'avoir donné l'opportunité de travailler sur la faune de Little John et de m'avoir intégrée à ce projet de recherche. Merci également aux chercheurs, étudiants et autres passionnés rencontrés sur le terrain pour les bons moments passés ensemble. Merci particulièrement à **David Yesner**, **Vance Hutchison** et **Bob Sattler** pour nos échanges enrichissants ainsi qu'aux étudiants de l'école de fouille 2013 pour leur aide précieuse dans l'avancement de l'analyse taphonomique du matériel osseux de Little John. Je tiens en outre à remercier plus chaleureusement **Niki Virga** qui n'a jamais cessé de m'encourager et de m'inspirer au cours de ces dernières années.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude à **David Yesner** et **Ben Potter** pour m'avoir laissée jeter un oeil aux collections fauniques de Broken Mammoth et Mead, ainsi qu'à **Ted Goebel** pour son soutien dans mes recherches et pour l'opportunité qui m'a été donnée de publier un premier article dans la revue *PaleoAmerica*. Je remercie aussi **Bernard Lauriol** pour avoir partagé avec moi ses connaissances du terrain et ses nombreuses publications.

De sincères remerciements aux membres du *Yukon Government, Palaeontology Program* (Whitehorse, YT), **Grant Zazula**, **Greg Hare** et **Ruth Gotthardt**, pour leur extrême gentillesse, leurs encouragements et nos discussions passionnantes. Merci à Grant et son équipe de m'avoir donné la chance inespérée d'explorer les concessions d'or du Klondike à la recherche de fossiles de l'âge glaciaire. A **Susan Hewitson** et **Elizabeth Hall**, ce fut un immense plaisir que de découvrir cette expérience avec vous.

Merci également à tous les membres du **Centre d'Interprétation de la Béringie** (Whitehorse, YT) pour leur sympathie, leur enthousiasme vis-à-vis de cette recherche et leur appui.

Merci à **Thomas Higham** du laboratoire *Oxford Radiocarbon Accelerator Unit* (Oxford, UK) pour avoir accepté de collaborer avec nous sur ce projet et pour nous avoir fourni des résultats assez exceptionnels !

Je suis également reconnaissante envers **John F. Hoffecker** pour ses nombreuses recommandations et son grand soutien dans un projet de recherche longtemps controversé.

Merci à tous les professeurs et étudiants de l'Université de Montréal qui ont contribué à faire avancer toujours un peu plus ce projet de recherche. Merci notamment à **Claire Saint-Germain** qui m'a gentiment aidée à clarifier quelques déterminations taxonomiques grâce à la collection du Laboratoire de zooarchéologie de l'Ostéothèque de Montréal.

Bien sûr, je remercie aussi ma grande famille académique qui a rendu toutes ces longues heures de travail de labo bien plus agréables. Merci aux collègues et amis de ma cohorte, Emeline Raguin, Dario Guiducci et Ronan Mehault, ainsi qu'à tous les autres, Geneviève Pothier-Bouchard, Luc Doyon, Sarah, Cécile, Manu, Maxime, Simon, Antoine, Vincent, Yohann, JB, Anne-Carole...

Les transports de collection osseuse entre Gatineau et Montréal ont été rendu possibles grâce à l'aide d'Ariane Burke, Dario Guiducci, Emeline Raguin et Jena Zumaque. Cette thèse a pu être illustrée avec l'amabilité de Jena Zumaque, Julien Valvin et Luc Doyon qui m'ont gentiment laissée jouer avec leur caméra.

Enfin, je remercie profondément ma famille et mes amis laissés en France, pour leur soutien et leur présence malgré la distance et pour m'avoir toujours accueillie avec amour et bouteilles de vin ! Si vous lisez cette thèse (au-delà des remerciements), non, il n'a jamais été question de dinosaure, mais oui, je veux bien essayer de faire paraître mes prochains articles dans *Elle* ou *Picsou Magazine*.

Je tiens, encore, à remercier Jena Zumaque, mon pilier, mon guide, mon mentor, qui n'a jamais douté ni de mon potentiel ni de celui des premiers béringiens atteignant le Nouveau Monde en pleine période glaciaire !

A tous mes amis canadiens, Marine, Coline, Jo et Marion, Louma, Sarah P., Sarah E., Rajpal, Mireille, mes anciens colocs et tout ceux que j'oublie, merci de m'avoir suivie dans cette aventure et d'avoir supporté mes coups de joie et mes coups de gueule.

Parce qu'on garde toujours le meilleur pour la fin, je remercie mes parents pour leur soutien, leur amour et leur éducation sans faille.

A mon père, Claude, qui m'a donné le goût de la science, de la recherche et de la critique.

A ma mère, Maryse, qui m'a appris l'essentiel du bien-être et de l'instant présent.

Et à mon frère, Aurélien, qui dans son exploration progressive du monde n'attend que de me rendre visite dans un nouveau pays... Frangin, à bientôt !

---

---

Les analyses microscopiques ont pu être réalisées grâce au Laboratoire d'écomorphologie et de paléoanthropologie de l'Université de Montréal.

Le financement des datations radiocarbone a été rendu possible grâce au **Groupe de recherche sur la dispersion des hominidés (GRDH/HDRG)** et les **Fonds de Recherche Québécois Société et Culture** (FRQSC 2015-SE-179537, fonds reçus par Dr Ariane Burke). Mes déplacements sur le terrain ont été financés par ***Sigma XI, The Scientific Research Society (NC, USA)***, en Juillet 2013, pour l'analyse taphonomique de la faune du site Little John (YT, Canada), ainsi que par le **Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur (QC, Canada)**, en Juillet 2014, pour la mission de prospection paléontologique dans la région du Klondike (YT, Canada).

# 1. INTRODUCTION

Alors que l’Afrique et l’Eurasie se retrouvent peuplées par des populations d’humains anatomiquement modernes (*Homo sapiens*) la fin du Pléistocène, il y a quelques 30 000 ans, seule l’Amérique est encore inhabitée. Au cours des dernières décennies, des études archéologiques, génétiques, linguistiques et paléoanthropologiques ont tenté de reconstruire l’histoire des premiers peuplements du Nouveau Monde en retraçant les voies de dispersions potentielles et en établissant une date d’entrée à ces premières dispersions humaines. L’histoire, cependant, est encore loin d’être comprise et de nombreuses questions persistent encore aujourd’hui. Quand les premiers humains ont-ils mis le pied sur le continent américain ? D’où venaient ces populations ? Quelle(s) voie(s) de dispersion ont-elles empruntées et quels environnements ont-elles rencontrés ? Quels étaient les moyens de subsistance de ces chasseurs-cueilleurs ? Sont-ils responsables de l’extinction de la mégafaune à la fin du Pléistocène ?

La majorité des archéologues et des généticiens s’accorde à dire que les premiers américains sont originaire d’Asie et que les dispersions humaines eurent lieu dans la région du détroit de Béring. Si quelques chercheurs proposent toutefois une origine européenne et une traversée de l’océan Atlantique par les Solutréens (Bradley et Stanford 2004, 2006; Oppenheimer et al. 2014), l’hypothèse reste toutefois controversée (Straus 2000; Straus et al. 2005) et réfutée par les récentes études génétiques et paléo-génétiques (Fagundes et al. 2008; Raghavan et al. 2015; Rasmussen et al. 2014) ; elle ne sera pas traitée dans la présente dissertation.

La date d’entrée de ces premières populations préhistoriques découvrant le nord-ouest de l’Amérique du Nord était encore, jusqu’à aujourd’hui, très discutée. Le débat oppose les partisans d’une chronologie courte (une majorité d’archéologues), qui assurent une entrée des populations humaines en Alaska et au Yukon il y a environ 14 000 ans, et les partisans d’une chronologie longue (i.e., généticiens et quelques archéologues), qui penchent plutôt pour une arrivée il y a environ 25 000 ans. Mais qu’en est-il réellement ? Selon Guthrie (1990), trois barrières biogéographiques majeures sont susceptibles d’avoir affecté la progression des groupes humains d’Asie en Amérique à la fin du Pléistocène : il s’agit de (1) la latitude 60° N qui délimite un climat et un environnement périglaciaire nécessitant une adaptation technologique particulière, (2) la paléo-géomorphologie du détroit de Béring subissant les effets eustatiques du niveau marin et (3) l’extension des glaciers sur le

continent nord-américain bloquant temporairement les voies d'accès vers le reste du continent. Dans cette introduction, nous survolons brièvement les arguments nous permettant de mieux comprendre les dispersions humaines de Sibérie en Amérique et les conditions paléo-environnementales, paléoclimatiques et paléo-géomorphologiques rencontrées par ces humains préhistoriques.

## **1.1. Dispersions humaines eurasiatiques : de la Sibérie à la Béringie**

En Sibérie, la découverte de sites archéologiques a permis d'enregistrer les premiers mouvements de dispersions humaines en direction du Nouveau Monde. L'occupation humaine dans le sud sibérien est attestée dès le Paléolithique moyen dans la Grotte Denisova où des artefacts et des restes squelettiques attribués aux Néanderthaliens et Denisoviens ont été identifiés (Derevianko et al. 2007; Meyer et al. 2012; Reich et al. 2010). Toutefois, ce n'est qu'au Paléolithique supérieur que les humains anatomiquement modernes vont s'imposer dans le sud de la Sibérie puis, plus tard, se disperser au nord et à l'est, en direction du Nouveau Monde (Graf 2013). Dans les vallées des fleuves Yenisei et Angara ainsi qu'en Transbaïkalie, entre les latitudes 50° et 60° N, de nombreux sites archéologiques attestent clairement de la présence d'*Homo sapiens* dès 50 000 cal BP<sup>1</sup> (Graf 2013; Kuzmin et Keates 2005; Vasil'ev et al. 2002). Le site Mal'ta, près du Lac Baïkal, est parmi les plus connus d'entre eux et offre des dates autour de 24 000 cal BP (Kuzmin et Keates 2005; Richards et al. 2001; Vasil'ev et al. 2002). Au-delà de la latitude 60° N et à l'est du fleuve Lena, cependant, les gisements sont plus rares et les dispersions humaines deviennent difficiles à retracer. Au bord du fleuve Yana, des preuves d'activité humaine ont pu être identifiées et attestent de la présence des humains il y a 32 000 ans, aux portes de la Béringie (Basilyan et al. 2011; Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004).

## **1.2. La Béringie : entre terre, mer et masses glaciaires**

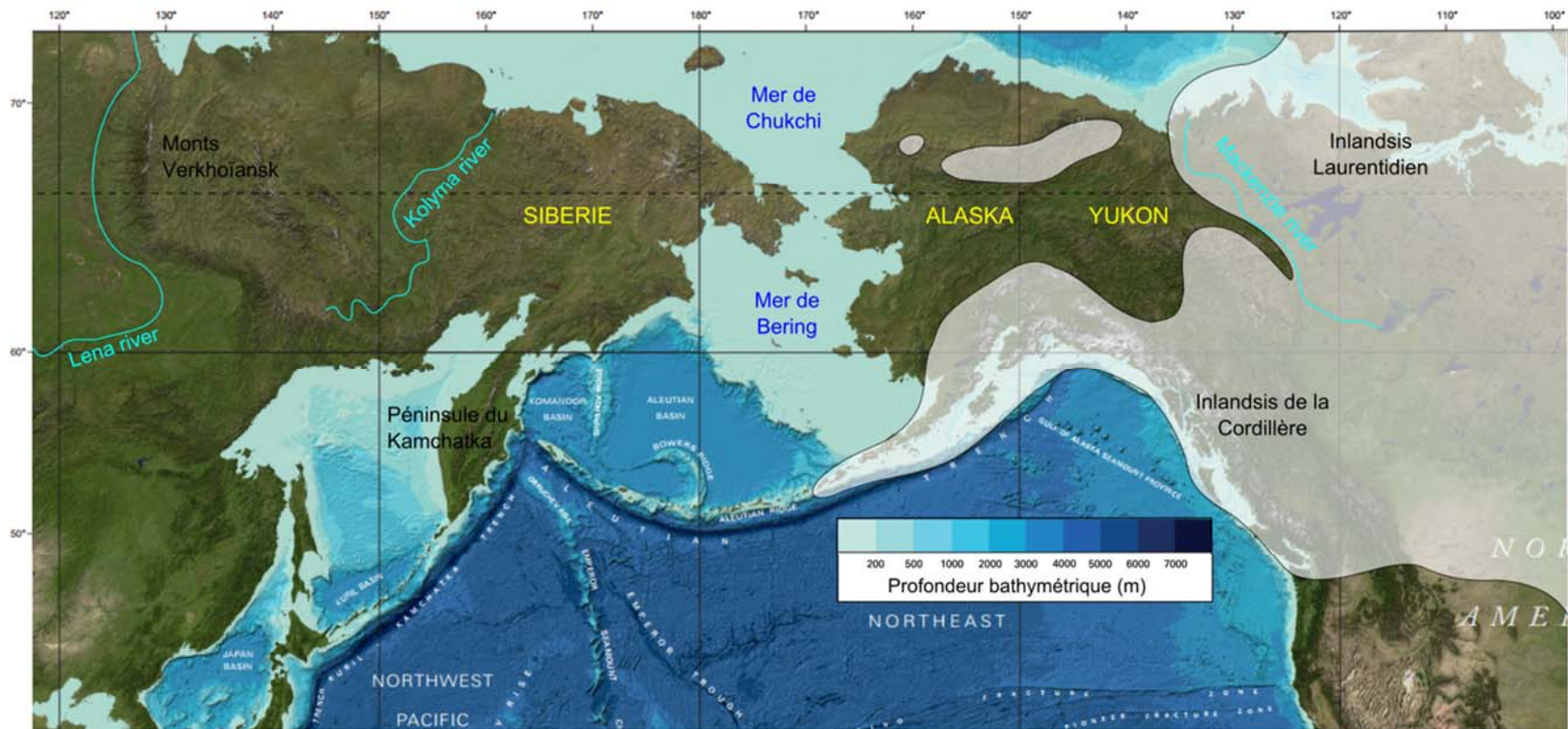
La Béringie est une aire géographique aujourd'hui partiellement inondée mais qui, il y a plusieurs milliers d'années, représentait une connexion terrestre intercontinentale entre la Sibérie orientale et l'Alaska. Le terme anglophone « *Bering Land Bridge* » fut d'abord nommé par le botaniste suédois Eric

---

<sup>1</sup> Les dates calibrées avant le présent sont indiquées « cal BP » (*Before Present*, 1950), tandis que les dates non calibrées sont indiquées en années radiocarbone, « <sup>14</sup>C BP ».

Hultén en 1937 qui, intéressé par la distribution des plantes et des animaux de part et d'autre du détroit de Béring, décida de nommer ainsi les portions du plateau continental qui furent émergées lors des périodes de bas niveau marin (Hultén 1937). En 1967, ce terme fut repris en l'intégrant dans une aire géographique plus large qui comprenait alors les portions terrestres du nord-est de la Sibérie orientale jusqu'au fleuve Kolyma, et du nord-ouest américain depuis l'Alaska jusqu'au fleuve Mackenzie dans le Territoire du Nord-Ouest (Hopkins 1967; Hopkins et al. 1982). Par la suite, d'autres auteurs proposèrent d'englober la Béringie sous une extension encore plus développée, au-delà du fleuve Kolyma et des Monts Verkhoïansk, dépendamment notamment de la phytogéographie (West 1996) ; la « *Megaberingia* » s'étend ainsi jusqu'au bassin du fleuve Lena (Yurtsev 2001). Cette nouvelle définition de la Béringie est particulièrement importante car elle permet d'introduire des sites archéologiques majeurs, dont ceux du fleuve Yana, au sein de la recherche béringienne sur les premiers peuplements humains. A ce propos, les Monts Verkhoïansk devraient donc être retenus comme limite géographique de la Béringie occidentale (Hoffecker et al. 1993). Si un accord n'a pas toujours pu s'établir sur cette extension occidentale de la Béringie, les limites orientales furent quant à elles imposées par l'extension maximale des glaciers sur le continent nord-américain durant le Dernier Maximum Glaciaire : la Béringie orientale (i.e., les portions terrestres de l'Alaska et du Yukon) est délimitée à l'est par le fleuve Mackenzie qui marque l'extension maximale de l'inlandsis Laurentidien, et au sud par les glaces de montagnes de la chaîne d'Alaska qui rejoignent l'inlandsis de la Cordillère (Figure 1). La Béringie s'étale ainsi sur plusieurs milliers de kilomètres d'est en ouest et comprend également les plateaux continentaux de Béring et de Chukchi. Elle englobe aussi la péninsule du Kamchatka qui descend jusqu'à 50° N.





**Figure 1 : Extension géographique de la Béringie au cours du Dernier Maximum Glaciaire.**

La Béringie est délimitée à l'ouest par les Monts Verkhoïansk et à l'est par le fleuve Mackenzie et par l'extension maximale des inlandsis Laurentidien et de la Cordillère durant le DMG. La grille de profondeur bathymétrique laisse percevoir la connexion terrestre qui existait à cette période entre la Sibérie et l'Alaska. Projection mercator (échelle 1 : 35 000 000). Image reproduite et adaptée à partir de *GEBCO world map 2014* ([www.gebco.net](http://www.gebco.net))

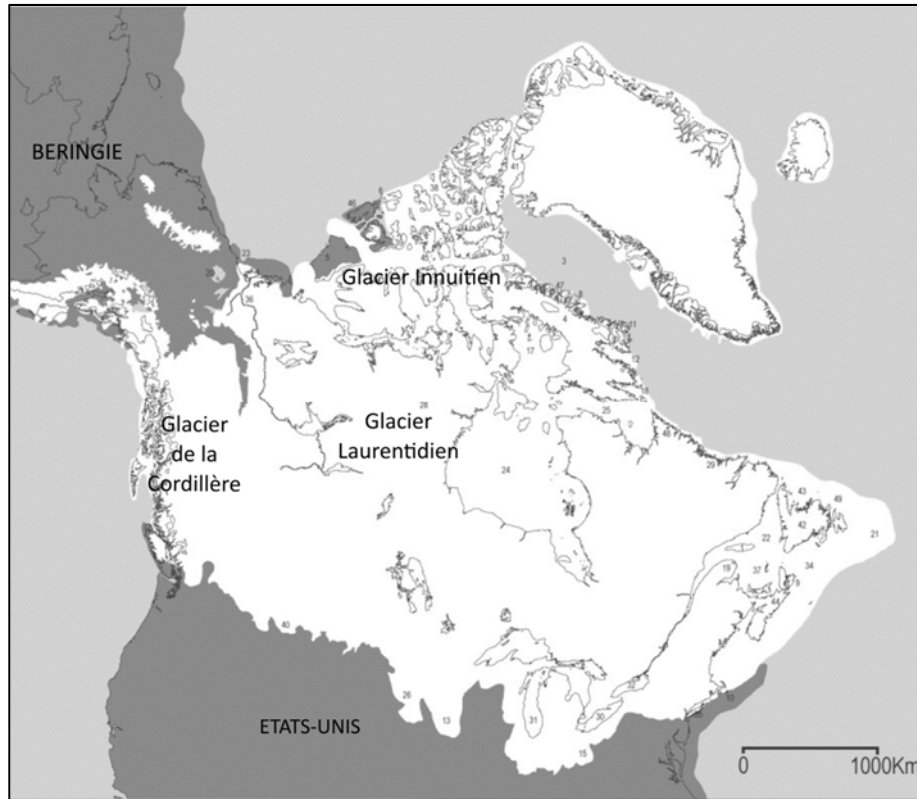
Le Dernier Maximum Glaciaire (DMG) est défini comme un épisode froid du stade isotopique 2 et est communément situé par les paléoclimatologues entre 19 000 et 23 000 cal BP, voir entre 18 000 et 24 000 cal BP, avec un pic de froid et une extension maximale de glace à 21 000 cal BP (Mix et al. 2001) (Tableau I). Plus récemment, la période de 19 000-26 500 cal BP a été proposée par Clark et al. (2009) pour définir le DMG d’après la position du niveau marin et l’extension des glaciers. En Béringie cependant, le maximum de glace diffère d’une région à l’autre entre l’ouest canadien et le sud de l’Alaska (Clague et al. 2004). C’est en raison de ces variations locales que les chercheurs peinent à se mettre d’accord sur les limites chronologiques du DMG en Béringie, qu’ils situent généralement dans une période de temps bien plus large, comprise entre 17 000 et 29 000 cal BP (15 000-25 000 <sup>14</sup>C BP). Cette extension du DMG ne considère pas l’alternance des épisodes froids et chauds qui caractérisent le stade isotopique 2. C’est pourquoi, dans le cadre de la présente dissertation, nous retiendrons la période de Mix et al. (2001) pour définir le DMG, soit entre 19 000 et 23 000 cal BP.

**Tableau I : Divisions chronologiques nord-américaines et stades isotopiques du Pléistocène supérieur et de l’Holocène.**

| Âge<br>(cal BP) | Epoques     | Glaciations            | Stades<br>isotopiques |
|-----------------|-------------|------------------------|-----------------------|
| 11,7            | Holocène    | Interglaciaire         | 1                     |
| 30-11,7         |             | Wisconsin récent       | 2                     |
| 50-30           | Pléistocène | Wisconsin moyen        | 3/4                   |
| 115-50          | supérieur   | Wisconsin ancien       | 4/5a-d                |
| 130-115         |             | Sangamonien (intergl.) | 5e                    |

### ***Organisation du complexe glaciaire nord-américain***

Au Pléistocène supérieur, la glaciation du Wisconsin (Tableau I) entraîne l’organisation d’un grand complexe glaciaire à la surface du continent nord-américain : l’inlandsis Laurentidien, le plus massif, s’étend alors sur quasiment tout le Canada et le nord des Etats-Unis ; l’inlandsis de la Cordillère recouvre quant à lui l’ouest des Rocheuses canadiennes jusqu’à la côte Pacifique ; le glacier Innuitien se répand sur l’archipel canadien arctique. Au cours du DMG, caractérisé par une extension maximale des glaciers, ces trois inlandsis coalescent et celui de la Cordillère rejoint également la glace de la chaîne d’Alaska (Figure 2). La Béringie, dépourvue de glace, se retrouve isolée.



**Figure 2 : Extension des glaciers nord-américains durant le Dernier Maximum Glaciaire.**

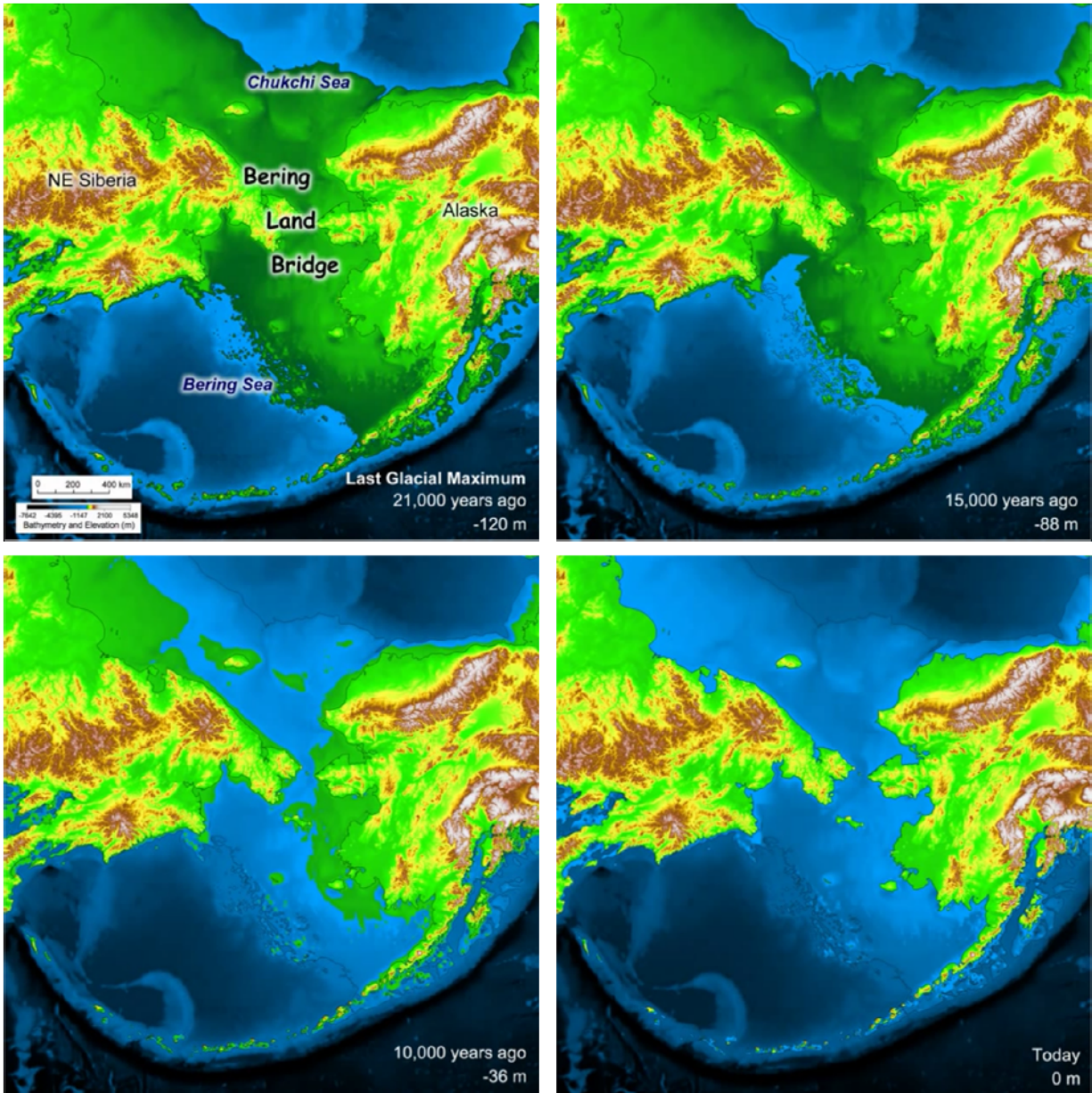
Image adaptée de Dyke et al. (2002), reproduite avec permission d'Elsevier.

### ***Baisse du niveau marin et émergence de l'isthme béringien***

Les fluctuations du niveau marin, qui dépendent des variations climatiques et de l'avancée/retrait des glaciers sur le continent nord-américain, ont largement influencé la géomorphologie de la Béringie (Figure 3). Durant le DMG, tandis que la masse glaciaire s'étend et fait pression à la surface du continent, un phénomène eustatique et isostatique se crée : le niveau marin s'abaisse d'environ 120 mètres par rapport au niveau actuel et entraîne l'émergence d'un pont terrestre entre la Sibérie et l'Alaska, atteignant près de 1500 km de large du nord au sud (Hopkins et al. 1982; Manley 2002). L'amélioration climatique qui s'ensuit vers 14 000 cal BP fait remonter le niveau marin à -80 m et réduit la largeur du pont terrestre à 1000 km. Ce pont terrestre persisterait jusqu'au moins 13 000-12 000 cal BP et finirait par être inondé vers 11 500-10 500 cal BP avec une remontée du niveau marin à -50 m (Elias et al. 1997; Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et Elias 2007; Manley 2002).

Il est clairement admis aujourd'hui que la connexion terrestre existait durant les phases glaciaires équivalentes aux stades isotopiques 2 et 4. Cette connexion aurait grandement facilité les migrations terrestres de la faune, et aurait du même fait pu contribuer à la dispersion des groupes humains sur les terres nordiques du Nouveau Monde. En revanche, les reconstructions géomorphologiques sont moins évidentes pour le stade isotopique 3 : il semble en effet que les chercheurs ne s'accordent pas toujours sur la position du paléo-littoral qui varie localement en fonction du rebond isostatique et de l'activité tectonique (Hopkins et al. 1982). En fait, durant ce stade affecté par de constantes oscillations climatiques (Dansgaard et al. 1993), il se pourrait que le plateau continental béringien ait de nouveau été inondé (Hoffecker et Elias 2007; Hopkins et al. 1982). Certains chercheurs évoquent toutefois la possibilité d'une traversée à pied lors des saisons hivernales quand la glace réunissait les surfaces émergées (West 1996).

L'utilisation d'embarcations a aussi été proposée pour expliquer le peuplement de l'Amérique. Si les restes matériels ne sont attestés qu'à partir du Mésolithique en Europe, les découvertes archéologiques attestent toutefois de l'utilisation d'embarcations et d'adaptations maritimes par les chasseurs-cueilleurs dès 50 000 cal BP dans les îles d'Océanie et jusqu'en Australie (Hamm et al. 2016; O'Connor et al. 2011). Les bras de mer n'étaient donc pas un obstacle pour des groupes humains. Des populations adaptées à un écosystème marin auraient pu effectuer la traversée par l'intérieur même de la Béringie centrale alors immergée, ou bien par le sud en longeant la côte Pacifique et les îles aléoutiennes. En revanche, le froid de la côte nord devait être trop extrême, avec une végétation proche des déserts polaires modernes et des eaux gelées qui ne devaient abriter que peu de mammifères marins (Hoffecker et Elias 2007; Hopkins et al. 1982).



**Figure 3 : Evolution du paléo-littoral béringien au cours des 21 000 dernières années.**

La largeur du pont terrestre (*Bering Land Bridge*) est à son maximum durant le Dernier Maximum Glaciaire (*Last Glacial Maximum*) il y a 21 000 ans. La connexion terrestre est rompue avec l'arrivée de l'Holocène et la remontée du niveau marin après 11 000 ans BP. Animation d'après Manley, W.F. (2002) Postglacial Flooding of the Bering Land Bridge: A Geospatial Animation: INSTAAR, University of Colorado, v1, [http://instaar.colorado.edu/QGISL/bering\\_land\\_bridge](http://instaar.colorado.edu/QGISL/bering_land_bridge).

### ***Des conditions arides pour une Béringie dépourvue de glace***

Cette configuration particulière – fermeture océanique et masses glaciaires continentales – entraîne une baisse de l'humidité en Béringie orientale. En fait, la présence de hautes montagnes, de mers gelées et de masses glaciaires continentales maintient l'existence de ciels dégagés en Béringie et garde la précipitation à un faible taux annuel (Guthrie 2001). C'est cette aridité qui, malgré les températures relativement basses du Pléistocène supérieur, inhibera toute invasion par la glace et plongera la Béringie dans un environnement de steppe-toundra bien particulier ; tandis que la glace se répandra sur les chaînes de haute montagne et les cirques glaciaires, seule une couverture de neige fine et discontinue recouvrira les terres béringiennes, et ce, même durant le DMG (Hoffecker et Elias 2007; Hopkins et al. 1982) (cf. chapitre 2.2, p. 29). La Béringie orientale, alors reliée à la Sibérie, devient ainsi le refuge glaciaire des espèces animales et humaines pénétrant dans le Nouveau Monde.

En outre, cette aridité est à l'origine du manteau loessique relativement épais qui recouvre les surfaces terrestres de la Béringie (Figure 4) (West 1996). Ces dépôts fins de limons et de sable parfois mélangés à de la glace (aussi appelés « *muck* » ou « *yedoma* ») caractérisent ainsi l'environnement sec et venteux des régions béringiennes lors des périodes glaciaires et dénotent une activité maximale du transport éolien durant le Pléistocène supérieur (Hopkins et al. 1982; West 1996). D'ailleurs, la rareté des sédiments lacustres datant du DMG dans l'intérieur de l'Alaska et du Yukon témoigne également d'une extrême aridité du climat à cette période (Guthrie 2001). Durant cet épisode, les environnements béringiens les plus secs et les plus hostiles étaient localisés sur les basses terres de l'arctique, près des côtes de la mer de Beaufort, où s'observent des déserts de sable et des complexes de dunes mobiles et actives ainsi que des aires de déflation (Hopkins et al. 1982).



**Figure 4 : Dépôt de loess caractéristique de l'environnement froid et sec de la Béringie à la fin du Pléistocène.** Affleurement près de Dawson City (YT, Canada), sous un couvert végétal moderne dominé par l'épinette. Photo : L. Bourgeon.

#### ***Des températures particulières en Béringie***

Par ailleurs, des reconstructions paléo-climatiques ont pu être établies à partir d'assemblages polliniques et des restes de coléoptères récoltés dans différents sites béringiens (Elias 2000; Elias 2001; Viau et al. 2008). Entre 25 et 16 ka cal BP, les températures annuelles moyennes étaient de 3°C plus froides que les températures modernes et les précipitations annuelles étaient plus basses qu'aujourd'hui avec parfois -100 mm de précipitation par rapport aux valeurs modernes (Viau et al. 2008). Plus précisément, les températures estivales auraient chuté d'environ 4°C en Béringie orientale durant le DMG (Elias 2001; Viau et al. 2008). En revanche, les températures hivernales ne devaient pas être significativement plus basses que les températures actuelles (Viau et al. 2008) et pourraient en fait avoir été plus élevées dans certaines régions (Elias 2001). Dans le bassin Bluefish notamment, les estimations saisonnières de températures ont été établies par Elias (2001) à partir d'un assemblage d'insectes fossiles daté d'environ 25 ka cal BP (20 800 <sup>14</sup>C BP) (Matthews Jr. et Telka 1997) : les résultats montrent une baisse des températures de 5,5°C en Juillet et une hausse des températures de 2,8°C en Janvier comparé aux valeurs modernes (Elias 2001).

La présence des inlandsis nord-américains, altérant la circulation du jet-stream et apportant ainsi des températures plus élevées en Béringie, pourrait expliquer l'existence de ces hivers relativement chauds (Bartlein et al. 1991) ; au contraire, au sud des glaciers, les températures hivernales durant le DMG étaient nettement plus froides qu'aujourd'hui (Elias 2001). Si les variations de températures n'étaient toutefois pas uniformes à travers la Béringie (Elias 2000; Elias 2001) et bien que les chercheurs ne s'entendent pas tous sur ces reconstructions paléo-climatiques, il est communément admis qu'un climat relativement froid et aride dominait en Béringie orientale durant le DMG (Hoffecker et Elias 2007) avec des températures annuelles moyennes plus basses que les valeurs actuelles (Viau et al. 2008).

### **1.3. Dispersions humaines nord-américaines : de la Béringie aux Amériques**

La majorité des chercheurs s'accordent à dire que le pont terrestre béringien constituait la porte d'entrée des populations nomades eurasiatiques vers le Nouveau Monde. La Béringie agissait alors comme un refuge glaciaire à ces groupes de chasseurs-cueilleurs qui suivaient probablement le déplacement des troupeaux de grands ongulés. La date d'arrivée de ces premiers groupes humains en Amérique reste toutefois débattue.

#### ***Peuplement du Nouveau Monde, le débat***

Quelques sites archéologiques prétendent que les humains atteignirent le Nouveau Monde il y a environ 30 000 ans, voir même avant : le site des Grottes du Poisson-Bleu (YT, Canada) (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982), les gisements de fossiles à Old Crow (YT, Canada) (Harington 2011; Irving et Harington 1973; Irving et al. 1989; Morlan 1980, 2003), La Sena (NE, Etats-Unis) et Lovewell (KS, Etats-Unis) (Holen 2006, 2007; Holen et Holen 2013), ainsi que les sites Meadowcroft Rockshelter (PA, Etats-Unis) (Adovasio et al. 1990; Adovasio et al. 1999), Monte Verde I (Chili) (Dillehay et Collins 1988; Dillehay et al. 2015), Arroyo del Vizcaino (Uruguay) (Fariña 2015; Fariña et al. 2014), ou encore Sitio do Meio, Tira Peia, Boqueirao et Vale da Pedra Furada (Brésil) (Aimola et al. 2014; Boëda et al. 2014; Boëda et al. 2013; Guidon et Delibrias 1986; Lahaye et al. 2013), figurent parmi cette liste de sites potentiels. Les preuves, toutefois, n'ont à ce jour pas convaincu la communauté scientifique qui perçoit difficilement



une arrivée des populations humaines aussi ancienne et qui remet en question la qualité des fouilles, l'intégrité de la stratigraphie et des datations radiométriques ainsi que l'identification des pièces lithiques en tant qu'artefacts et l'origine des stigmates observés sur les ossements (Dixon 1999; Fiedel 2000; Goebel et al. 2008; Meltzer 1993).

Les données archéologiques généralement acceptées semblent plutôt indiquer un peuplement tardif des Amériques survenant lors de l'amélioration climatique qui succède au Dernier Maximum Glaciaire. En Béringie orientale, les plus anciennes traces indéniables de présence humaine ne remontent pas au-delà de 14 000 cal BP (Easton et al. 2011; Hoffecker et Elias 2007; Potter et al. 2013). Ces premières populations béringiennes se seraient retrouvées isolées du reste des Amériques en raison de l'extension des masses glaciaires nord-américaines. Il fut longtemps pensé que la culture Clovis, estimée à environ 13 000 cal BP, représentait la plus ancienne trace d'activité humaine au sud des inlandsis (Waters et Stafford 2007). Toutefois, des découvertes archéologiques aux Etats-Unis (e.g., Paisley Caves, Debra L. Friedkin) (Gilbert et al. 2008; Jennings 2012; Waters et al. 2011a) et au Chili (e.g., Monte Verde II) (Dillehay 1989; Meltzer 1997; Meltzer et al. 1997) ont mis en évidence une culture pré-Clovis qui repousse la date de la présence humaine en Amérique à environ 15 000 cal BP et évoque une voie de dispersion par la côte Pacifique (Dixon 1999, 2011; Goebel et al. 2008).

Pourtant, les données génétiques et paléo-génétiques, basées sur les analyses de l'ADN mitochondrial et du chromosome Y (Rubicz et Crawford ; Tackney et al. 2016), suggèrent que les humains sont entrés en Amérique du Nord bien plus tôt qu'on ne le pense, et c'est dans l'Alaska et le Territoire du Yukon que l'on pourrait trouver les preuves de ces plus anciennes dispersions (Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; Raghavan et al. 2015; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007). L'Alaska et le Yukon agissaient en effet comme un refuge glaciaire à la fin du Pléistocène ; bordés par les masses glaciaires nord-américaines et reliés à la Sibérie par un pont terrestre, ces territoires auraient pu abriter les tout premiers américains sur le continent, et ce, dès le Dernier Maximum Glaciaire, d'après les généticiens. Ces toutes premières populations humaines seraient restées génétiquement isolées en Béringie pendant plusieurs milliers d'années, donnant ainsi naissance à la lignée des premiers amérindiens qui allaient ensuite se disperser sur le reste du continent américain (*op. cit.*). A ce jour, aucun site archéologique n'est à même de soutenir cette hypothèse (Hoffecker et al. 2016).

### ***Le site des Grottes du Poisson-Bleu (Yukon, Canada)***

Un site archéologique, les Grottes du Poisson-Bleu (Yukon), se présente encore aujourd'hui comme l'unique candidat potentiel qui pourrait corroborer les hypothèses de la génétique. Découvert en 1975 et fouillé jusqu'en 1987 sous la direction de Jacques Cinq-Mars, le site livra un outillage lithique et une riche collection osseuse dans un sédiment daté du Pléistocène. Les études préliminaires menées sur ce matériel conduisirent Cinq-Mars et ses collègues à proposer une présence humaine dans le Territoire du Yukon dès 30 000 ans avant le présent, suggérant ainsi que les humains occupaient la Beringie durant le Dernier Maximum Glaciaire (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington 2011; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982). Cette hypothèse, très contestée par de nombreux chercheurs (Dixon 1999; Goebel et al. 2008; Hoffecker et Elias 2007; Morlan 2003), perturbe notre compréhension des premiers peuplements de l'Amérique et relance plusieurs débats majeurs. En effet, une dispersion humaine en Beringie orientale avant 14 000 ans suggère des facilités d'adaptation des groupes humains à des climats périglaciaires et ouvre la possibilité que l'extinction de la mégafaune à la fin du Pléistocène soit liée à une prédation intensive par les premiers chasseurs humains (Martin 1984). Plus important encore, elle implique une révision des schémas de mobilité en Beringie et vers le sud du continent nord-américain. En outre, elle pourrait démontrer qu'aucun obstacle biogéographique n'avait empêché la progression des populations humaines arrivées à la frontière béringienne dans leur conquête de nouveaux territoires. Finalement, cette hypothèse souligne que nos connaissances sur l'histoire des premiers peuplements de l'Amérique sont loin d'être complètes.

La présente étude a donc été menée dans le but de répondre à ces nombreuses questions et d'élucider le mystère qui pèse depuis plusieurs années sur le site des Grottes du Poisson-Bleu. Les résultats qui découleront de cette analyse archéozoologique et taphonomique du matériel faunique nous permettront notamment (1) d'évaluer les agents responsables de l'accumulation et de la modification du matériel osseux dans les cavités, (2) d'interpréter les modes de subsistance des chasseurs-cueilleurs présents sur le site et, éventuellement, (3) de redessiner les modèles de dispersion en Amérique du Nord en clarifiant la date d'occupation humaine dans les Grottes du Poisson-Bleu. Ainsi, l'hypothèse de Cinq-Mars et Morlan évoquée dans les années 80-90's pourra être validée ou réfutée et le site des Grottes du Poisson-Bleu pourra être réintégré dans le champ des connaissances actuelles.

Ce manuscrit se découpe en une première partie (chapitre 2) qui dépeint le contexte béringien tel qu'il devait être au Pléistocène, notamment grâce à l'apport de données climatiques, géologiques, environnementales et paléontologiques. Ce chapitre nous permet d'introduire les débats scientifiques majeurs concernant les reconstitutions paléo-environnementales, les schémas de dispersions humaines ainsi que les extinctions de la mégafaune. Il nous permettra également d'y recenser les nombreux sites archéologiques de la Sibérie, de l'Alaska et du Yukon, incluant celui des Grottes du Poisson-Bleu. Cette présentation débouchera sur un chapitre 3 entièrement dédié au site d'étude et englobant toutes informations littéraires. Ce chapitre se conclura sur les problématiques du site et les perspectives d'étude. Suite à quoi, les chapitres 4 et 5 présenteront les méthodes d'analyse en archéozoologie et en taphonomie qui seront appliquées au matériel osseux des Grottes I et II, ainsi que les résultats qui en découleront. Finalement, le chapitre 6 se concentrera sur les interprétations des résultats en proposant un décryptage du site des Grottes du Poisson-Bleu. Il met donc en lien les chapitres 3 et 5 et devra énoncer les modèles paléo-économiques des chasseurs-cueilleurs ainsi que la (ou les) date(s) d'occupation(s) humaine(s). Après cette approche locale, une approche plus régionale sera présentée de manière à réintégrer le site des Grottes du Poisson-Bleu dans le contexte béringien. Ce chapitre 7 fait ainsi le lien entre les chapitres 2 et 6 et amènera à des comparaisons intersites ainsi qu'à un retour au cœur des grands débats qui pèsent encore sur l'histoire du peuplement de la Béringie et de l'Amérique du Nord.

## **2. LE CONTEXTE BÉRINGIEN ET LES DISPERSIONS VERS LE NOUVEAU MONDE**

Quand et dans quelles conditions les premières dispersions humaines en Béringie ont-elles eu lieu ? Afin de répondre à cette problématique, il est nécessaire d’inventorier tout d’abord les évidences archéologiques béringiennes qui nous permettront de dessiner les schémas de dispersions des populations humaines, ainsi que les modèles paléo-économiques et les adaptations technologiques de ces chasseurs-cueilleurs évoluant au sein d’un environnement périglaciaire bien particulier.

Ce premier chapitre recense ainsi les sites archéologiques du Pléistocène découverts en Béringie tout en introduisant brièvement le site des Grottes du Poisson-Bleu (qui sera visité plus en détail dans le chapitre suivant). Nous continuerons cette mise en contexte en mentionnant les nombreuses études palynologiques et paléontologiques qui ont permis d’élaborer une image des paléo-environnements rencontrés par ces premières populations paléoindiennes. Cette présentation des sites archéologiques et des paléo-environnements béringiens nous permettra ensuite d’aborder les grands débats relatifs au peuplement de l’Amérique et aux différentes voies potentielles de dispersions humaines, en y confrontant les données archéologiques, génétiques, paléontologiques, palynologiques et géologiques. Ainsi, nous introduirons notamment l’hypothèse génétique de l’isolation des populations humaines à l’intérieur des terres béringiennes ainsi que l’hypothèse d’une dispersion le long de la côte Pacifique. Finalement, nous évoquerons les extinctions de la mégafaune qui surviennent à la fin du Pléistocène en même temps que l’arrivée supposée des groupes humains et les changements climatiques et environnementaux annonçant la venue de l’Holocène. Ce débat est d’autant plus intéressant que les Grottes du Poisson-Bleu renferment des restes de la mégafaune susceptible d’avoir été chassée par les paléoindiens.

### **2.1. L’archéologie béringienne**

Dans des territoires actuels aussi vastes et peu peuplés – tels que la Sibérie, l’Alaska et le Territoire du Yukon – les sites archéologiques ne sont pas toujours faciles à découvrir et ils ne fournissent souvent qu’une image partielle de l’histoire des premiers peuplements. En Béringie, la plupart des gisements archéologiques et paléontologiques furent découverts de façon fortuite par des chercheurs d’or ou

des chasseurs autochtones. Les prospections archéologiques eurent lieu majoritairement le long des principales rivières et des découvertes ont été faites lors de projets de construction de routes, dans des régions où d'importants dépôts éoliens se sont mis en place à la fin du Pléistocène (West 1996). Les vestiges sont généralement enfouis dans ce sédiment loessique accumulé sur plusieurs centimètres à quelques mètres (Figure 4, p. 10). Suite à des découvertes archéologiques grandissantes, la localisation géographique des sites, leurs datations radiométriques et les comparaisons typologiques du matériel archéologique ont permis de mieux entrevoir les schémas de mobilité des quelques groupes d'humains modernes s'aventurant progressivement vers un nouveau continent. En 1981, Frederick H. West définit la « *Early Beringian Tradition* » pour regrouper l'ensemble des sites archéologiques béringiens dans une période allant de 35 000 à 9500 <sup>14</sup>C BP (West 1996). Dans cette partie, nous revisitons les sites majeurs qui peuvent être inclus dans cette tradition béringienne et qui nous aident à établir les schémas de dispersions mais aussi le mode de vie des premiers chasseurs-cueilleurs arpentant ces territoires nordiques (Figure 5). En guise d'illustrations des composants culturels cités ici, nous recommandons la thèse de Yan A. Gomez-Coutouly (2011) qui réunit de nombreuses photographies couleur et dessins de qualité, dépeignant la technologie béringienne lithique et osseuse.

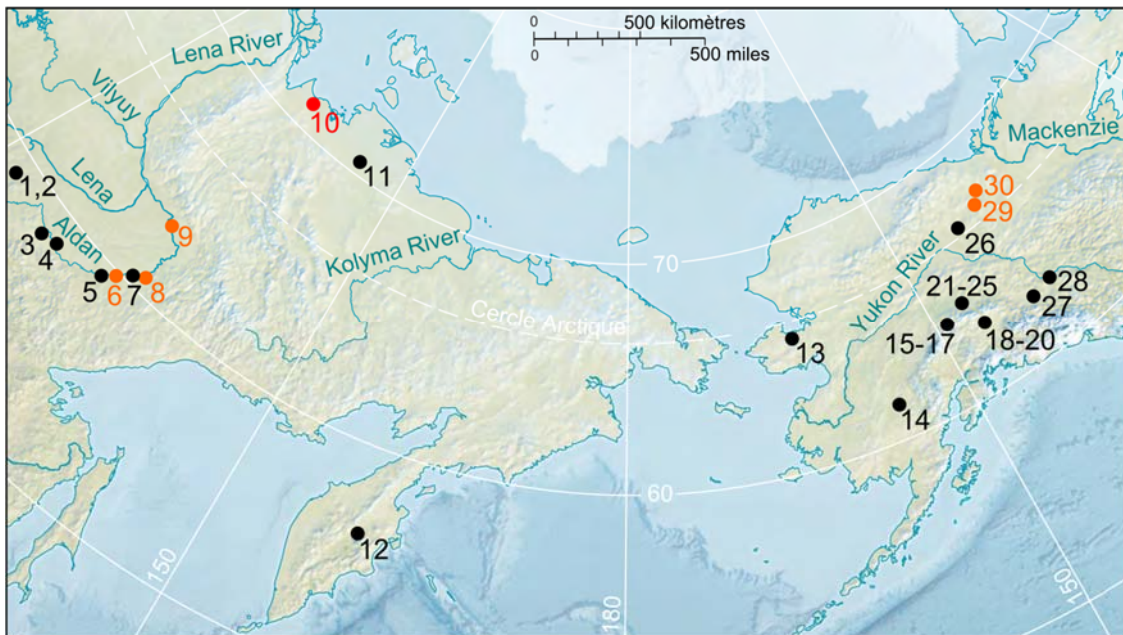


Figure 5 : Localisation des principaux gisements archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie mentionnés dans le texte.

Les sites pré-DMG sont indiqués en rouge et les sites post-DMG sont en noir. Les sites indiqués en orange, dont font partie les Grottes du Poisson-Bleu, présentent des dates DMG et pré-DMG et sont à ce jour très controversés (voir texte). (1, 2) Kurung 2, Leten Novyy 1 ; (3) Ust-Timpton ; (4) Tumulur ; (5) Grotte Dyuktai ; (6) Ust-Mil 2 ; (7) Verkhne-Troitskaya ; (8) Ezhantsy ; (9) Ikhine 1 et 2 ; (10) sites Yana ; (11) Berelekh ; (12) Ushki ; (13) Grottes Trail Creek ; (14) Grotte Lime Hills ; (15-17) Dry Creek, Moose Creek, Walker Road ; (18-20) Sparks Point, Phipps, Whitmore Ridge ; (21-25) Swan Point, Broken Mammoth, Mead, Healy Lake, Upward Sun River ; (26) Grotte Lower Rampart ; (27) Little John ; (28) Britannia Creek ; (29) Grottes du Poisson-Bleu ; (30) Old Crow . Image reproduite et adaptée à partir de *The World Factbook* 2013-14. Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2013 (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>).

### 2.1.1. Registre archéologique de la Béringie occidentale

#### ***Les sites du fleuve Yana, dans le cercle polaire arctique***

Le plus ancien site archéologique de la Béringie occidentale est à ce jour celui de Yana RHS (*Yana Rhinoceros Horn Site*), situé dans le cercle polaire à 71° N de latitude, près de la côte du Golfe Yana. Le niveau culturel du site offre des dates entre 28 000 et 27 000 <sup>14</sup>C BP (ca. 30 ka cal BP) ainsi que de nombreux artefacts lithiques et des objets en os, des préhampes en défense de mammoth et en corne de rhinocéros (Figure 6), et plus de 80 000 ossements de mammifère (principalement cheval, bison et caribou) dont certains présentent des traces de découpe (Basilyan et al. 2011; Pitulko et al. 2004). La technologie bifaciale et l'absence de lames dans l'assemblage lithique différencie le site de la culture Dyuktai (voir plus bas). Sur un autre secteur du site (i.e., YMAM, *Yana Mass Accumulation of Mammoth*), une accumulation massive de restes squelettiques de mammoth (NMI = 31) est estimée entre 29 000 et 27 000 <sup>14</sup>C BP (ca. 32 ka cal BP) et dénote des activités de chasse et de boucherie (Nikolskiy et Pitulko 2013). Il se pourrait que ce complexe de sites n'ait représenté qu'une occupation saisonnière de chasseurs-cueilleurs alors hautement mobiles et cherchant à élargir leur diète selon les concentrations saisonnières des proies, en y incluant petits mammifères et oiseaux, pour survivre dans un environnement froid et aride (Hoffecker et Elias 2007).



**Figure 6 : Exemples d'artefacts organiques provenant du site Yana RHS.**

A gauche, préhampe en rhinocéros laineux trouvée par Dashtzeren en 1993. A droite : (A) portion proximale de la préhampe ; (B) métatarse de loup (alêne brisé ?) avec multiples traces de découpe ; (C) vue zoomée sur les traces de découpe. Illustrations d'après Pitulko et al. (2004), reproduites avec permission d'AAAS.

***Berelekh, dans le cercle polaire arctique***

Sur la même latitude à 350 km à l'est du complexe Yana, le site Berelekh présente également deux secteurs : un site archéologique et un cimetière de mammouths, éloignés tous deux de 150 m (Mochanov 1977; Mochanov et Fedoseeva 1996a; Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014). Récemment, l'âge du niveau culturel a été estimé à 11 500 <sup>14</sup>C BP (14-13 ka cal BP) et celui du cimetière entre 14 000 et 11 000 <sup>14</sup>C BP (16-12 ka cal BP) avec une accumulation plus importante à 12 300 <sup>14</sup>C BP. Les datations radiocarbones ainsi que la taphonomie du site ont permis d'éliminer l'hypothèse précédemment établie d'un facteur humain à l'origine de l'accumulation des restes osseux de mammouths (Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014). Toutefois, cette accumulation massive aurait constituée une source importante de matériaux en os et en ivoire durant l'occupation humaine ; en 1970, N.K. Vereschagin collectait d'ailleurs, près du cimetière de mammouths, une tige en ivoire qui témoigne de la collecte et de la fabrication d'outils en ivoire par les humains à la fin du Pléistocène (Pitulko 2011). Le site archéologique aurait pu représenter un camp saisonnier où la chasse au renne (mais aussi possiblement au cheval et au bison) et la collecte d'ivoire sur le cimetière de mammouths auraient été pratiquées, durant plus d'une période d'occupation. Des fragments d'os brûlés ont

également été retrouvés proche du gisement de mammoths (Mochanov et Fedoseeva 1996a) et suggèrent que celui-ci ait pu constituer une source attractive majeure de combustible dans une région où le bois devait être rare (Hoffecker et Elias 2007). Par ailleurs, le matériel lithique collecté sur le site archéologique ne s'apparente pas à la culture Dyuktai, caractérisée par la présence de microlames, mais présente plutôt des similarités avec le complexe Chindadn de Béringie orientale (cf. chapitre 2.1.2, p. 20), qui comporte des pièces bifaciales en forme de goutte (Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014).

### ***La Grotte Dyuktai et les sites de la vallée Aldan***

Dans la vallée de la rivière Aldan, bien qu'à l'extérieur des terres béringiennes, d'autres niveaux archéologiques ont été répertoriés à la frontière de la Béringie occidentale (Mochanov 1977) et méritent tout de même d'être mentionnés ici.

La Grotte Dyuktai est un site archéologique majeur de la fin du Pléistocène. Creusée dans un karst calcaire, la grotte renferme trois horizons culturels dont l'âge est encore discuté mais pour lesquels une date aux environs de 15 ka cal BP est généralement admise (Gomez-Coutouly 2011; Graf 2013; Kuzmin et Orlova 1998; Vasil'ev et al. 2002); selon certains chercheurs, l'occupation humaine pourrait néanmoins être plus ancienne (ca. 16-12 000 <sup>14</sup>C BP) (Mochanov 1977; Mochanov et Fedoseeva 1996b). Ces trois horizons contiennent un matériel lithique riche dominé par des microlames, burins et bifaces et enfouis au sein d'un assemblage faunique diversifié, typique de la Steppe à Mammouth (Guthrie 1990), incluant des restes de mammoth, bison et cheval. L'importance du site et de son industrie lithique mènera rapidement à la dénomination de la culture Dyuktai qui semble aujourd'hui être à l'origine des premières cultures de la Béringie orientale.

L'occupation humaine proposée pour les sites Ust-Mil 2 (35-30 000 <sup>14</sup>C BP), Ikhine 1 et 2 (35-25 000 <sup>14</sup>C BP) et Ezhantsy (35 000 <sup>14</sup>C BP) est en revanche sujet à controverse en raison de problèmes de datation ou de contexte stratigraphique (Graf 2013; Kuzmin 2008; Kuzmin et Orlova 1998; Vasil'ev et al. 2002). A Verkhne-Troitskaya, seule la date à 18 300 <sup>14</sup>C BP semble acceptable (Kuzmin 2008; Vasil'ev et al. 2002) alors que les auteurs principaux faisaient remonter la présence humaine à 23-22 000 <sup>14</sup>C BP (Mochanov 1977; Mochanov et Fedoseeva 1996c). Les niveaux culturels des sites Tumulur (ca. 13-12 000 <sup>14</sup>C BP), Ust-Timpton (11-10 500 <sup>14</sup>C BP), Kurung 2 (ca. 13-11 000 <sup>14</sup>C BP), Leten Novyy 1 (ca. 13-10 500 <sup>14</sup>C BP) ainsi que la Grotte Dyuktai (ca. 16-12 000 <sup>14</sup>C BP) semblent plus à



même d'illustrer une installation des populations humaines dans la vallée de la rivière Aldan autour de 15-17 ka cal BP (West 1996).

### ***Ushki, péninsule du Kamchatka***

Plus à l'est, les sites sont rares et les interprétations restent douteuses (Kuzmin et Orlova 1998; Vasil'ev et al. 2002). En fait, un seul site archéologique apporte des informations fiables sur l'occupation humaine de la pointe sibérienne à la fin du Pléistocène, due notamment à une réévaluation des niveaux culturels et un apport de datations radiocarbone ; il s'agit du complexe Ushki, sur la péninsule du Kamchatka (Dikov 1977, 1979, 1996; Goebel et al. 2010; Goebel et al. 2003). Composé de cinq sites individualisés le long du lac Ushki, ce complexe est notamment réputé pour l'ancienneté de deux niveaux culturels au sein des sites I et V (Ushki-I, Ushki-V). Ainsi, le niveau 6 contient un outillage lithique à microlames et burins et illustre une adaptation à l'épisode froid du Younger Dryas, avec des traces d'habitations et des tunnels d'entrée. Cette couche est datée à 12 600 cal BP (Goebel et al. 2010). Le niveau 7, le plus profond, présente quant à lui un assemblage lithique différent, sans microlames ni burins mais avec de petites pointes bifaciales à tiges et des outils sur éclats. D'abord estimé à 17 ka cal BP (Dikov 1977, 1979, 1996), de nouvelles datations radiocarbone ont depuis rajeuni l'âge de la couche à 13 ka cal BP à Ushki-I et Ushki-V (Goebel et al. 2010). Unique site archéologique béringien près de la côte Pacifique, des activités de chasse et de pêche y étaient pratiquées. Le site aurait également joué un rôle dans les dispersions côtières depuis le Japon jusqu'en Amérique, hypothèse appuyée par la présence de pointes à tiges également identifiées tout le long de la côte Pacifique américaine (Erlandson et al. 2011; Goebel et al. 2010; Goebel et al. 2003).

### 2.1.2. Registre archéologique de l'Alaska

L'Alaska représente le territoire béringien ayant livré et documenté le plus de sites archéologiques. L'Alaska centrale notamment, structurée par les vallées des rivières Tanana et Nenana, révèle une image, quoique complexe, des occupations humaines dès la fin du Pléistocène (Hoffecker 2001; Holmes 2001, 2011; Potter et al. 2013; West 1996; Yesner 2001). Les surfaces drainées par le réseau hydrographique local ainsi que les points d'observation et de capture de la faune font de ces vallées des aires géographiques attractives. Toutefois, des problèmes persistent dans la classification et l'interprétation des assemblages lithiques béringiens. Compte tenu du nombre important de

gisements archéologiques dans cette région, nous ne décrivons pas individuellement chaque site mais nous présentons brièvement les grands complexes culturels qui se dessinent en Béringie orientale à la fin du Pléistocène. Eventuellement, nous reviendrons plus en détail sur certains de ces sites archéologiques à titre de comparaison avec notre site d'étude (cf. chapitre 7.2, p. 304).

***Dans la vallée Tanana : Swan Point, Broken Mammoth et Mead***

Le plus ancien niveau d'occupation découvert à ce jour en Alaska se situe dans la vallée Tanana : il s'agit du niveau culturel CZ4 (CZ = *Cultural Zone*) du site archéologique Swan Point. Estimé entre 14 440 et 13 550 cal BP (12 360-11 770 <sup>14</sup>C BP), ce niveau contient une industrie à microlames et burins qui s'apparente à la culture Dyuktai de Béringie occidentale (Holmes 2011). La méthode de production des microlames de Swan Point est issue de la technique Yubetsu (Morlan 1967, 1976), largement répandue en Asie du Nord-Est et en Sibérie à la fin du Pléistocène (Gomez-Coutouly 2011). En Béringie orientale, c'est généralement la technique de débitage Campus qui domine sur les gisements archéologiques. En fait, la technique Yubetsu n'est représentée que sur le site Swan Point et fut remplacée par la technique Campus (Gomez-Coutouly 2011; Holmes 2011). Malgré une faible préservation du matériel organique rendant les identifications fauniques délicates, quelques vestiges ont pu être identifiés à la sauvagine (i.e., canard et oie) et aux oiseaux de hautes terres (i.e., ptarmigan). Des restes de mammifères sont également présents et attribués aux cervidés (probablement wapiti) ainsi qu'au cheval et au mammoth qui pourraient aussi avoir été chassés (Holmes 2011). Par ailleurs, des fragments de charbon et d'os brûlés ont été récoltés et pourraient corroborer l'hypothèse de Hoffecker et Elias (2007) selon laquelle les populations humaines se seraient dispersées en Béringie suite à l'expansion des espèces arbustives fournissant du bois utile au démarrage d'un feu.

Dans la vallée Tanana, deux autres sites archéologiques présentent des niveaux culturels sensiblement contemporains, mais technologiquement différents, de Swan Point CZ4 : à Mead CZ4, les dates s'échelonnent entre 13 100 et 12 800 cal BP (11 600-11 030 <sup>14</sup>C BP), tandis qu'à Broken Mammoth CZ4, les dates se situent autour de 13 440 et 13 200 cal BP (11 280-11 770 <sup>14</sup>C BP) (Potter et al. 2013; Yesner 2001). Les restes fauniques de Mead CZ4 appartiennent au bison et à quelques espèces d'oiseaux aquatiques (e.g., canard, oie) ; un outil en bois de cervidé souligne également la présence du wapiti (Potter et al. 2013). A Broken Mammoth CZ4, la faune est plus riche et diversifiée : bison et wapiti dominant le spectre faunique composé également de l'original ainsi que d'espèces de

la petite faune et des oiseaux (i.e., cygne, canard, oie, ptarmigan) (Potter et al. 2013; Yesner 2001). Les restes osseux du site Broken Mammoth suggèrent ainsi que ses habitants profitaient d'une diète variée mettant en œuvre des activités diverses de chasse, piégeage et collecte pour une large utilisation des paléo-environnements. La présence d'ivoire de mammoth récolté dans le niveau CZ4 fut interprétée comme le fruit d'une collecte d'ivoire pour la fabrication d'outils (Yesner 2001). Plusieurs objets en os et en ivoire y sont d'ailleurs reportés. Contrairement à Swan Point CZ4, le matériel lithique de Mead CZ4 et Broken Mammoth CZ4 ne comprend pas de microlames mais plusieurs éclats, des racloirs et des outils bifaciaux (Potter et al. 2013; Yesner 2001). En revanche, des artefacts en obsidienne, provenant de gisements lithiques éloignés (i.e., Batza Téna et les montagnes Wrangell), ont été retrouvés sur les sites Swan Point, Mead et Broken Mammoth (Holmes 2011; Potter et al. 2013; Yesner 2001). Ils témoignent de la présence de petits groupes hautement mobiles ayant développé un réseau d'échange de manière à distribuer ces matériaux depuis leurs sources, à travers des groupes humains géographiquement espacés (Dixon 2001; Holmes 2001; Yesner 2001). A ce propos, Holmes (2001:167) suggère :

*« This implies that older sites must be present because, it would have taken time for obsidian raw material to become widely known and distributed among geographically separated groups, through some form of social interaction. »*

### **Variabilité des complexes culturels : Chindadn, Nenana, Denali**

Après 13 ka cal BP, de nombreux sites archéologiques sont répertoriés en Alaska et dévoilent la variabilité des assemblages lithiques ; on assiste alors à la dénomination de différents complexes culturels selon la présence ou non de microlames – utilisées comme armatures pour les armes de chasse et pour les couteaux – ou de petites pointes de projectile triangulaires ou en forme de goutte dénommées pointes Chindadn .

Ainsi, le complexe Nenana est dépourvu de microlames mais contient divers outils tels que les pointes de projectiles lancéolées, des racloirs, des burins et parfois de pointes Chindadn (Cook 1996; Hoffecker 2001; Holmes 2001; Powers et Hoffecker 1989; West 1996). Ce complexe présente des affinités avec l'industrie lithique du site Berelekh (Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014) et de la couche 7 du site Ushki (Goebel et al. 2010; Goebel et al. 2003), sans microlames ni burins. Le complexe Nenana (11 600-10 500 <sup>14</sup>C BP) se retrouve notamment dans la vallée du même nom, sur les sites Walker Road C1, Dry Creek C1 et Moose Creek C1 (West 1996). D'ailleurs, sur ces deux derniers gisements

archéologiques, le complexe Nenana se retrouve en juxtaposition stratigraphique avec le complexe Denali qui lui succède (Hoffecker 2001; West 1996). Sur le site Healy Lake, l'association de microlames et de pointes Chindadn a conduit à la dénomination du complexe Chindadn (Cook 1996; West 1996). En ce qui concerne les niveaux de Broken Mammoth CZ3 et Swan Point CZ3, l'attribution culturelle reste discutée mais un complexe Nenana/Chindadn est généralement admis (Holmes 2001, 2011; Yesner 2001). En outre, à Healy Lake, Walker Road C1 et Swan Point CZ3, des os brûlés suggèrent une utilisation de l'os comme combustible (Cook 1996; Crass et al. 2011; Hoffecker et Elias 2007; Holmes 2011; West 1996).

Le complexe Denali, dominé par la production de microlames, illustre quant à lui une continuité avec la culture Dyuktai de Sibérie : on retrouve les microlames dans la Grotte Dyuktai (Mochanov et Fedoseeva 1996b) et dans le niveau 6 du site Ushki en Béringie occidentale (Goebel et al. 2003), ainsi qu'en Béringie orientale où elles persistent jusqu'à l'Holocène sous la dénomination d'un Denali récent (West 1967; Yesner et Pearson 2002). Le complexe Denali ancien (10 500-8000 <sup>14</sup>C BP) a été identifié à Mead CZ3 (Potter et al. 2013) ainsi qu'à Dry Creek C2, Moose Creek C2, Sparks Point, Phipps ou encore Whitmore Ridge (West 1996). L'outillage lithique de ces niveaux archéologiques se caractérise par l'utilisation quasi-exclusive de la technique de production microlaminaire dite Campus, qui diffère de la technique Yubetsu provenant de Sibérie et identifiée à Swan Point CZ4 (Gomez-Coutouly 2011; Holmes 2011). Ce changement serait probablement dû à une adaptation à la matière locale disponible (i.e., chert), plus adaptée à la technique Campus que l'obsidienne généralement utilisée avec la technique Yubetsu (Gomez-Coutouly 2011). En outre, malgré l'absence de microlames, d'autres niveaux archéologiques sont parfois attribués au complexe Denali d'après des comparaisons typologiques de pointes bifaciales avec l'assemblage lithique de Dry Creek C2 : c'est le cas du site Upward Sun River C3 dont les fouilles ont récemment mis au jour des restes humains (Potter et al. 2011; Potter et al. 2014).

Un autre complexe important, présent uniquement en Béringie orientale, peut être cité ici. Il s'agit du complexe Mesa, daté du Younger Dryas (12 800-11 300 cal BP) et retrouvé plus particulièrement dans les sites archéologiques du nord de l'Alaska et du Yukon (e.g., sites Mesa, Putu, Bedwell). Son outillage lithique présente notamment des pointes de projectile lancéolées similaires aux artefacts paléindiens des Grandes Plaines d'Amérique du Nord (e.g., Agate Basin, Hell Gap) (Hoffecker 2011).

Le complexe Mesa témoigne ainsi du mouvement des chasseurs paléoindiens depuis les Grandes Plaines vers la Béringie orientale il y a environ 12 ka cal BP.

La variabilité des complexes culturels pourrait signaler la présence de groupes distincts de chasseurs-cueilleurs ayant occupé alternativement les mêmes régions et parfois les mêmes sites. Certains archéologues proposent toutefois que la présence/absence de microlames ne résulte pas en des cultures différentes mais plutôt en des activités spécifiques inter- et intra-sites selon la fonction et la saison d'occupation du site (Goebel et al. 2003; Holmes 2001; Potter et al. 2013; Yesner et Pearson 2002). La boîte à outils du complexe Nenana ne serait en fait qu'une variante fonctionnelle inscrite dans un complexe plus large à industrie microlaminaire (Hoffecker 2001). Ainsi, C. Holmes et F. West proposent de regrouper l'ensemble de ces sites en un seul et même complexe désigné sous les termes « *Beringian Period* » ou encore « *East Beringian tradition* » (Holmes 2001, 2011; West 1996). Sans entrer plus loin dans cette réflexion, l'enregistrement archéologique en Alaska nous révèle, dès lors, la présence de groupes sibériens en Béringie orientale dès 14 ka cal BP, d'après le niveau culturel CZ4 du site Swan Point (Holmes 2011; Potter et al. 2013).

### ***Sites archéologiques en contexte karstique***

Enfin, compte tenu du contexte karstique de notre site d'étude, il peut être intéressant de mentionner très brièvement quelques autres sites archéologiques en grottes répertoriés en Alaska. Les Grottes Trail Creek, notamment, furent d'abord supposées avoir été occupées à la fin du Pléistocène, d'après la présence d'os de bison et de cheval fracturés, datés respectivement à 16 ka cal BP et 19 ka cal BP (Larsen 1968). Toutefois, des travaux plus récents ont suggéré une activité des carnivores sur le matériel osseux pléistocène et ont repoussé l'occupation humaine des cavités à des dates holocènes (Vinson 1993). Ces travaux démontrent l'importance d'une étude taphonomique approfondie dans les interprétations d'un assemblage osseux. De même, une présence humaine ancienne fut proposée dans la Grotte Lime Hills dans le sud-ouest de l'Alaska : des datations radiocarbone remontent ainsi jusqu'à près de 19 ka cal BP (Ackerman 1996). Là encore, une étude taphonomique indiquera par la suite une occupation tardive de la grotte par les humains durant la transition Pléistocène-Holocène, vers 12 ka cal BP (Endacott 2008). Plus près des Grottes du Poisson-Bleu, le long de la rivière Porcupine, l'analyse taphonomique du matériel osseux de la Grotte Lower Rampart révélera également une alternance d'occupations par les carnivores durant le Pléistocène et une courte présence humaine à l'Holocène (Sattler 1997). Nous insistons ici sur l'intérêt des études

taphonomiques afin d'évaluer avec précision les activités culturelles présentes sur un matériel osseux et l'âge de l'occupation humaine sur le site en question. Ainsi, il sera intéressant d'intégrer les données issues de ces sites béringiens à celles des Grottes du Poisson-Bleu, pour une comparaison intersites en contexte karstique (cf. chapitre 7.3, p. 319).

### 2.1.3. Registre archéologique du Territoire du Yukon

#### ***Little John***

Si les populations humaines semblent bien s'établir en Alaska dès la fin du Pléistocène, les sites archéologiques sont bien moins nombreux sur le Territoire du Yukon. Le site Little John est certainement le plus important compte tenu de la présence indéniable d'une occupation humaine continue depuis environ 14 000 ans (Easton et al. 2007; Easton et al. 2011). Situé près de Beaver Creek, non loin de la frontière américaine, le site Little John présente de nombreux outils en pierre typiques des cultures Chindadn, Nenana et Denali. Dans la portion ouest du site (*West lobe*), l'industrie lithique se rapporte au complexe Chindadn/Nenana, mais le niveau n'a malheureusement pas pu être daté en raison d'une absence de matériel organique (Easton et al. 2011). En revanche, dans la portion est (*East Lobe*), de nombreux outils en pierres ont été retrouvés, ainsi que les restes squelettiques d'une faune variée de mammifères (i.e., bison, wapiti et caribou) et oiseaux, dont certains vestiges portent des marques de découpe, des fractures sur os frais et des traces de feu (Easton et al. 2011; Yesner et al. 2011) (cf. chapitre 7.2.2, p. 309). Plusieurs datations radiocarbone ont été obtenues ; la plus ancienne offre une date autour de 14 ka cal BP (12 020 <sup>14</sup>C BP) (Easton et al. 2011), et démontre ainsi une contemporanéité avec les sites archéologiques de la vallée Tanana en Alaska, tels que Swan Point, Broken Mammoth et Mead (Potter et al. 2013).

#### ***Britannia Creek***

Un peu plus au nord, entre la ville de Dawson et le site Little John, des découvertes récentes pourraient permettre d'inscrire un nouveau gisement sur la liste des sites archéologiques pléistocènes de Béringie orientale : le site Britannia Creek, découvert en 2009, a en effet fourni quelques objets lithiques et des fragments osseux difficilement identifiables, mais qui pourraient dater d'il y a 14 000 ans d'après des datations radiocarbone (Hare, comm. pers., 2014). Le site n'a été que faiblement exploré à ce jour mais le gisement présenterait déjà un certain potentiel dans la

compréhension des schémas de mobilité et des modes de vie des tout premiers chasseurs-cueilleurs américains.

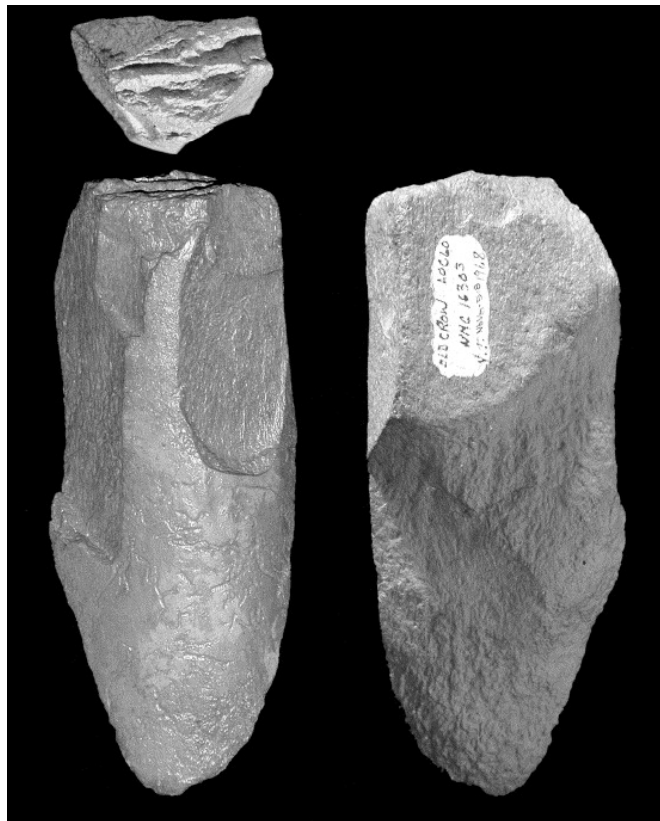
### ***Les Grottes du Poisson-Bleu***

Dans le nord du Yukon, en revanche, la controverse persiste. De nombreux vestiges osseux ont été récoltés là où d'anciens lacs pro-glaciaires ont modelé le paysage pour former trois bassins sédimentaires : Bluefish, Old Crow et Bell (Harington 2011). Des vestiges osseux, parfois récoltés hors contexte stratigraphique (i.e., région d'Old Crow) ou bien *in situ* (i.e., Grottes du Poisson-Bleu), rencontrent des problèmes d'interprétation majeurs quant à savoir si les altérations osseuses sont dues à des facteurs naturels ou culturels (Dixon 1999; Morlan 2003). En ce qui concerne les Grottes du Poisson-Bleu, nous n'en présentons ici qu'un bref résumé, le chapitre suivant étant entièrement dédié à sa description.

Fouillé dans les années 1970-80s, le site a ainsi mis au jour une importante collection osseuse ainsi qu'un matériel lithique, provenant d'un lœss pléistocène. D'un côté, l'industrie lithique se compose majoritairement de microlames et burins et s'apparente donc à la culture Dyuktai/Denali. De l'autre, le matériel faunique semble présenter des fractures en spirales sur des ossements datés entre 25 000 et 10 000 <sup>14</sup>C BP, ainsi que des traces de découpe (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982). Ces observations mènent rapidement les archéologues à proposer une dispersion des populations humaines en Béringie orientale avant et pendant le Dernier Maximum Glaciaire. En l'absence d'analyses complémentaires détaillées, le site reste très controversé pour beaucoup de chercheurs (Dixon 1999; Fiedel 2000; Goebel et al. 2008; Hoffecker et Elias 2007) (*cf.* chapitre 3.4, p. 93). D'ailleurs, en Béringie occidentale, seul les sites du fleuve Yana présentent des dates aussi anciennes (29-27 000 <sup>14</sup>C BP) (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004) tandis qu'en Alaska, l'occupation humaine ne remonte pas au-delà de 12 000 <sup>14</sup>C BP (Potter et al. 2013). Le site des Grottes du Poisson-Bleu, qui fait l'objet de la présente dissertation, doit donc être révisé sous une analyse archéozoologique et taphonomique; si l'hypothèse précédemment établie se confirmait, le site fournirait alors la première preuve archéologique d'une occupation humaine en Béringie orientale durant le Dernier Maximum Glaciaire.

### ***Le bassin d'Old Crow***

Parmi les trois bassins sédimentaires du nord du Yukon qui furent affectés par les glaciations, c'est le bassin d'Old Crow qui représente la plus grande collection faunique avec quelques dizaines de milliers d'ossements récoltés. Un bon nombre d'entre eux présente des stries et fractures sur os frais qui pourraient accuser des groupes humains d'une exploitation de la moelle ou d'une confection d'outils en os, là où les ressources lithiques auraient été rares ou difficiles à se procurer durant certaines périodes de l'année (Morlan 1980). Ces spécimens, susceptibles d'avoir été modifiés culturellement (Figure 7), sont datés entre 42 et 25 000 <sup>14</sup>C BP (Harington 2011; Irving et Harington 1973; Irving et al. 1989; Morlan 1980, 2003; Morlan et al. 1990). Toutefois, des facteurs climato-édaphiques, biologiques ou géologiques (e.g., rongement par les carnivores, piétinement, chutes de pierres ou transport par l'eau ou la glace) pourraient également être responsables de ces altérations osseuses (Dixon 1984; Morlan 1980, 1984; Thorson et Guthrie 1984).



**Figure 7 : Fragment d'os long de proboscidien provenant du gisement *Old Crow Locality CRH 60 (NbVm-5 : 8)*.**



Le spécimen est interprété comme le résultat d'une percussion pour le détachement d'éclats osseux. En haut, reste de la plate-forme. En bas à gauche, face dorsale. En bas à droite, face ventrale. Longueur = 13,3 cm. Illustration d'après Morlan (2003), reproduite avec permission d'Elsevier.

### ***Autres gisements béringiens***

D'autres sites sont soupçonnés d'avoir accueilli des groupes de chasseurs-cueilleurs il y a plusieurs dizaines de milliers d'années mais là encore, le doute persiste. De nombreux vestiges osseux sont récoltés chaque année par les paléontologues qui travaillent en collaboration avec les chercheurs d'or dans des régions propices à la prospection du minerai, notamment près de Fairbanks en Alaska et dans la région du Klondike au Yukon (Guthrie 1990; Harington 2011; Morlan 1980; Morlan et Cinq-Mars 1982). Les machines hydrauliques sont ainsi utilisées par les mineurs sur les affleurements sédimentaires de manière à libérer les particules d'or ; du même coup, de nombreux fossiles sont dégagés de leur dépôt loessique.

Sur le site Nugget Gulch, près de la ville de Dawson, un radio-ulna de bison daté à  $30\,810 \pm 975$   $^{14}\text{C}$  BP (Beta-31192) présente des fractures sur os frais et pourrait avoir été fracturé par les humains (Harington et Morlan 2002). Non loin de là, à Hunker Creek, un fragment de bois de caribou estimé à  $11\,350 \pm 110$   $^{14}\text{C}$  (Beta-27512) pourrait avoir servi de poinçon lors du débitage par percussion indirecte (Harington et Morlan 1992). A Lost Chicken Creek, un tibia de bison daté à  $10\,370 \pm 160$   $^{14}\text{C}$  BP (I-8582) semble porter des traces d'impact témoignant d'une possible extraction de la moelle par les humains (Harington 1980). Ces spécimens ne sont toutefois que des vestiges isolés, récupérés hors contexte stratigraphique et identifiés comme culturellement modifiés en raison seulement de marques d'impact, de fractures en spirale ou de surfaces polies. Les problèmes d'équifinalité rencontrés en taphonomie rappellent toutefois la possibilité que des facteurs naturels et culturels puissent causer une même trace (*cf.* chapitre 4.4.3, p. 142). L'interprétation de ces spécimens est donc à considérer avec une extrême prudence. Par ailleurs, l'exactitude des datations radiocarbone devrait également être vérifiée (Graf 2009). Nous pouvons citer ici un cas particulièrement notable : il s'agit d'un tibia de caribou récolté dans le bassin d'Old Crow et incontestablement modifié par les humains pour servir au travail des peaux. L'outil, d'abord estimé à  $27\,000$   $^{14}\text{C}$  BP (GX-1640) (Irving et Harington 1973), a été re-daté et rajeuni de quelques 26 000 ans ! La nouvelle datation par AMS,  $1350 \pm 150$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDL-145), exclut ce spécimen de la liste des artefacts du Pléistocène béringien (Nelson et al. 1986).

## 2.2. Les reconstructions paléo-environnementales

Pour mieux comprendre dans quelles conditions les premières dispersions humaines ont pu être effectuées, il est important de pouvoir retracer le contexte environnemental de cette terre d'accueil que constitue le refuge béringien. Les reconstructions paléo-environnementales de la Béringie orientale sont particulièrement complexes et ont vu naître, au fil des années de recherche interdisciplinaire, un long débat quant à la productivité de l'écosystème béringien au cours du Pléistocène supérieur. Le « *productivity paradox* » (Hopkins et al. 1982; Yurtsev 2001) fut ainsi né des principales sources d'études qui renvoient d'une part vers les enregistrements paléontologiques – qui proposent un paysage steppique supportant une faune riche dominée par de grands mammifères (Guthrie 1990) – et d'autre part vers les enregistrements polliniques – qui soutiennent au contraire l'hypothèse d'une toundra arctique peu productive, infirmant l'existence d'une telle biomasse (Colinvaux 1964; Cwynar et Ritchie 1980; Ritchie et Cwynar 1982). D'autres proxys s'ajoutent à ces recherches, tels que les macrofossiles d'insectes et de plantes, afin d'éclaircir les changements environnementaux et de comprendre les variables locales qui ont pu s'opérer dans ces régions (Blinnikov et al. 2011; Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et Elias 2007; Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a).

### 2.2.1. Reconstructions faunistiques

#### ***Composition de la Steppe à Mammoth***

Les nombreux gisements fossilifères de la Béringie ont révélé une image plutôt nette des différentes espèces animales qui régnaient sur ces terres à la fin du Pléistocène. Ils témoignent en effet d'une faune abondante et variée qui comprend trois grandes espèces dominantes – le mammoth laineux (*Mammuthus primigenius*), le cheval (*Equus* sp.) et le bison des steppes (*Bison priscus*) – parmi une diversité d'ongulés tels que le bœuf musqué (*Ovibos moschatus*), le rhinocéros laineux (*Coelodonta antiquitarius*), l'antilope saïga (*Saiga tatarica*), le caribou (*Rangifer tarandus*), le mouflon (*Ovis* sp.) et le wapiti (*Cervus elaphus*). Le loup (*Canis lupus*), le lion (*Panthera leo*), l'ours (*Ursus arctos*) ainsi que l'ours géant à face courte (*Arctodus simus*) et le félin à dents de cimeterre (*Homotherium simus*) sont également répertoriés parmi les espèces de carnivores occupant ces régions (Guthrie 1990; Harington 2011). La présence de ces espèces réparties sur tout le nord du continent eurasiatique et jusqu'en

Béringie conduit Dale Guthrie à définir la « *Mammoth Steppe* » (Guthrie 1982, 1990) qui s'appuie sur l'ancienne désignation russe « *Mammoth Fauna* » et y inclut une composante végétale : la Steppe à Mammouth (Figure 8) désigne ainsi les écosystèmes qui s'étendaient du nord de l'Eurasie jusqu'au Territoire du Yukon durant les épisodes froids et arides du Pléistocène supérieur, caractérisés par un mélange d'espèces de toundra et d'espèces steppiques sans analogues modernes (Guthrie 1990).



**Figure 8 : Représentation de la faune béringienne durant la période glaciaire.**

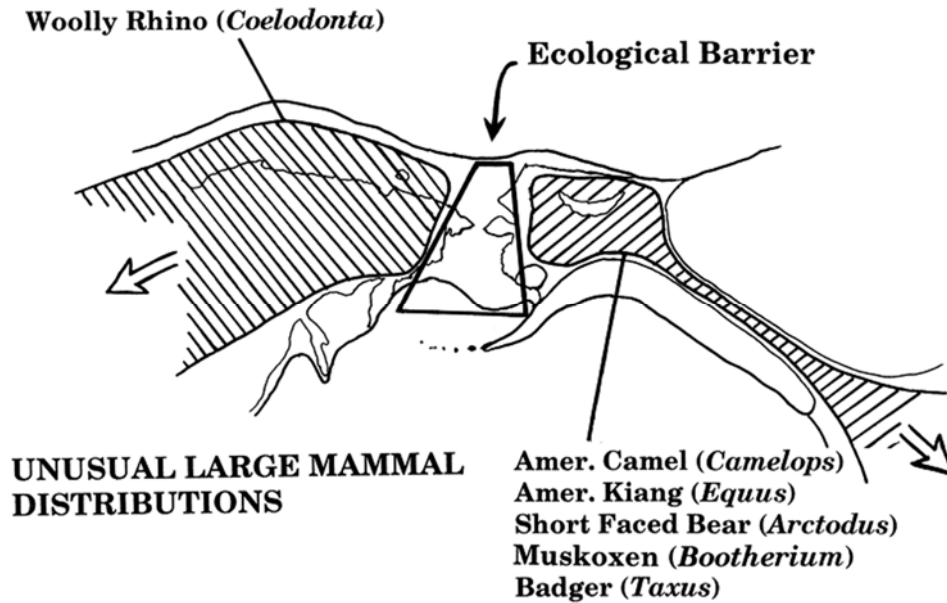
Les « trois grands » y sont représentés (à gauche : bison des steppes et bœuf musqué ; au centre : cheval du Yukon ; à droite : mammouth laineux) dans un paysage de steppe-toundra recouvert ici d'une couverture de neige fine et discontinue. Beringia Winter Scene © Government of Yukon / Artist George « Rinaldino » Teichmann 1997.

Nous relevons également l'importance de l'antilope saïga (*Saiga tatarica*) dans les reconstructions paléo-environnementales : répondant à des exigences écologiques bien particulières, sa présence permet de confirmer le caractère steppique et semi-aride d'un environnement riche en espèces herbacées et soumis à de faibles précipitations (Guthrie 1990; Harington et Cinq-Mars 1995). La découverte d'un fragment crânien appartenant à cette espèce dans la Grotte III du Poisson-Bleu témoigne de son existence en Béringie orientale au moins jusqu'au changement écologique qui s'opère vers 16 ka cal BP : la datation radiocarbone obtenue pour ce spécimen est  $13\,390 \pm 180$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDLE-279) (Harington et Cinq-Mars 1995). L'extrême orient de la Béringie aurait ainsi constitué un refuge pour l'antilope saïga, une théorie qui peut être extrapolée pour d'autres espèces dont

l'humain. En outre, la présence de cette espèce confirme que la couverture de neige au sol était fine et discontinue à travers les aires déglacées de la Béringie (Harington et Cinq-Mars 1995; Hopkins et al. 1982).

### ***Le pont terrestre béringien, un filtre biogéographique***

La faune de la Steppe à Mammouth se répand ainsi sur l'ensemble de la Béringie, aidée par l'existence d'un isthme béringien qui facilite les migrations animales transcontinentales. Selon West (1996), la majorité de ces migrations pléistocènes se serait effectuée d'Asie en Amérique. Plus précisément, au cours de la période glaciaire du Wisconsin, seulement deux espèces migrent d'est en ouest, contre neuf d'ouest en est. Ces dernières incluent notamment le mammouth, le bœuf musqué, le caribou, l'orignal, l'antilope saïga ainsi que le grizzly et l'ours polaire (West 1996). Guthrie souligne toutefois le rôle de filtre biogéographique que ce pont terrestre a aussi pu représenter : en effet, certaines espèces ne semblent présentes que d'un côté ou de l'autre (Figure 9). Le rhinocéros laineux (*Coelodonta antiquitarius*), par exemple, ne se retrouve qu'en Sibérie, tandis que le chameau américain (*Camelops hesternus*), le blaireau (*Taxidea taxus*), ou encore l'ours à face courte (*Arctodus simus*) sont absents de la Béringie occidentale mais ont été répertoriés en Béringie orientale (Guthrie 1990, 2001). La circulation des oiseaux migrateurs aurait également été interrompue par l'existence du pont terrestre béringien ; la faune aviaire identifiée sur le site Broken Mammoth indique que le rétablissement de ces migrations aurait eu lieu lors de la dissolution de l'isthme (Yesner 2001). Ce phénomène s'observe aussi chez les coléoptères dont certaines espèces n'ont été observées que d'un côté ou de l'autre du détroit de Béring (Elias et Crocker 2008). En fait, un climat plus humide dans les basses terres de la Béringie centrale aujourd'hui immergée aurait inhibé la migration de certaines espèces animales (mais également végétales) adaptées à un climat plus froid et sec (Guthrie 2001; Yurtsev 2001). Néanmoins, si la paléo-géomorphologie de la Béringie a constitué une barrière géographique pour quelques espèces animales, il est peu probable qu'elle ait pu freiner les déplacements des populations humaines poursuivant les troupeaux d'ongulés.



**Figure 9 : Représentation schématique de la Béringie centrale jouant un rôle de filtre biogéographique dans la dispersion des populations animales.**

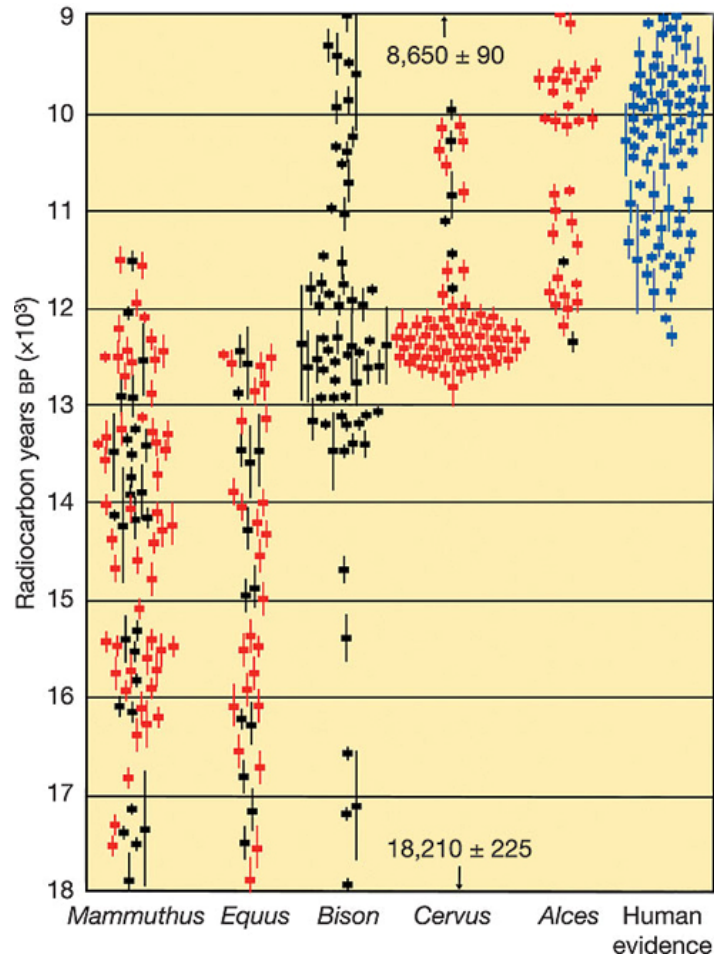
Certaines espèces ne sont présentes que d'un côté ou de l'autre du détroit de Béring, probablement en raison des conditions climatiques et environnementales particulières de la Béringie centrale. Illustration d'après Guthrie (2001), reproduite avec permission d'Elsevier.

### ***Des ongulés adaptés à un environnement de steppe-toundra***

Selon Guthrie, la faune béringienne suggère une forte productivité de la végétation d'autant plus appuyée par la taille et le nombre d'espèces qui composent cette biomasse. Elle serait d'ailleurs plus proche des steppes tempérées modernes que des toundras à graminoides contemporaines (Guthrie 1982, 1990; Yurtsev 2001). Guthrie appuie également son hypothèse sur l'observation des dents et l'analyse du contenu stomacal des restes fossilisés qui suggèrent bien une spécialisation alimentaire des espèces. Ainsi, les animaux monogastriques tels que le mammoth et le cheval, possédant un large caecum et des dents hypsodontes à surface occlusale complexe, sont adaptés à des environnements de faible couverture végétale et à herbacées riche en silice, et appuient ainsi le caractère dominant des graminoides dans les écosystèmes béringiens. La présence de ces paisseurs (terme anglophone « *grazers* », incluant également le bison) piétinant le sol aurait également pu favoriser le maintien de la steppe-toundra en promouvant le développement des espèces herbacées (Blinnikov et al. 2011; Guthrie 1982, 1990, 2001). De taille bien plus petite mais également largement répandu en Béringie orientale, le spermophile arctique aurait également été bénéfique à cet écosystème de par les perturbations du sol qu'il génère (Blinnikov et al. 2011). D'ailleurs, les tertres

de spermophile (anciens nids et caches de graines) sont souvent préservés dans le permafrost et une analyse de leur composition a permis de soutenir l'image d'une steppe-toundra à dominante graminoides (Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a).

En revanche, avec l'amélioration climatique qui survient à la fin du Pléistocène (ca. 14 ka cal BP), un changement s'observe dans la composition faunique avec notamment la disparition des espèces monogastriques (i.e., mammouth, cheval) au profit des ruminants (i.e., bison, wapiti, caribou) (Figure 10). La réduction de la diversité taxonomique, et par conséquent de la compétition interspécifique, entraîne notamment l'expansion du bison. En outre, le développement des prairies herbacées et de saules favorise l'apparition de pousseurs ruminants (« *grazers* »), tels que le wapiti, puis un peu plus tard de brouteurs (« *browsers* ») tel que l'orignal (Guthrie 1990, 2001, 2006; Meiri et al. 2014). De nos jours, les espèces de grandes tailles ont disparu de la Béringie et seuls l'orignal, le caribou et le mouflon subsistent parmi quelques carnivores tels que l'ours, le loup et le renard.



**Figure 10 : Datations radiocarbones, comprises entre 18 000 et 9000 <sup>14</sup>C BP, obtenues en Alaska et au Yukon pour le mammouth (*Mammuthus*), le cheval (*Equus*), le bison (*Bison*), le wapiti (*Cervus*) et l’orignal (*Alces*), et comparées aux dates de sites archéologiques.**

Les dates en rouge proviennent de Guthrie (2006) et en noir, de sources diverses ; les dates provenant de sites archéologiques sont en bleu (charbon principalement). Les barres d’erreur montrent la déviation standard. Illustration d’après Guthrie (2006), reproduite avec permission de Macmillan Publishers Ltd.

### 2.2.2. Reconstructions floristiques

#### ***Désert polaire, steppe ou tundra ?***

D’un autre coté, l’enregistrement pollinique, appuyé principalement sur l’étude des sédiments lacustres, des loëss et des tourbes, laissa entrevoir une toute autre image de la productivité de la Béringie. En fait, en Béringie occidentale, peu de controverses existent et un environnement dominant de steppe-tundra a été proposé. En Béringie orientale, les reconstructions paléo-

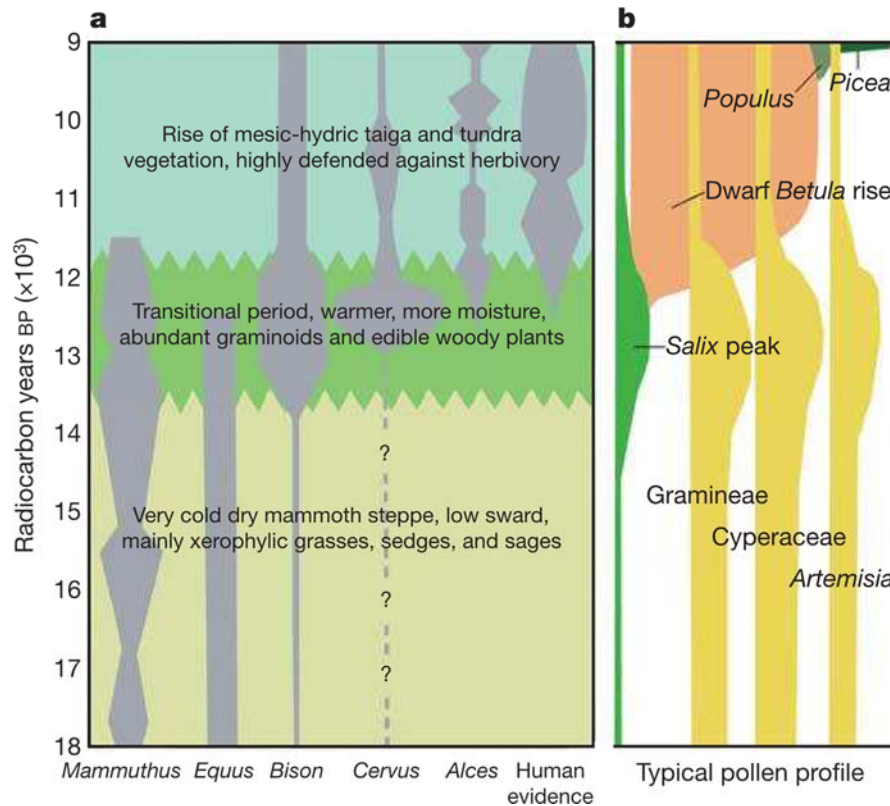
environnementales furent par contre plus problématiques (Hoffecker et Elias 2007). En effet, les précurseurs des études palynologiques évoquèrent d'abord l'idée d'un désert polaire ou d'une toundra herbacée peu productive suite aux analyses des pourcentages de présence de poacées (ou graminées), cypéracées et du genre *Artemisia* dans des sites lacustres du nord du Yukon (Colinvaux 1964; Cwynar 1982; Cwynar et Ritchie 1980; Ritchie et al. 1982; Ritchie et Cwynar 1982) ; une opinion qui vient à l'encontre de l'environnement productif suggéré par les données paléontologiques (Guthrie 1982, 1990). Selon les palynologues, les fossiles découverts en Alaska ne seraient qu'une accumulation de vestiges osseux sur une longue période de temps et n'auraient à aucun moment représenté une faune abondante de grands vertébrés (*op. cit.*). Néanmoins, une réinterprétation des données polliniques conduira les chercheurs à envisager par la suite un mélange de steppe – incluant chénopodes et genévriers (*Juniperus*) – et de toundra – avec dominance de cypéracées – entre environ 11 700 et 30 000 cal BP (Blinnikov et al. 2011). La représentation du genre *Artemisia* constitue également un bon indicateur de la végétation : *Artemisia frigida* est attribuée aux environnements de steppe tandis que d'autres espèces caractérisent plutôt les paysages de type toundra (Blinnikov et al. 2011; Zazula et al. 2006a). En fait, l'analyse pollinique présente un biais majeur dans les reconstructions paléo-environnementales en raison de la faible résolution taxonomique des graminoides qui ne s'arrête parfois qu'au rang de famille (Poaceae et Cyperaceae) et empêche ainsi les distinctions entre espèces. Une étude de la variation locale de la couverture végétale ou de la productivité d'un substrat est également rendue difficile du fait du pouvoir de dispersion variable des grains de pollens qui peuvent parfois se répandre sur plusieurs centaines de kilomètres (Blinnikov et al. 2011; Hoffecker et Elias 2007; Zazula et al. 2006a).

### ***Vers une reconstruction des paléo-environnements***

Finalement, la séquence pollinique des 30 000 dernières années illustre grossièrement une première zone herbacée dominée par les graminées, laîches (*Carex*), saules (*Salix*) et sauges (*Salvia*), entre 30 et 17 ka cal BP (25-14 000 <sup>14</sup>C BP), soit durant le « *Duvanny Yar interval* » défini par David M. Hopkins (Hopkins et al. 1982; Ritchie et al. 1982). Plus récemment, certains chercheurs ont toutefois avancé l'existence d'une végétation de steppe aride dominée les espèces non graminoides (*forbs*) durant le DMG (Willerslev et al. 2014). Par la suite, dès 17 à 14 ka cal BP (14-12 000 <sup>14</sup>C BP), le paysage observe une augmentation du bouleau nain (*Betula*) (Figure 11) qui caractérise une réponse rapide de l'environnement face à un réchauffement climatique abrupt à la fin du stade isotopique 2 (Cwynar



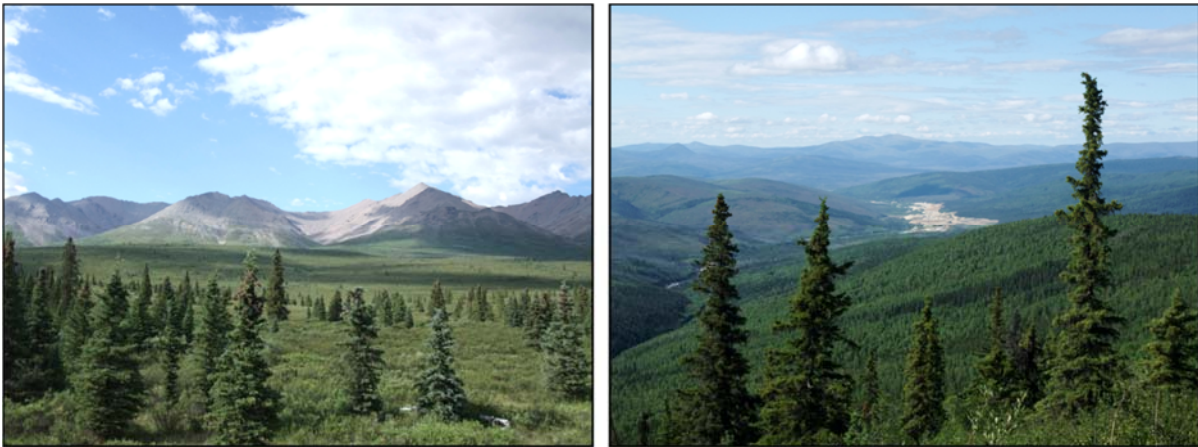
1982; Cwynar et Ritchie 1980; Ritchie et al. 1982; Ritchie et Cwynar 1982). Cette période, définie par Hopkins comme le « *Birch interval* », dénote l'apparition d'un climat plus mésique (Hopkins et al. 1982). Cette amélioration climatique est brièvement interrompue par l'arrivée du Younger Dryas en Béringie orientale (12 800-11 300 cal BP) et soulignée par une baisse des températures estivales et un retour de la toundra herbacée (Hoffecker et Elias 2007). Des conditions plus clémentes réapparaissent autour de 11 cal BP (10 000  $^{14}\text{C}$  BP) avec une forte transgression de l'aulne (*Alnus*), de l'épinette (*Picea*) et du peuplier (*Populus*), témoins incontestables de l'expansion des arbres (Cwynar 1982; Cwynar et Ritchie 1980; Ritchie et al. 1982; Ritchie et Cwynar 1982). Ces espèces caractérisent d'ailleurs la forêt boréale qui tapisse actuellement les terres de l'Alaska et du Yukon (Figure 12).



**Figure 11 : Représentation graphique des données paléontologiques et archéologiques corrélées avec les données polliniques de l'Alaska et du Yukon, entre 18 000 et 9 000  $^{14}\text{C}$  BP.**

(a) Spectre faunique des grands mammifères superposé aux interprétations paléo-climatiques et paléo-environnementales ; la bande verte centrale reflète la période transitionnelle durant laquelle s'opère un changement de faune et de végétation ; (b) profils polliniques. Illustration d'après Guthrie (2006), reproduite avec permission de Macmillan Publishers Ltd.

Par ailleurs, l'étude des macrofossiles de plantes graminéoïdes permet, contrairement aux pollens, des identifications au rang d'espèces et apporte ainsi une meilleure image de la couverture végétale locale du fait de leur faible pouvoir de dispersion (Blinnikov et al. 2011; Zazula 2003; Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a). Ce type de matériel organique est d'ailleurs remarquablement bien conservé dans le permafrost et notamment dans les tertres de spermophiles arctiques qui fournissent une très bonne source d'informations à l'échelle locale. Ainsi, une analyse des macrofossiles de plantes mais aussi d'insectes collectés dans ces tertres révèle que ces petits mammifères évoluaient au sein d'un habitat dominé tant par des espèces végétales de toundra que par des espèces végétales steppiques (Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a).



**Figure 12 : Paysage actuel de la Béringie orientale.**

A gauche, Parc Denali (Alaska) ; à droite, région du Klondike (Yukon). Photos : L. Bourgeon.

### ***Persistence des arbres en Béringie durant le DMG ?***

Plus intéressant encore, ce matériel organique a permis de confirmer la présence d'espèces arbustives en Béringie, et ce, même durant les phases glaciaires. Le faible pourcentage de pollens d'arbres dans les enregistrements polliniques laissa longtemps croire que les arbres étaient en fait absents durant tout le stade isotopique 2, en raison d'une baisse des températures et d'une augmentation significative de l'aridité lors du Dernier Maximum Glaciaire ; le faible pourcentage de pollens s'expliquait alors par un transport lointain des grains de pollens ou par un remaniement de

grains plus anciens au sein des dépôts sédimentaires (Cinq-Mars 1979; Zazula et al. 2006a; Zazula et al. 2006b).

L'étude des macrofossiles de plantes collectés au Yukon confirme la présence locale d'épinettes (*Picea mariana* et *Picea glauca*) en Béringie au sein d'environnements périglaciaires dominés par des espèces de steppe-toundra, du moins entre 26 000 et 24 500 <sup>14</sup>C BP, soit entre les stades isotopiques 2 et 3 (Zazula et al. 2006b). Ces données supposent que les arbres aient pu survivre jusqu'au DMG mais de façon très locale, probablement dans les fonds de vallées où l'humidité était préservée. Elles appuient également l'hypothèse de Brubaker et al. (2005) selon laquelle la forêt boréale moderne aurait trouvé son expansion à partir de petites populations d'espèces arbustives éparses réfugiées en Béringie, plutôt qu'à partir du développement d'espèces lointaines. Ces espèces arbustives auraient donc été présentes en Béringie orientale et occidentale ainsi que dans les basses terres de la Béringie centrale (Brubaker et al. 2005; Westbrook 2012; Zazula et al. 2006b).

Nous avons mentionné plus haut que la Béringie centrale jouait un rôle de filtre biogéographique dans les dispersions des mammifères et de la faune aviaire (Figure 9, p. 32) (Guthrie 2001). En outre, des restes de plantes, pollens et insectes, récoltés dans des sédiments datés extraits du sol de la mer de Béring, indiquent que les plateaux continentaux du détroit de Béring auraient été en partie couverts d'une végétation de type toundra durant le DMG, abritant des arbustes voire même occasionnellement des arbres (Brubaker et al. 2005; Elias et Crocker 2008; Guthrie 2001; Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014; Kaplan 2001; Westbrook 2012; Zazula et al. 2006b). Les basses terres de la Béringie centrale – et plus particulièrement le sud de la Béringie centrale, adoucie par la circulation atmosphérique du Pacifique Nord et par l'existence d'une couverture nuageuse – auraient ainsi offert un climat relativement doux et humide et auraient fourni du bois, matériau indispensable aux populations humaines pour démarrer un feu (Guthrie 2001; Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014). Au contraire, sur les îles actuellement émergées du détroit de Béring ou dans l'intérieur des territoires modernes, la végétation dominante s'apparentait plutôt à un complexe de steppe-toundra régi sous un climat plus sec et plus aride (Guthrie 1990, 2001; Hoffecker et Elias 2007; Hopkins et al. 1982; Willerslev et al. 2014; Yurtsev 2001; Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a). La Béringie centrale, avec des conditions écologiques particulières, constituait ainsi un refuge mésoïque d'une extension spatiale limitée au sein d'un écosystème plus large représenté par la Steppe à Mammouth (Guthrie 2001).

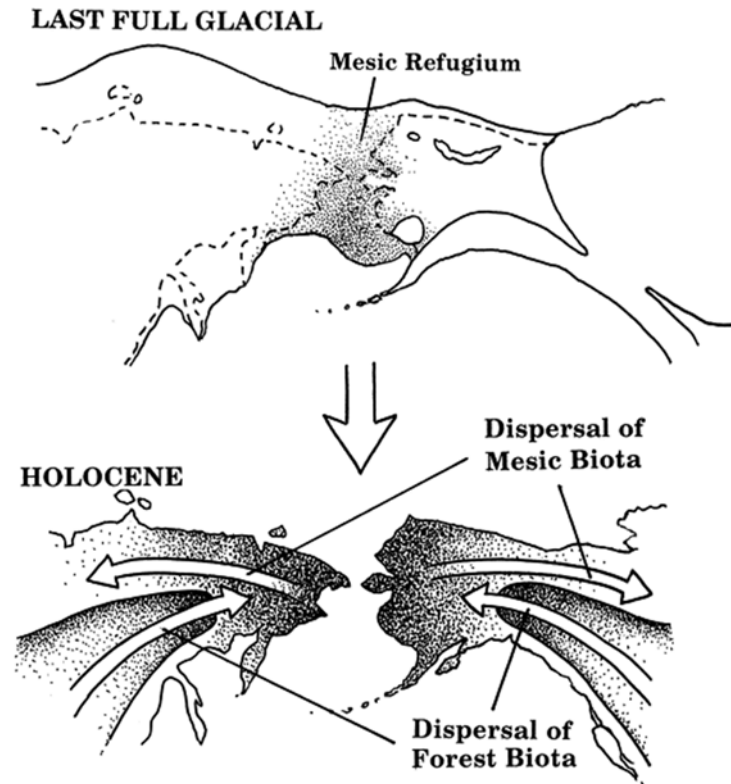
### 2.2.3. Conclusion sur les paléo-environnements béringiens

Il semble clair aujourd'hui que les environnements glaciaires n'étaient pas homogènes (Blinnikov et al. 2011; Hoffecker et Elias 2007; Schweger 1982; Zazula et al. 2006a). En fait, une région aussi large que la Béringie orientale, avec une diversité climatique, édaphique et topographique importante, ne peut pas être écologiquement uniforme ; les environnements étaient influencés par de nombreux facteurs locaux et régionaux entraînant une mosaïque de milieux, selon le taux d'humidité, le drainage, l'aspect du substrat et l'élévation (Schweger 1982; Zazula 2003; Zazula et al. 2006a). La Béringie du Pléistocène supérieur est ainsi décrite comme un écosystème de steppe-toundra (ou toundra-steppe) sans analogues modernes (Guthrie 1990, 2001; Hoffecker et Elias 2007; Yurtsev 2001; Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a).

Le refuge béringien était donc un territoire déglacé capable de supporter une communauté riche de grands mammifères évoluant dans une steppe-toundra désignée sous le nom de Steppe à Mammouth (Guthrie 1990). Si les espèces herbacées devaient représenter la composante principale de cette steppe-toundra du Pléistocène supérieur, un paysage de type toundra arbustive aurait été plus commun à certaines régions des basses terres où le taux d'humidité était plus élevé, notamment dans la Béringie centrale qui fut ensuite ennoyée (Elias et Crocker 2008; Guthrie 2001; Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014; Kaplan 2001). Selon Guthrie (2001), une mince couverture nuageuse devait s'étendre au dessus de ces basses terres et apporter un climat plus humide, jouant ainsi le rôle de filtre biogéographique entre la Sibérie et l'Alaska durant le Dernier Maximum Glaciaire ; en fait, l'hétérogénéité d'un paysage en mosaïque présentant des conditions très variables de température et d'humidité aurait permis aux arbres et arbustes de persister localement et de contribuer à la survie de ces espèces boréales et ce, même durant les périodes glaciaires (Brubaker et al. 2005; Elias et Crocker 2008; Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014; Westbrook 2012; Zazula et al. 2006a; Zazula et al. 2006b).

A la fin du Pléistocène (ca. 15-14 ka cal BP), tandis qu'un changement s'observe dans la composition faunique (Guthrie 2006), une zone à bouleau se distingue dans les études polliniques et l'analyse des coléoptères, et se traduit par une augmentation des températures et du taux d'humidité, et, du même coup, par une réduction du transport éolien en Béringie (Cwynar 1982; Cwynar et Ritchie 1980; Elias 2000; Elias 2001; Hoffecker et Elias 2007; Hopkins et al. 1982; Ritchie et al. 1982; Ritchie et

Cwynar 1982; Viau et al. 2008). Avec l'arrivée de l'Holocène, les espèces mésiques, qui étaient jusqu'alors concentrées principalement dans les basses terres de la Béringie centrale, se répandent hors de leur refuge (Figure 13) (Guthrie 2001). Le « *push and pull phenomena* » se caractérise ainsi par (1) une remontée du niveau marin ennoyant le pont terrestre béringien et poussant les populations végétales, animales et éventuellement humaines, hors de la Béringie centrale (« *push* ») et (2) une récession des glaciers, une diminution des vents et une stabilisation des surfaces terrestres par le développement végétal qui engendre une dispersion des populations vers l'intérieur des terres, attirées par des conditions climatiques et des changements environnementaux plus cléments (« *pull* ») (Yesner 2001).



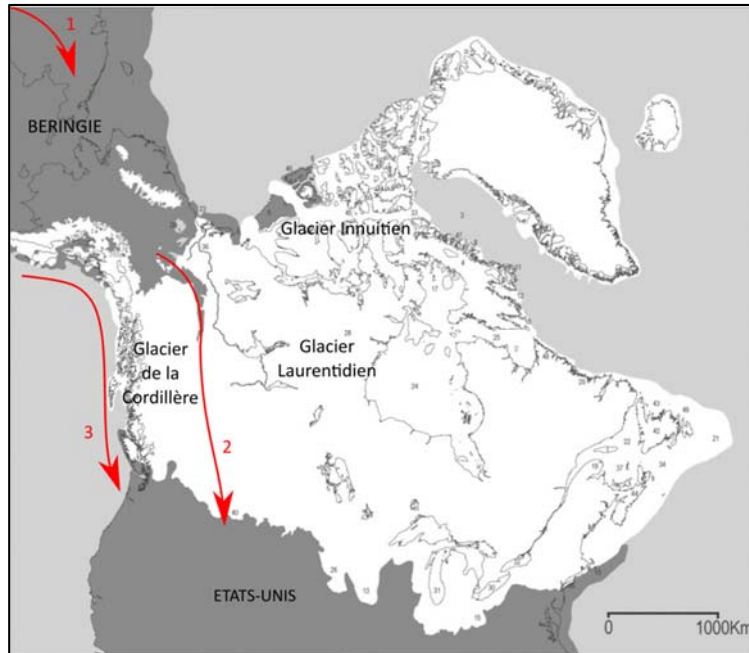
**Figure 13 : Représentation schématique des dispersions postglaciaires des espèces végétales hors de la Béringie centrale.**

En haut, la Béringie durant le Dernier Maximum Glaciaire (ca. 18 000 <sup>14</sup>C BP) ; les basses terres de la Béringie centrale, sous un climat relativement doux et humide, constituent un refuge aux espèces mésiques tandis que l'environnement béringien est dominé par des espèces plus steppiées et un climat aride. En bas, le détroit de Béring à l'Holocène ; les espèces mésiques se sont dispersées hors de leur refuge, à l'est et à l'ouest, tandis que des espèces forestières venant du sud se répandent vers le nord. Les espèces steppiées qui dominaient la

Béringie au Pléistocène sont cantonnées à des habitats réduits ou tendent à disparaître. Illustration d'après Guthrie (2001), reproduite avec permission d'Elsevier.

### **2.3. Les modèles de dispersions humaines vers le Nouveau Monde**

De par sa connexion terrestre avec le continent eurasiatique, son contexte environnemental bien particulier et son extrême aridité ayant limité l'extension des inlandsis nord-américains au cours du Pléistocène supérieur, la Béringie est perçue comme un refuge glaciaire accessible aux espèces animales et humaines et constituant le point d'entrée vers le Nouveau Monde. La date à laquelle les premiers humains arrivent sur le continent nord-américain est toutefois controversée et les modèles de dispersions des populations humaines en Amérique du Nord sont encore discutés. Deux grands débats se dégagent alors (Figure 14). L'un d'eux concerne la chronologie des événements migratoires sur le territoire béringien et fait fluctuer la date d'entrée des groupes humains en Béringie orientale : il oppose ainsi les archéologues qui penchent vers l'hypothèse d'une entrée tardive (ca. 14 ka cal BP) aux généticiens qui suggèrent une arrivée bien plus ancienne suivie d'une isolation béringienne dès le DMG. Le deuxième débat se voit quant à lui divisé entre deux modèles de dispersions humaines depuis les contrées asiatiques jusque vers l'intérieur des terres nord-américaines : il évoque d'une part la présence d'un corridor terrestre interglaciaire reliant la Béringie orientale aux Grandes Plaines au sud des glaciers et, d'autre part, la présence de refuges côtiers facilitant les déplacements le long de la côte Pacifique. Dans cette partie, nous revenons sur ces grands débats pour essayer de comprendre quand et dans quelles conditions les premières dispersions humaines en Amérique se sont effectuées. Nous verrons également pourquoi le site des Grottes du Poisson-Bleu pourrait avoir un rôle capital dans notre compréhension de l'histoire des premiers peuplements du Nouveau Monde.



**Figure 14 : Les principales voies de dispersions humaines en Amérique du Nord.**

La carte montre l'extension des glaciers au cours du DMG. (1) Les populations humaines arrivent en Béringie et sont bloquées par les masses glaciaires ; (2) les populations se dispersent à travers un corridor inter-glaciaire formé lors du retrait des inlandsis Laurentidien et de la Cordillère après le DMG ; (3) les populations se dispersent le long de la côte Pacifique. Image adaptée de Dyke et al. (2002), reproduite avec permission d'Elsevier.

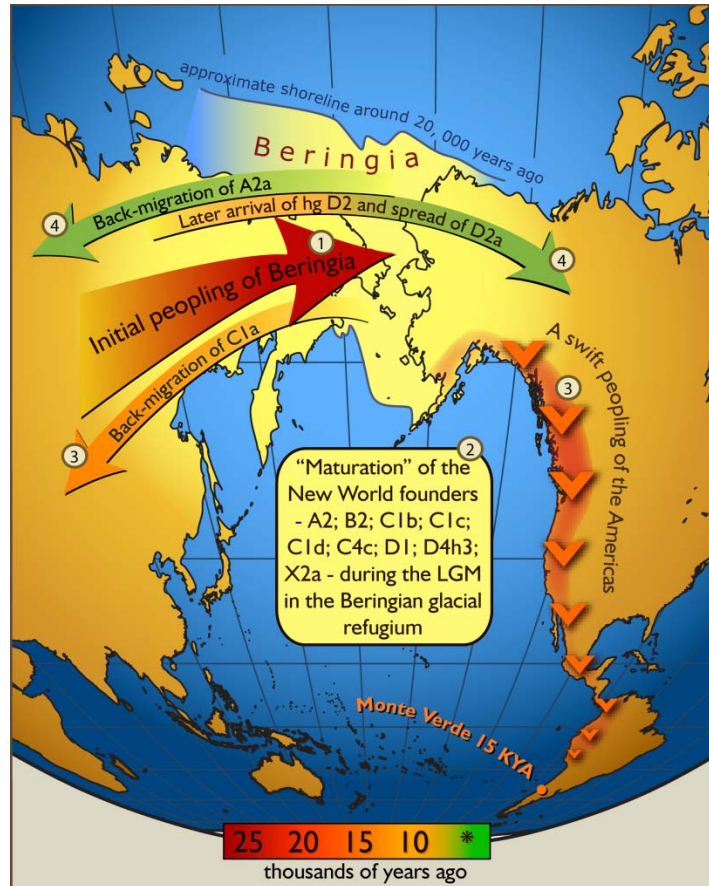
### 2.3.1. L'occupation du refuge béringien : archéologie *versus* génétique

Quel modèle de dispersion des populations humaines peut-on dégager de l'enregistrement archéologique béringien dont nous avons fait part au début de ce chapitre ? En Béringie occidentale, les sites du fleuve Yana indiquent une première occupation humaine dans l'arctique béringien il y a 32-30 ka cal BP, soit avant le stade isotopique 2 et le DMG (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004). Entre 30 000 et 15 000 cal BP, aucun autre site archéologique n'est toutefois reporté en Béringie, à l'exception du très controversé site des Grottes du Poisson-Bleu. Ce n'est qu'après le DMG que de nouveaux sites archéologiques sont répertoriés en Béringie occidentale (ca. 15 000 cal BP), puis en Béringie orientale (ca. 14 000 cal BP) (Easton et al. 2011; Goebel et al. 2008; Graf 2013; Hoffecker et Elias 2007; Kuzmin et Orlova 1998; Potter et al. 2013; Vasil'ev et al. 2002; West 1996). L'absence de sites archéologiques datant du DMG incite une majorité d'archéologues à suggérer que les populations humaines décidèrent d'abandonner les terres béringiennes au cours de cette phase

glaciaire ; une mauvaise adaptation au froid ou une absence de bois pour démarrer un feu les aurait contraintes à se retirer vers des conditions plus clémentes, sous la latitude 60° N (Goebel et al. 2008; Graf 2013; Hoffecker et Elias 2007). Leur retour après le DMG et leur progression jusqu'en Béringie orientale semble d'ailleurs s'opérer en même temps que l'expansion des espèces arbustives et le renouvellement de la faune d'ongulés lors de l'amélioration climatique postglaciaire (Guthrie 1990, 2006; Hoffecker et Elias 2007).

Du point de vue de la génétique, le scénario est tout autre. Les analyses de l'ADN mitochondrial et des marqueurs du chromosome Y indiquent que les populations humaines se seraient dispersées d'Asie de l'Est vers la Béringie et auraient franchi le détroit de Béring durant le stade isotopique 2 ; malgré l'installation du DMG, elles n'auraient pas déserté les terres béringiennes. Au contraire, bloquées par les glaciers continentaux recouvrant l'Amérique du Nord, ces populations de chasseurs-cueilleurs seraient restées isolées quelque part en Béringie – qui agissait alors comme un refuge glaciaire – pendant près de 8000 à 9000 ans, entre 15 et 23 ka cal BP (Raghavan et al. 2015), voire peut-être même plus tôt, dès 25 ka cal BP (Figure 15) (Kitchen et al. 2008; Mulligan et al. 2008; Tamm et al. 2007). Cette isolation sur une période de temps relativement longue aurait engendré des mutations génétiques spécifiques entraînant la séparation d'une lignée qui allait coloniser les Amériques (Raghavan et al. 2015; Tamm et al. 2007). L'hypothèse a récemment été appuyée par une analyse paléo-génétique des restes humains provenant du site Upward Sun River en Alaska (Tackney et al. 2015). Ce n'est qu'après le DMG, alors que les conditions climatiques s'améliorent et que les glaciers reculent et ouvrent de nouveaux passages vers le sud, que les populations humaines jusque là restées en Béringie se dispersent sur tout le continent (Achilli et al. 2013; Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; O'Rourke et Raff 2010; Perego et al. 2009; Raghavan et al. 2015; Reich et al. 2012; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007).





**Figure 15 : Représentation schématique de la « Beringian standstill hypothesis ».**

Le peuplement initial de la Béringie aurait eu lieu il y a ca. 25 000 cal BP (1) et se serait suivi d'une isolation des populations humaines jusque vers ca. 15 000 cal BP ; cette isolation génétique aurait donné naissance aux Natifs Américains (2) qui se seraient dispersés, plus tard, vers le sud des Amériques (3). D'autres groupes seraient quant à eux repartis vers la Sibérie. Illustration d'après Tamm et al. (2007), reproduite sous licence CC BY 4.0.

L'hypothèse de l'isolation béringienne est de plus en plus mise en avant par les études génétiques et paléo-génétiques (Achilli et al. 2013; Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; O'Rourke et Raff 2010; Perego et al. 2009; Raghavan et al. 2015; Reich et al. 2012; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007) mais aussi, récemment, par des observations morphologiques de restes dentaires humains (Scott et al. 2016). En outre, des données paléo-environnementales s'ajoutent à cette hypothèse : tandis que les généticiens peinent à situer exactement l'emplacement de cette isolation béringienne, certains auteurs pensent qu'elle se serait trouvée en Béringie centrale (Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014). Les basses terres de cette région auraient en effet offert un climat relativement doux et humide et auraient fourni du bois, matériau indispensable aux populations humaines pour démarrer un feu (cf. chapitre 2.2.2, p. 34).

Finalement, la « *Beringian standstill hypothesis* » n'est, à ce jour, pas soutenue par le registre archéologique béringien et seul le site des Grottes du Poisson-Bleu suggère que les groupes humains aient pu persister en Béringie pendant le DMG (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982) ; la présente étude appliquée au matériel faunique du site devra confirmer cette hypothèse.

### 2.3.2. L'ouverture d'un couloir terrestre interglaciaire

L'intérieur des terres de la Béringie orientale fut longtemps présenté comme le point d'entrée des populations humaines en Amérique et la source des dispersions à travers tout le continent. Bien que l'Alaska et le Territoire du Yukon furent encerclés par de larges masses glaciaires s'imposant sur le continent nord-américain lors du DMG, la déglaciation qui s'ensuivit créa un couloir interglaciaire reliant la Béringie aux Grandes Plaines du sud et permettant aux groupes humains de continuer leur progression vers le reste des Amériques. Si l'Amérique du Nord a bel et bien été peuplée vers 15-14 000 cal BP, cette hypothèse suggère une dispersion rapide depuis l'Alaska jusqu'en Patagonie – où des indices de présence humaine ont été découverts et datés à 14 500 cal BP sur le site Monte Verde II (12 300-12 800 <sup>14</sup>C BP) (Dillehay 1989; Meltzer 1997; Meltzer et al. 1997), et entre environ 14 500 et 13 000 cal BP dans la région d'Ultima Esperanza (Martin et Borrero 2017; Metcalf et al. 2016; Steele et Politis 2009; Villavicencio et al. 2016)– soit quelques centaines d'années pour traverser plus de 10 000 km d'écosystèmes différents qui jalonnent les Amériques du Nord au Sud (Anderson et Gillam 2000; Dixon 1999, 2001).

W.A. Johnston fut parmi les premiers à signaler l'existence d'un tel couloir libre de glace (Johnston 1933) : ce corridor interglaciaire, provoqué par le réchauffement climatique annonçant l'arrivée de l'Holocène, représente ainsi une ouverture au sein des inlandsis Laurentidien et de la Cordillère, dans le bassin du Mackenzie, le long de la bordure orientale des Rocheuses. Des séries de cartes illustrant la Béringie et l'Amérique du Nord ont été générées de manière à reconstruire la géomorphologie du continent selon l'évolution des glaciations et du niveau marin à la fin du Pléistocène supérieur (Dixon 2011; Dyke 2004). Durant le Dernier Maximum Glaciaire, la coalescence des glaciers continentaux divise l'Amérique du Nord ; la Béringie se retrouve alors séparée des Grandes Plaines. L'expansion des glaciers débiterait dès le stade isotopique 3 et atteindrait son maximum quelque peu avant le pic du DMG, il y a environ 25 000 cal BP (Dyke 2004; Dyke et al. 2002; Stokes et al. 2012), voire dès 26 500

cal BP (Clark et al. 2009). Il faut attendre la fin du DMG pour voir enfin apparaître un corridor interglaciaire. Son ouverture initiale ne débute d'abord au sud que vers 18 000 cal BP (15 000 <sup>14</sup>C BP) puis au nord vers 15 500 cal BP (13 000 <sup>14</sup>C BP). Toutefois, la connexion terrestre ne s'établit pas avant 15-14 000 cal BP (12 500-12 000 <sup>14</sup>C BP) (Dixon 2011; Dyke 2004).

La déglaciation livre d'abord un terrain géologiquement instable et biologiquement pauvre, malgré les lacs pro-glaciaires qui auraient pu constituer des sortes d'oasis (Dixon 2011). Elle s'ensuit d'un rétablissement relativement rapide de la steppe puis, en seulement quelques centaines d'années, d'une colonisation par les grands ongulés (Burns 1996; Dixon 2011). Les premières traces de faune semblent se manifester en Alberta autour de 13 500 cal BP (11 600 <sup>14</sup>C BP), d'après les études paléontologiques de Burns (1996); au contraire, un gap temporel dans les datations radiocarbone obtenus sur des ossements fossiles suppose que la glace recouvrait encore le territoire entre 21 000 et 11 600 <sup>14</sup>C BP. Ces données concordent avec celles du site de la Grotte Charlie Lake, en Colombie-Britannique (Dixon 2011; Fladmark et al. 1988). Situé à peu près à mi-chemin entre les ouvertures nord et sud du corridor interglaciaire, ce site archéologique a en effet livré des artefacts et des ossements de bison qui, d'après des observations morphologiques et des analyses de l'ADN mitochondrial, ont révélé la présence tant d'espèces béringiennes que d'espèces nord-américaines. Les datations radiocarbone obtenues sur ces restes osseux remontent à environ 12 400 cal BP (10 500 <sup>14</sup>C BP) (Driver et al. 1996; Fladmark et al. 1988) et proposent ainsi une ouverture écologique au sein du corridor interglaciaire vers 13 500-13 000 cal BP (11 500-11 000 <sup>14</sup>C BP) (Dixon 2011). D'autres modèles basés sur des données sédimentologiques, polliniques, paléontologiques et paléogénétiques ont tenté de dater cette ouverture écologique : ils soulignent également le développement tardif d'un écosystème suffisamment productif pour supporter des populations de chasseurs-cueilleurs, soit après 13-12 500 cal BP (Heintzman et al. 2016; Mandryk et al. 2001; Perdersen et al. 2016). Les sites archéologiques datant du Pléistocène sont d'ailleurs plutôt rares dans ce qui fut le corridor interglaciaire et il est possible qu'ils n'aient pas encore été découverts ou qu'ils aient été détruits, notamment par des phénomènes glaciaires opérés à la suite de la déglaciation (Dixon 2011). A ce jour, le plus vieux site archéologique fiablement daté est le site Vermilion Lakes, dans le sud de l'Alberta : l'occupation humaine ne remonte qu'à environ 12 500 cal BP (10 800-10 300 <sup>14</sup>C BP) (Fedje et al. 1995).

Le blocage des groupes humains en Béringie en raison des masses glaciaires continentales et l'ouverture tardive du corridor soulèvent l'hypothèse d'une autre vague de dispersion pour expliquer le peuplement des Amériques. En fait, les sites archéologiques au sud des masses glaciaires proposent des dates plus anciennes : la culture Clovis a récemment été re-datée à 13 250-12 800 cal BP (Waters et Stafford 2007) et des sites pré-Clovis suggèrent une occupation humaine en Amérique du Nord entre 15 500 et 13 200 cal BP (Gilbert et al. 2008; Hockett et Jenkins 2013; Jenkins et al. 2012; Waters et al. 2011a; Waters et al. 2011b). En Amérique du Sud, et plus particulièrement en Patagonie, la présence humaine est estimée entre 14 500 et 13 000 cal BP (Dillehay 1989; Martin et Borrero 2017; Meltzer 1997; Meltzer et al. 1997; Metcalf et al. 2016; Steele et Politis 2009; Villavicencio et al. 2016). L'hypothèse d'une colonisation des Amériques par le corridor interglaciaire ne fait donc plus l'unanimité et une voie de dispersion des populations humaines le long de la côte Pacifique est alors proposée. Le corridor interglaciaire, cependant, aurait été emprunté plus tard, du sud vers le nord, en suivant probablement le déplacement des troupeaux d'ongulés (Anderson et Gillam 2000; Dixon 2001, 2011; Heintzman et al. 2016).

### 2.3.3. La voie maritime le long de la côte Pacifique

Tandis que l'intérieur de la Béringie orientale devait constituer un refuge terrestre pour les groupes humains avec une économie de subsistance axée sur la chasse et la cueillette, le littoral Pacifique au sud de la Béringie aurait grandement pu abriter des populations humaines basées sur une économie maritime. K.R. Fladmark fut le premier à proposer ce modèle alternatif pour expliquer le peuplement des Amériques (Fladmark 1979) ; un modèle plus tard appuyé par des données linguistiques (Gruhn 1988).

Au cours du DMG, le niveau marin global chute de presque 100 à 120 m plus bas que l'actuel. En Alaska et en Colombie-Britannique, l'extension des glaciers et l'instabilité des environnements côtiers ne permettraient pas l'installation de sites anthropiques (Hetherington et al. 2003; Pope et Terrell 2008). La navigation et la pêche seraient contraintes par la présence de nombreux icebergs et le potentiel de subsistance maritime serait réduit à seulement quelques espèces, comme le morse, le phoque et possiblement les oiseaux de mer (Hopkins et al. 1982; Yesner 2001). L'idée que des groupes humains aient pu acquérir les compétences technologiques nécessaires pour s'adapter à de telles conditions reste incertaine ; en fait, si la pêche et la collecte de coquillages peuvent être

décelées sur certains sites archéologiques du littoral (Dixon 2011), la chasse aux mammifères marins n'est pas démontrée au Pléistocène (Yesner 2001).

Toutefois, certains chercheurs estiment que, dès le début de la déglaciation (vers 16 000 cal BP, 13 500 <sup>14</sup>C BP), les écosystèmes côtiers se seraient stabilisés et une colonisation immédiate par la faune et la flore auraient eu lieu (Clague et al. 2004; Hetherington et al. 2003; Mandryk et al. 2001). Ces environnements côtiers, présentant une haute productivité, auraient donc été disponibles aux humains 1000 à 2000 ans avant même que le corridor interglaciaire ne soit accessible, et auraient ainsi constitué une alternative de dispersion à des populations humaines adaptées à un écosystème marin, venant du Japon, de Chine ou de la péninsule du Kamchatka en Sibérie (Clague et al. 2004; Dixon 2001, 2011; Erlandson et al. 2015; Erlandson et al. 2007; Erlandson et al. 2008; Goebel et al. 2010; Mandryk et al. 2001). A ce propos, Erlandson et al. (2007) suggèrent que l'écosystème composé de varech, s'étendant actuellement le long des côtes Pacifiques du Japon jusqu'au sud de la Californie, se serait mis en place dès la fin du Dernier Maximum Glaciaire. Cet écosystème aurait facilité les déplacements côtiers en réduisant l'énergie des vagues et en favorisant la productivité des littoraux, menant à l'abondance des ressources animales. Ainsi, mammifères marins, poissons et oiseaux aquatiques auraient été disponibles aux groupes humains voyageant sur le littoral, en plus des mollusques et crustacés, faciles à collecter et ne requérant aucune spécialisation technologique (Erlandson et al. 2015; Erlandson et al. 2008; Hetherington et al. 2003). Enfin, les algues (et notamment le varech géant) constituent une source nutritive importante ; malgré leur faible potentiel de conservation en milieu archéologique, plusieurs espèces d'algues ont pu être identifiées sur le site chilien de Monte Verde II (Dillehay 1989; Dillehay et al. 2008; Erlandson et al. 2008).

La forêt de varech étendue sur tout le littoral aurait ainsi représenté un écosystème riche et attrayant pour des groupes d'humains pratiquant la chasse, la pêche et la collecte d'organismes marins ; une bande écologique linéaire, quoique possiblement discontinue, qualifiée d' « autoroute » par les chercheurs, et qui aurait grandement facilité les dispersions en n'offrant que peu ou pas de barrières géographiques majeures et très peu de résistances écologiques (Erlandson et al. 2015; Erlandson et al. 2007; Erlandson et al. 2008). La productivité du littoral et les dispersions humaines auraient également été influencées par l'insolation et par les variations de l'*upwelling*, elles-mêmes affectées par des facteurs environnementaux tels que la force des vents, la température de l'eau ou encore l'énergie des vagues (Hall et al. 2004). Au contraire, pour les groupes humains voyageant par

l'intérieur des terres, de nombreuses barrières géographiques et une grande variété d'écosystèmes terrestres auraient rendu le voyage plus difficile et auraient nécessité de nouvelles technologies adaptées à chaque nouvel écosystème rencontré.

Si la voie de dispersion par le sud de l'isthme béringien et le long de la côte Pacifique semble plus à même d'expliquer la présence des sites Clovis et pré-Clovis au sud des inlandis, peu de sites archéologiques permettent d'appuyer cette hypothèse. En effet, suite à la remontée postglaciaire du niveau marin et au rebond isostatique causé par le retrait des masses glaciaires, combiné aux mouvements récurrents des plaques tectoniques, les sites qui se seraient autrefois trouvés le long du littoral Pacifique sont aujourd'hui plongés sous les eaux ou détruits par l'érosion côtière, les tremblements de terre ou les tsunamis. Des modélisations du plateau continental, prenant en compte notamment les variations du niveau marin et la géomorphologie des paléo-littoraux, ont été proposées pour éclairer le potentiel archéologique de la côte Pacifique et prédire la localisation de sites archéologiques (Dixon et Monteleone 2014; Mackie et al. 2013; Monteleone 2013). Certaines régions sont d'ailleurs propices à des méthodes d'archéologie subaquatique et ont déjà fourni des indices d'une présence humaine le long de la côte. A ce jour, les sites archéologiques font remonter cette présence humaine à environ 13 ka cal BP sur la côte nord-américaine (Erlandson et al. 2008). Ci-dessous, nous ne ferons mention, à titre d'exemple, que des sites les plus documentés et avec des dates calibrées datant de la fin du Pléistocène. Pour un résumé plus détaillé des nombreux sites répertoriés sur la côte Pacifique nord-américaine, se reporter à Erlandson et al. (2008).

En Alaska, le célèbre site archéologique des Grottes On Your Knees, sur l'île du Prince-de-Galles de l'archipel Alexandre, a révélé de multiples occupations épisodiques (de 10 300 à 1760 <sup>14</sup>C BP) suggérant ainsi une présence humaine sur l'archipel dès 12 ka cal BP (Dixon 2011). Le site a également mis au jour les plus anciens vestiges humains de la côte Pacifique nord-américaine, avec une date radiocarbone à 9200 <sup>14</sup>C BP (ca. 10 ka cal BP). Une analyse isotopique des restes osseux témoigne d'une exploitation des ressources côtières et implique des activités de chasse, de pêche et de cueillette dans des écosystèmes marins dominés par les estuaires et les lagons (Dixon 2001; Erlandson et al. 2008; Pope et Terrell 2008). De plus, la présence d'outils en obsidienne, originaire des Monts Edziza (Colombie-Britannique) et des îles Suemez (sud-est de l'Alaska), évoque l'utilisation de petites embarcations pour voyager entre les îles et le continent et établir un réseau d'échange de l'obsidienne ainsi que d'autres matériaux (Dixon 2001; Erlandson et al. 2008). Par ailleurs, des études

paléontologiques et génétiques suggèrent l'existence de refuges côtiers déglacés sur les îles de l'archipel Alexandre durant les derniers 40 000 ans (Heaton et Grady 2003; Heaton et al. 1996). Des restes de mammifères marins et terrestres (e.g., phoque, renards roux et arctique) y ont été répertoriés et datés du Dernier Maximum Glaciaire. D'autres espèces (e.g., renne, ours noir et ours brun) ont quant à elles fourni des dates pré- et post- DMG mais pourraient également avoir survécu au maximum glaciaire en trouvant refuge sur des aires déglacées de l'archipel (Heaton et Grady 2003; Heaton et al. 1996). La recolonisation se serait ainsi effectuée rapidement après la déglaciation. Ces travaux illustrent ainsi l'archipel comme un refuge déglacé, productif – offrant une variété suffisante de ressources marines et terrestres (végétaux, poissons, crustacés, mollusques et mammifères) – mais également accessible de par la présence possible de ponts de glace entre les îles et le continent (Dixon 2011; Heaton et Grady 2003; Heaton et al. 1996).

En Colombie-Britannique, les îles Haida Gwaii, anciennement appelées îles de la Reine Charlotte, abritent également plusieurs sites archéologiques datés du Pléistocène, tels que la Grotte K1 (12 500 cal BP), les Grottes Gaadu Din (11 000-12 000 cal BP) et le site Kilgii Gwaay (11 000 cal BP). Le site Namu (11 100 cal BP) et le site E1Ta-18 de l'île Hunter (11 500 cal BP) sont également parmi les plus anciens sites archéologiques côtiers répertoriés à ce jour (Dixon 2011; Erlandson et al. 2008). Toutefois, sur l'île de Vancouver, le site paléontologique de la Grotte de Port Eliza suggère que la région était déglacée et biologiquement capable de maintenir une population humaine dès 14 500 cal BP (Dixon 2011).

Bien plus au sud, en Californie, les îles Channel abritent également des sites archéologiques majeurs tels que la Grotte Daisy (11 600-8500 cal BP) et le site Cardwell Bluffs (12 000-11 600 cal BP) ou encore le célèbre site Arlington Springs ayant mis au jour des vestiges humains datés à 11 000-10 080 <sup>14</sup>C BP (12-13 ka cal BP) (Erlandson et al. 2008). Ces sites renferment également des restes d'oiseaux, de poissons et de mammifères marins ainsi que des coquillages, et sont associés à une technologie lithique qui appuie l'adaptation culturelle des groupes humains aux écosystèmes marins. L'occupation humaine sur des îles non reliées au continent suggère également l'utilisation d'embarcation et l'accessibilité de refuges côtiers, alors à l'abri des grands prédateurs terrestres (Erlandson et al. 2008; Erlandson et al. 2011). En Basse-Californie, les sites Richard's Ridge (12 100 cal BP) et Cerro Pedregoso (11 800-9100 cal BP) sur l'île Cedros peuvent également être mentionnés (Erlandson et al. 2008).

Finalement, les sites archéologiques découverts à ce jour le long de la côte Pacifique nord-américaine ne dépassent pas 13 ka cal BP, profitant alors difficilement à l'hypothèse de la voie maritime contrairement à celle du corridor interglaciaire. Il est cependant possible que des sites plus anciens aient été détruits ou submergés par la remontée du niveau marin. Par ailleurs, les ressemblances technologiques entre le matériel lithique des Paléindiens de la côte américaine et du Paléolithique supérieur de la côte asiatique pourraient rehausser l'hypothèse d'une dispersion humaine le long des côtes Pacifiques. En effet, de nombreuses pièces lithiques – dénommées « *western stemmed projectile points* » et « *leaf-shaped bifaces* » – différent de l'outillage généralement reconnu dans l'intérieur des terres, et ont été retrouvées sur des sites archéologiques côtiers ou proche des littoraux : depuis la péninsule coréenne (35-15 000 cal BP), au Japon (15 500-13 800 cal BP), sur la péninsule du Kamtchatka (Ushki Lake 7, 13 000 cal BP) (Goebel et al. 2010; Goebel et al. 2003), à l'ouest de l'Amérique du Nord (îles Channel en Californie et Paisley Caves en Oregon, soit entre 14 500 cal BP et le début de l'Holocène vers 8500 cal BP) et jusqu'en Amérique du Sud (Erlandson et Braje 2011; Erlandson et al. 2008; Erlandson et al. 2011).

Ce schéma de migration permet aux chercheurs de rejeter l'hypothèse d'une installation côtière tardive et d'un développement graduel vers des adaptations maritimes, par les détenteurs des cultures Clovis et Folsom venus de l'intérieur des terres. Au contraire, une dispersion humaine le long de la côte Pacifique, avant même la colonisation du corridor interglaciaire, suivie d'une expansion vers l'intérieur des terres et du développement ultérieur de la culture Clovis semble plus probable (Anderson et Gillam 2000; Dixon 2011; Erlandson et al. 2008; Heintzman et al. 2016; Mandryk et al. 2001). Le réchauffement climatique et l'augmentation du niveau marin auraient en effet contribué à « pousser » les populations humaines vers l'intérieur des terres en suivant les fleuves et les cours d'eau. Cette voie de dispersion côtière pourrait aussi expliquer l'ancienneté du site Monte Verde II au Chili (ca. 14 500 cal BP) (Dillehay 1989) et la présence de sites pré-Clovis en Amérique du Nord (ca. 15 000 cal BP) (Gilbert et al. 2008; Jenkins et al. 2012; Waters et al. 2011a; Waters et al. 2011b). La théorie du peuplement des Amériques par la côte ou par l'intérieur des terres est toutefois encore discutée par certains chercheurs (Dickinson 2011).



## 2.4. Les extinctions de la mégafaune

On ne pourrait évoquer les schémas de mobilité et les modes de subsistance des premiers chasseurs-cueilleurs béringiens sans discuter des extinctions massives de la mégafaune au Pléistocène supérieur. En 1984, Paul Martin évoquait la relation étroite entre l'arrivée des Paléoindiens et la disparition de multiples espèces sur le continent américain. Ses travaux suggèrent en fait que de grandes extinctions eurent lieu sur tous les continents (à l'exception de l'Antarctique) durant le Pléistocène supérieur et qu'elles sont corrélables avec les mouvements et les activités de chasse des populations humaines (Martin 1984). Une chasse intensive des ongulés aurait du même coup causé la disparition des grands carnivores tels que l'ours géant à face courte (*Arctodus*) ou le tigre à dents de sabre (*Smilodon*). En étendant sa théorie à l'échelle globale, Martin observe que les pertes auraient été modérées en Afrique et en Asie, en raison de l'histoire graduelle de l'expansion de l'espèce humaine. Au contraire, l'Amérique, tout comme l'Australie, illustrerait un impact sévère et soudain (*op. cit.*). D'autres théories ont très vite contré l'hypothèse de Martin : changements climatiques et environnementaux, maladies ou encore chute de météorite. Au fil des années et des découvertes, le débat se perpétue entre les chercheurs qui continuent de proposer sans cesse de nouvelles données pour faire valoir leurs idées et faire pencher la balance. Certains proposent également une combinaison de facteurs (notamment changement climatique et prédation humaine intensive) pour expliquer les extinctions massives en Amérique. Dans cette brève partie, nous ne présentons que les points majeurs qui ressortent des différentes études archéologiques et paléontologiques menées en Amérique du Nord et en Béringie par des chercheurs tels que Donald Grayson, David Meltzer ou encore Dale Guthrie. Cette présentation nous permettra d'intégrer le site des Grottes du Poisson-Bleu à un débat toujours en cours.

### 2.4.1. Etat de la question en Amérique du Nord

Un premier argument notable qui vient à l'encontre de la théorie de Martin (1984) est la rareté des sites paléoindiens en Amérique du Nord contenant les restes squelettiques de chacune des espèces disparues en association avec des vestiges culturels. La présence de tels sites archéologiques pourrait soutenir l'idée que les extinctions continentales de ces grands mammifères pléistocènes sont le résultat d'une chasse intensive causée par les premiers américains. Il s'avère cependant que les sites

d'abattage et de boucherie de la mégafaune sont rares. Après une évaluation systématique et méticuleuse, la liste dressée par Grayson et Meltzer en 2002 ne décomptait qu'une dizaine de sites d'abattage en Amérique du Nord, suffisamment documentés et dont l'association entre chasseurs Clovis et proboscidiens (i.e., mammoth et mastodonte) ne faisait aucun doute. La liste de ces sites archéologiques récemment mise à jour s'élève à 15 sites seulement (Grayson et Meltzer 2015), incluant les sites Wally's Beach en Alberta (Waters et al. 2015) et El Fin del Mundo au Mexique (Sanchez et al. 2014) (Tableau II). Ce dernier, daté à 13 390 cal BP, constitue la première association découverte à ce jour entre l'outillage lithique de la culture Clovis et les restes squelettiques de deux gomphothères (Sanchez et al. 2014). Au Canada, le site Wally's Beach, situé au sud des masses glaciaires, juste à l'embouchure du corridor interglaciaire, est le seul site archéologique nord-américain témoignant d'une prédation humaine tournée vers les équidés et les camélidés : sept chevaux et un chameau ont été retrouvés en association avec un matériel lithique (toutefois non diagnostique) et de multiples traces de découpes ont été identifiées sur les restes osseux. Vingt-sept datations radiocarbone ont permis d'estimer l'âge de ce site d'abattage à 13 300 cal BP (Waters et al. 2015).

Au total donc, cinq genres de mammifères pléistocènes aujourd'hui éteints furent victimes de prédation par les chasseurs humains : le mammoth (*Mammuthus*), le mastodonte (*Mammot*), le gomphothère (*Cuvieronius*), le cheval (*Equus*) et le chameau (*Camelops*). Bien que ne paraissant pas dans la liste de Grayson et Meltzer (2015), le paresseux terrestre de Jefferson (*Megalonyx jeffersonii*) pourrait constituer un sixième genre si l'on décidait d'accepter l'attribution culturelle des traces observées sur un fémur isolé récolté sur le site Firelands (Ohio), et ce, malgré l'absence d'outils lithiques (Waters et al. 2015). Finalement, seulement 5 à 6 genres de mammifères, sur les 37 comptabilisés ayant disparu de l'Amérique à la fin du Pléistocène, sont répertoriés sur des sites d'abattage et de boucherie.

De plus, sur cette trentaine de taxons aujourd'hui éteints, seulement 15 auraient perduré jusque vers 14 000 cal BP, soit aux alentours de l'apparition de la culture Clovis. En d'autres termes, plus de la moitié de ces taxons auraient disparu bien avant l'arrivée des humains, ce qui laisse penser que les extinctions eurent lieu sur une longue période de temps et s'opérèrent avec ou sans la présence humaine (Grayson et Meltzer 2003; Grayson et Meltzer 2015). En outre, le cheval et le chameau étaient bien plus abondants en Amérique du Nord que ne l'étaient le mammoth ou le mastodonte

(Grayson et Meltzer 2003) et il n’y a pourtant à ce jour qu’un seul site d’abattage prouvant le lien entre chasseurs humains et équidés et camélidés (i.e., Wally’s Beach, AB) contre une douzaine de sites illustrant une association entre humains et proboscidiens (Grayson et Meltzer 2002; Grayson et Meltzer 2015; Guthrie 2006; Waters et al. 2015). La rareté des sites archéologiques témoignant d’une telle prédation humaine ainsi que la faible diversité des taxons victimes de cette prédation continuent de laisser croire que les premiers américains ne furent pas responsables des extinctions massives de la mégafaune à la fin du Pléistocène.

**Tableau II : Liste des sites archéologiques nord-américains attestant d’une prédation humaine à la fin du Pléistocène.**

Un désaccord s’observe entre Grayson et Meltzer (2015) et Waters et al. (2015) quant à la certitude d’une association culturelle avec le matériel osseux. Au total 15 à 21 sites sont comptabilisés et seulement 5 à 6 genres ont été identifiés sur les 37 éteints au cours du Pléistocène.

| <b>Sites approuvés par Grayson et Meltzer (2015)</b>       |            |                        |
|--|------------|------------------------|
| Wally's Beach, AB  | Canada     | <i>Equus, Camelops</i> |
| El Fin del Mundo, SON                                      | Mexique    | <i>Cuvieronius</i>     |
| Kimmswick, MO  | Etats-Unis | <i>Mammut</i>          |
| Pleasant Lake, MI  | Etats-Unis | <i>Mammut</i>          |
| Blackwater Loc 1, NM                                       | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Colby, WY  | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Dent, CO   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Domebo, OK   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Escapule, AZ   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Lange-Ferguson, SD   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Lehner, AZ   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Lubbock Lake, TX   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Miami, TX  | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Murray Springs, AZ   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Naco, AZ   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| <b>Sites également considérés par Waters et al. (2015)</b> |            |                        |
| Manis, WA  | Etats-Unis | <i>Mammut</i>          |
| Lindsay, MT  | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Firelands, OH  | Etats-Unis | <i>Megalonyx</i>       |
| Page-Ladson, FL  | Etats-Unis | <i>Mammut</i>          |
| Hebior, WI   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |
| Schaefer, WI   | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>       |

Toutefois, le répertoire pourrait être enrichi par l'introduction de sites archéologiques dont l'activité de chasse par des humains reste malheureusement non approuvée par l'ensemble de la communauté scientifique, faute de preuves matérielles évidentes ou de documentation descriptive convaincante (Grayson et Meltzer 2015; Waters et al. 2015). Des sites, tels que Manis dans l'Etat de Washington, sont alors sujets à controverse : une côte de mastodonte y a été récoltée et présente un objet figé que les auteurs caractérisent comme une pointe de projectile (Waters et al. 2011b). Le site Manis apporterait alors une preuve supplémentaire de la chasse aux mastodontes par les détenteurs d'une culture pré-Clovis (Waters et al. 2015; Waters et al. 2011b). Considéré comme seul « artefact » du site, Grayson et Meltzer (2015) réfutent cette hypothèse en l'attente de preuves plus convaincantes sur l'identification de l'objet ; selon eux, il pourrait simplement s'agir d'un fragment d'os du mastodonte lui-même ou d'un autre individu suite à un combat agressif en période de must. Les auteurs insistent alors sur l'importance de la rigueur des méthodes analytiques et descriptives.

#### 2.4.2. Extinctions béringiennes

Certains chercheurs soulèveront que des biais majeurs contraignent nettement les interprétations et ne peuvent permettre l'exclusion du facteur anthropique dans l'extinction de la mégafaune à la fin du Pléistocène. En effet, il n'est pas exclu que l'incomplétude des enregistrements fossiles et les erreurs de datations entravent notre compréhension des liens causatifs (Solow et al. 2006). Un ajout de datations radiocarbones sur un riche assemblage de fossiles conservés dans le permafrost de l'Alaska et du Yukon tente de contrer cette déclaration. Ainsi, les travaux de Guthrie (2006) témoignent d'un changement écologique survenant à la fin du Pléistocène et affectant tous les mammifères, incluant les humains. Une diminution de la taille corporelle s'observe d'ailleurs chez le cheval et dénote déjà un stress environnemental (Guthrie 2003). Par la suite, tandis que les populations de cheval et de mammoth décroissent et tendent à disparaître, le bison et le wapiti deviennent plus abondants (Figure 10, p. 34) ; leur expansion survient avant et après l'arrivée des humains, et même avant les extinctions régionales du cheval et du mammoth (Guthrie 2006). L'orignal fait également son apparition, quoi que plus tardive, vers 14 000 cal BP. En fait, un climat plus chaud et plus humide serait responsable de ces changements écologiques et des espèces physiologiquement mieux adaptées à un nouveau type de végétation (*i.e* ruminants : bison, wapiti, orignal) prendraient le pas

sur les grands ongulés désavantagés par un système digestif et un régime alimentaire différents (i.e., monogastriques : cheval, mammoth). L'amélioration climatique entraînant un changement de la faune aurait du même fait conduit à la dispersion des populations humaines dans ces régions, favorisée notamment par une augmentation des arbres et des innovations technologiques (Guthrie 1990, 2006; Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et Elias 2007). Notons par ailleurs que plusieurs autres espèces s'éteignent déjà au cours du Pléistocène supérieur et ne sont pas répertoriées en Alaska et au Yukon après le Dernier Maximum Glaciaire : les équidés « *stilt-legged* » (*Equus* sp.), le chameau (*Camelops*), le cerf-élan « *stag moose* » (*Cervalces*), le castor géant (*Casteroides*), le paresseux terrestre (*Megalonyx*), le bœuf musqué casqué (*Praeovibos*), l'ours à face courte (*Arctodus*), le félin à dents de cimeterre (*Homotherium*) (Guthrie 2006) ou encore le mastodonte (*Mammut*) (Zazula et al. 2014). A moins de preuves contraires, leurs extinctions ne peuvent à ce jour être liées à une prédation humaine.

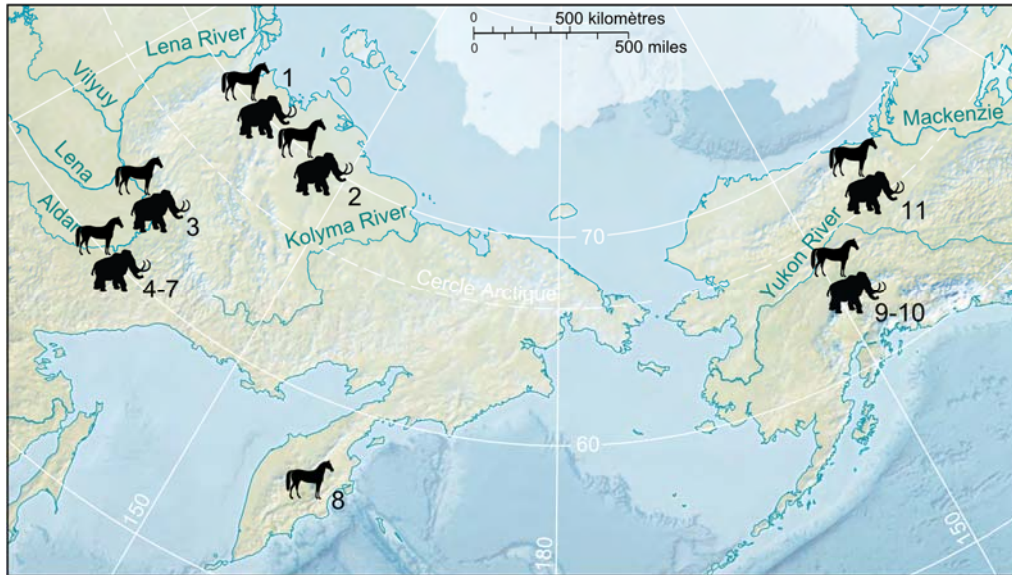
En outre, les plus anciens sites archéologiques en Béringie orientale illustrent une prédation tournée principalement vers le bison et le wapiti. Dans le niveau CZ4 de Swan Point (14 ka cal BP, 12 000 <sup>14</sup>C BP), en Alaska, des restes squelettiques de mammoth et des dents de cheval ont été mis au jour. En l'absence d'informations supplémentaires, la chasse n'est que supposée (Holmes 2011; Potter et al. 2013). A Broken Mammoth CZ4 (13 ka cal BP, 11 500 <sup>14</sup>C BP), la présence d'ivoire de mammoth suggère une collecte de matériaux pour la confection d'outils mais n'atteste en aucun cas de la chasse ou de l'abattage de proboscidiens (Potter et al. 2013; Yesner 2001). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, des activités de boucherie et de travail de l'os sur des ossements de cheval et de mammoth ont été mentionnées (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999) ; cette hypothèse devra néanmoins être réévaluée dans la présente dissertation. En revanche, au Paléolithique supérieur, il semble que les chasseurs-cueilleurs sibériens exploitaient majoritairement la faune de grands mammifères : en Yakoutie et en Béringie occidentale, des restes de mammoth, cheval, bison et renne sont reportés dans les sites archéologiques (Graf 2013; Vasil'ev 2003). Toutefois, en raison d'une analyse assez limitée des données fauniques dans ces régions, il n'est pas toujours aisé de déterminer précisément l'impact humain sur la mégafaune. Récemment, une simple collecte d'ivoire a été suggérée pour le site Berelekh (Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014) tandis qu'à Yana, la chasse aux mammoths est attestée (Basilyan et al. 2011; Nikolskiy et Pitulko 2013). Les auteurs ne cautionnent cependant pas l'hypothèse d'une extinction massive par les humains et soulignent que les datations radiocarbone effectuées sur les ossements de mammoth sont distribuées sur une période de 2000 ans ; ceci

suggère non pas un abattage massif mais plutôt une accumulation graduelle des ossements sur une période de temps relativement longue. La présence de multiples outils en ivoire sur le secteur principal du complexe Yana laisse penser que la chasse aux mammouths n'était que sporadique et motivée principalement par un besoin en ivoire pour la confection d'outils (Nikolskiy et Pitulko 2013). Selon ces mêmes auteurs, l'exploitation de la mégafaune par les chasseurs du fleuve Yana n'aurait pas été fatale à une population de mammouths. Les sites archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie pour lesquels des restes de la mégafaune ont été reportés sont mentionnés dans le Tableau III et la Figure 16 .

**Tableau III : Liste des sites archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie pour lesquels des restes de la mégafaune (cheval et mammouth) ont été reportés.**

L'impact humain n'est cependant pas toujours confirmé, excepté pour le site Yana. Compilation d'après Cinq-Mars et Morlan (1999), Vasil'ev (2003), Pitulko (2011), Yesner (2001), Holmes (2011), Holmes et al. (2012), Basilyan et al. (2011), Nikolskiy et Pitulko (2013), Pitulko et al. (2004).

| <b>Sites considérés dans cette étude</b> |            |                         |                  |
|--|------------|-------------------------|------------------|
| 1.Yana                                   | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse           |
| 2.Berelekh                               | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Collecte         |
| 3.Ikhine                                 | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse/collecte? |
| 4.Grotte Dyuktai                         | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse/collecte? |
| 5.Ust-Mil                                | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse/collecte? |
| 6.Verkhne-Troitskaia                     | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse/collecte? |
| 7.Ezantsky                               | Sibérie    | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse/collecte? |
| 8.Ushki I                                | Sibérie    | <i>Equus</i>            | Chasse?          |
| 9.Swan Point, AK                         | Etats-Unis | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse?          |
| 10.Broken Mammoth, AK                    | Etats-Unis | <i>Mammuthus</i>        | Collecte?        |
| 11.Grottes du Poisson-Bleu, YT           | Canada     | <i>Mammuthus, Equus</i> | Chasse/collecte? |



**Figure 16 : Localisation des sites archéologiques de Sibérie orientale et de Béringie pour lesquels des restes de la mégafaune (cheval et mammouth) ont été reportés.**

Image reproduite et adaptée à partir de *The World Factbook* 2013-14. Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2013 (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>).

### 2.4.3. Discussion

Finalement, prédation humaine, changements climatiques et environnementaux, autres facteurs ou combinaison de facteurs, le débat reste ouvert quant à savoir la raison des extinctions massives qui touchent l'Amérique, ainsi que les autres continents, au cours du Pléistocène. Peu d'espèces de la mégafaune aujourd'hui éteintes sont en réalité répertoriées sur des sites d'abattage et de boucherie, et peu de ces sites archéologiques sont en fait décomptés sur le continent américain (Grayson et Meltzer 2015). En fait, un changement écologique survenant peu avant la transition Pléistocène-Holocène pourrait expliquer la disparition de certains grands ongulés (e.g., mammouth, cheval) et l'expansion d'espèces mieux adaptées (e.g., bison, wapiti) (Guthrie 2006). En Béringie orientale, les deux plus anciens sites archéologiques datés à ce jour (i.e., Swan Point et Broken Mammoth) font mention de restes de mammouth et de cheval sans toutefois que la prédation humaine envers ces espèces y soit confirmée (Potter et al. 2013). Au Yukon, le site des Grottes du Poisson-Bleu présente une collection faunique riche et diversifiée, incluant de nombreux restes osseux de mammouth et de cheval. Alors que des activités de boucherie et d'industrie de l'os furent proposées (Cinq-Mars 1990;

Cinq-Mars et Morlan 1999), l'hypothèse doit encore être vérifiée au travers de la présente dissertation.

Il s'agira alors de répondre aux questions suivantes : (1) y a-t-il des preuves indéniables d'une présence humaine contemporaine et en association directe avec les restes fauniques (e.g., pointes de projectiles, traces de découpe) et, si oui, (2) ces indices culturels illustrent-ils clairement une prédation humaine (abattage et accès primaire à la carcasse) ou peuvent-ils être le résultat d'une activité de charognage (accès secondaire) ou de simple collecte ? A ce propos, Waters et al. (2015) signalent que les sites d'abattage pourraient ne contenir que peu ou pas d'artefacts ou que ceux-ci pourraient ne pas être diagnostique, tel que ce fut le cas sur le site archéologique Manis. Seule une étude du site sous une perspective taphonomique et archéozoologique permettra d'identifier l'impact du facteur humain sur les espèces concernées. Si l'abattage et les pratiques de boucherie sont confirmés sur les ossements de cheval et de mammoth des Grottes du Poisson-Bleu, le site constituera alors un élément de plus en faveur de la prédation humaine vers les espèces de la mégafaune, sans toutefois pouvoir certifier l'impact de cette prédation sur les espèces disparues. Guthrie (2006) ajoute que si l'impact humain sur la faune reste débattu, l'impact de la faune sur l'humain est clairement établi. De façon générale, s'il semble évident que les dispersions humaines vers le Nouveau Monde aient été motivées par la migration des troupeaux d'ongulés, il reste incertain que les activités de chasse aient pu mener à l'extinction de la mégafaune car celle-ci n'aurait peut-être pas représenté une ressource unique aux populations humaines : l'enregistrement archéologique béringien suggère plutôt une diète variée, incluant également poissons et oiseaux (Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et Elias 2007; Holmes 2011; Potter et al. 2013; Vasil'ev 2003; Yesner 2001).

## **2.5. Conclusion**

Récemment, l'archéologie et la génétique, couplées à des modèles paléo-écologiques et géomorphologiques, ont permis de réévaluer complètement l'hypothèse originelle qui semblait expliquer le processus de colonisation du Nouveau Monde d'après un schéma relativement simple. Les données génétiques confirment l'origine asiatique des premiers Natifs Américains (Achilli et al. 2013; O'Rourke et Raff 2010; Raghavan et al. 2014; Raghavan et al. 2015; Rasmussen et al. 2014; Reich et al. 2012), rejetant du même fait l'hypothèse d'une colonisation européenne par les détenteurs de la culture solutréenne (Bradley et Stanford 2004, 2006). Ces populations humaines



venues de Sibérie n'ont cependant pas colonisé les Amériques depuis l'Alaska jusqu'à la Terre de Feu en seulement 1000 ans par l'emprunt d'un corridor interglaciaire (Dixon 1999, 2001). En fait, si les premiers groupes humains ont franchi l'isthme béringien à la fin du Pléistocène, ils se sont retrouvés bloqués par les inlandis qui recouvraient l'Amérique du Nord. Certains seraient restés isolés dans ce refuge béringien de steppe et de toundra tandis que d'autres se seraient dispersés le long de la côte Pacifique : avec l'utilisation d'embarcation et une économie de subsistance basée sur des ressources marines, ces groupes humains auraient contourné les glaciers en longeant la côte dès la fin du Pléistocène. Ce passage maritime offrait des environnements côtiers relativement stables, des refuges déglacés et une productivité significative, facilitant la progression des dispersions humaines vers le sud, puis plus tard vers l'intérieur des terres, donnant ainsi naissance à la culture Clovis (Dixon 2011; Erlandson et al. 2007; Erlandson et al. 2008; Hall et al. 2004; Heaton et Grady 2003; Heaton et al. 1996; Hetherington et al. 2003; Mandryk et al. 2001). Les reconstructions paléo-écologiques et les données archéologiques proposent une dispersion le long des côtes il y a au moins 13 ka cal BP, voire dès 16 ka cal BP (Erlandson et al. 2008), alors que le passage terrestre entre les masses glaciaires n'était pas encore praticable (Dixon 2011; Heintzman et al. 2016; Mandryk et al. 2001; Pedersen et al. 2016). Des données génétiques supportent cette hypothèse et estiment la première migration vers le sud des masses glaciaires pas plus tard que 16-15 ka cal BP (Achilli et al. 2013; Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; Perego et al. 2009; Raghavan et al. 2015; Rasmussen et al. 2014; Reich et al. 2012; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007). Le couloir terrestre interglaciaire aurait été emprunté après 13 ka cal BP, du sud vers le nord (Dixon 2011).

Mais que s'est-il exactement passé en Béringie ? Quand les premières populations humaines ont-elles franchi l'isthme béringien pour atteindre le nord-ouest de l'Amérique du Nord ? Selon les données génétiques, les premières dispersions auraient eu lieu durant le Dernier Maximum Glaciaire : les populations humaines seraient arrivées il y a 25-23 ka cal BP (Llamas et al. 2016; Raghavan et al. 2015) – bien que certaines études proposent des dates plus anciennes (Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Mulligan et al. 2008; Tamm et al. 2007) – et seraient restées isolées quelque part en Béringie, pendant plusieurs milliers d'années. Cet isolement aurait entraîné des variations génétiques spécifiques menant à la divergence de la lignée des premiers amérindiens à partir du génome des populations asiatiques (Kitchen et al. 2008; Mulligan et al. 2008; Raghavan et al. 2015; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007). Ce n'est qu'après 16 ka cal BP, avec le réchauffement climatique

postglaciaire, que ces groupes humains jusqu'alors isolés se seraient dispersés vers le reste du continent à travers les portions déglacées de la côte Pacifique (*op. cit.*).

Selon les données archéologiques, toutefois, les dispersions béringiennes seraient beaucoup plus récentes. En Béringie occidentale, la plus ancienne présence humaine est attestée autour de 32-30 ka cal BP et provient des sites du fleuve Yana (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004). Néanmoins, en dehors de certains sites problématiques, l'enregistrement archéologique béringien observe une lacune entre 30 ka cal BP et environ 15 ka cal BP (Goebel et al. 2008; Graf 2013; Hoffecker et Elias 2007; Kuzmin et Orlova 1998). Les archéologues estiment que la baisse des températures prévenant l'arrivée du Dernier Maximum Glaciaire aurait rappelé les populations humaines au sud, vers des conditions plus clémentes ; le site Yana est alors abandonné et la Béringie ne semble plus occupée durant ce stade glaciaire (Goebel et al. 2008; Graf 2013; Hoffecker et Elias 2007; Vasil'ev et al. 2002). Il fut supposé que la technologie développée par ces humains modernes ne fut pas suffisamment efficace pour supporter la baisse des températures ou que la rétention des proportions corporelles les exposa à de sévères lésions dues au froid malgré les vêtements en fourrure (Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et Elias 2007). Enfin, bien que l'os frais puisse être utilisé comme substitut au bois, la rareté des espèces arbustives pour démarrer un feu fut également proposée pour expliquer ce retrait temporaire des populations humaines au-delà de la latitude 60° N (Guthrie 1990; Hoffecker et Elias 2003; Hoffecker et Elias 2007).

A partir de 16-15 ka cal BP, l'amélioration climatique conduit à une augmentation de l'humidité, une diminution des vents et une invasion des espèces arbustives en Béringie (Guthrie 1990, 2001; Hoffecker et Elias 2007) ; le remplacement de la steppe par la toundra arbustive aurait contribué à l'accès au bois pour le feu et concorde d'ailleurs avec la distribution des nouveaux sites archéologiques béringiens dès la fin du Dernier Maximum Glaciaire (Graf 2013; Hoffecker et Elias 2007; Kuzmin et Orlova 1998; Vasil'ev et al. 2002; West 1996). Ainsi apparaissent les sites de la Grotte Dyuktai, Berelekh et Ushki, entres autres, en Sibérie orientale, datés autour de 15-13 ka cal BP (Goebel et al. 2010; Goebel et al. 2003; Mochanov et Fedoseeva 1996b; Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014) tandis qu'en Béringie orientale, les premiers sites archéologiques sont datés d'environ 14 ka cal BP (Easton et al. 2011; Holmes 2011; Potter et al. 2013; Yesner 2001). Sur le site Swan Point, le mammoth et le cheval sont représentés dans le niveau culturel CZ4 et pourraient indiquer une continuité des activités de subsistance basées sur la chasse de grands ongulés entre les chasseurs

sibériens et ceux de Swan Point (Holmes 2011; Potter et al. 2013). D'ailleurs, la production microlaminaire selon la technique Yubetsu est présente sur ce site et témoigne d'un continuum avec la culture Dyuktai (Gomez-Coutouly 2011). Par la suite, le cheval et le mammoth tendent à disparaître et ne sont plus répertoriés sur les sites archéologiques. Au contraire, l'expansion du bison et du wapiti entraîne les deux herbivores au premier rang des économies de subsistance des chasseurs-cueilleurs, tels qu'observés notamment sur les sites Swan Point CZ3, à Broken Mammoth et Mead en Alaska, ainsi qu'à Little John au Yukon (Potter et al. 2013; Yesner et al. 2011). Il apparaît en fait que la diète des premiers humains en Alaska s'élargit au profit d'espèces plus abondantes telles que les ruminants (i.e., bison, wapiti, caribou), supplémentées par des espèces de la petite faune, des oiseaux et des poissons (probablement salmonidés) (Potter et al. 2013). De même, un changement s'observe dans l'outillage lithique à tendance microlaminaire qui évoque alors un passage de la technique Yubetsu à la technique Campus (Gomez-Coutouly 2011).

Certains sites, cependant, perturbent ce schéma de migration proposé par les données archéologiques. Le site des Grottes du Poisson-Bleu, dans le nord du Yukon, a longtemps laissé penser que des populations venues de Sibérie auraient atteint l'isthme béringien et se seraient aventurées aussi loin qu'en Béringie orientale durant le Dernier Maximum Glaciaire (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan 2003; Morlan et Cinq-Mars 1982). L'hypothèse reste toutefois très contestée et, à ce jour, aucun site en Béringie orientale n'a encore apporté la preuve indéniable d'une présence humaine avant ou pendant cet épisode glaciaire (Dixon 1999; Goebel et al. 2008; Hamilton et Buchanan 2010; Hoffecker et Elias 2007; Hoffecker et al. 2016; Yesner 2001). Néanmoins, la découverte de sites archéologiques dans l'arctique sibérien (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004; Pitulko et al. 2016), ainsi que les récentes données paléo-environnementales évoquant la présence de bois en Béringie centrale durant le DMG, signalent que ni l'adaptation technologique ni la rareté des arbres n'auraient freiné les dispersions humaines (Hoffecker et al. 2016). En outre, les nombreux ossements de cheval et de mammoth récoltés dans les Grottes du Poisson-Bleu laissent supposer que les humains préhistoriques aient chassé la mégafaune au cours du DMG (Burke et Cinq-Mars 1998; Cinq-Mars 1979, 1990; Morlan et Cinq-Mars 1982). La « *Beringian standstill hypothesis* » ne peut donc être définitivement rejetée et pourrait en fait trouver un soutien archéologique avec le site des Grottes du Poisson-Bleu.

En l'état de ces connaissances, nous pouvons maintenant nous pencher sur l'étude du site des Grottes du Poisson-Bleu afin d'acquérir un nouveau regard sur la dispersion des populations humaines en Amérique, ainsi que sur les schémas de mobilité et de subsistance des premiers chasseurs-cueilleurs en Béringie orientale.

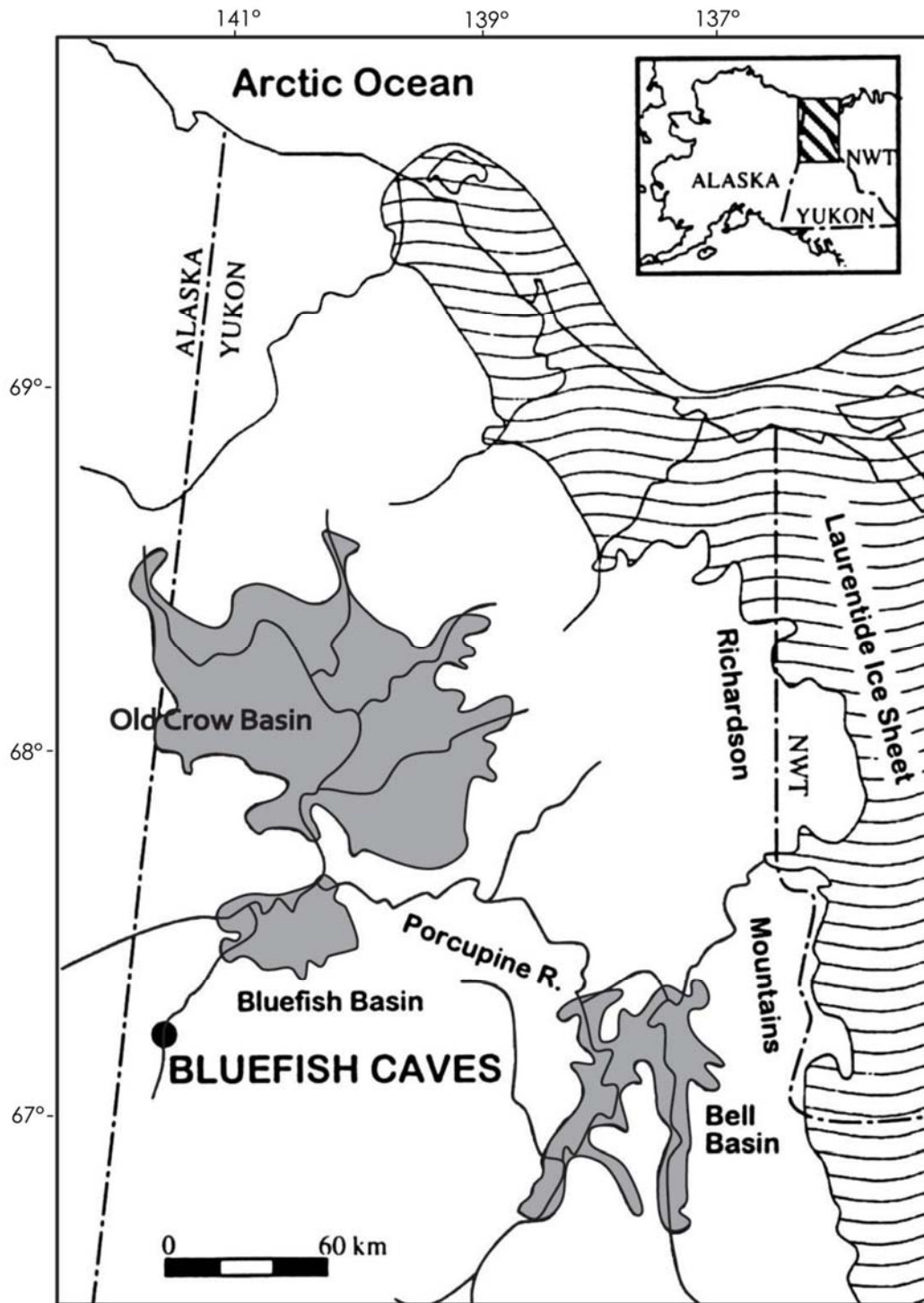
### 3. LE SITE DES GROTTES DU POISSON-BLEU

A travers ce chapitre, nous passons en revue l'intégralité des publications qui relatent du site des Grottes du Poisson-Bleu afin d'en faire ressortir les informations nécessaires à son étude. Le contexte géomorphologique et l'historique des fouilles seront tout d'abord évoqués. Il s'ensuivra une remise en contexte chrono-stratigraphique et paléo-environnementale qui met en relation les niveaux stratigraphiques avec les données sédimentologiques, palynologiques et paléontologiques, ainsi qu'avec des datations radiométriques. Enfin, nous reviendrons sur le matériel archéologique, lithique et faunique, tel qu'interprété par les principaux auteurs. Le chapitre se clôturera sur une discussion de l'implication de ces interprétations dans le schéma des premiers peuplements de l'Amérique, des problématiques qu'elles soulèvent et de l'intérêt d'une étude archéozoologique et taphonomique du matériel osseux afin d'éclaircir le mystère qui pèse sur ce site depuis plusieurs décennies.

#### 3.1. Contexte géographique, géomorphologique et historique

##### 3.1.1. Localisation géographique du site

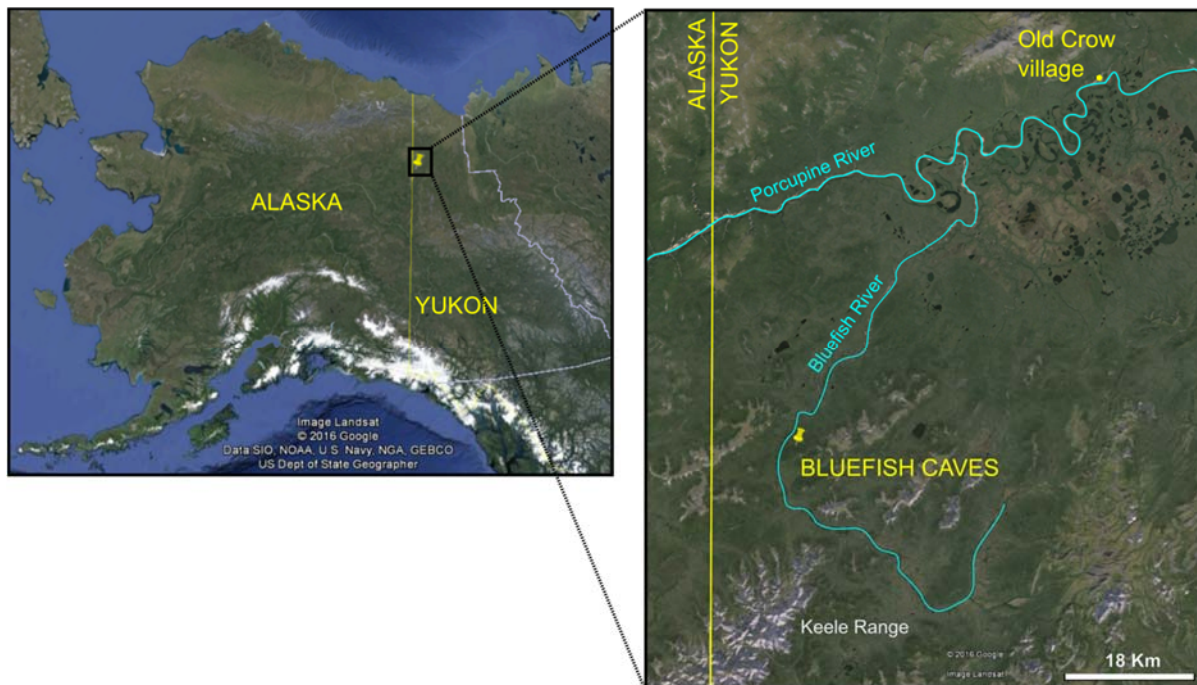
Le site des Grottes du Poisson-Bleu se situe dans le nord du Territoire du Yukon, au-delà du cercle arctique, près de la frontière avec l'Alaska. Au cours du Quaternaire, cette région ne fut jamais recouverte par la glace en raison (1) de l'aridité du climat causée par l'immersion de l'isthme béringien (cf. chapitre 1.2, p. 2) et (2) des Monts Richardson à l'est limitant l'avancée du glacier Laurentidien. Durant la dernière glaciation du Wisconsin, trois bassins lacustres majeurs situés sur ces terres nordiques – Old Crow, Bell et Bluefish – furent ennoyés par les eaux des lacs glaciaires et par le blocage du réseau fluvial (notamment des rivières Peel et Porcupine) suite aux avancées du glacier Laurentidien (Figure 17) (Morlan 1980; Morlan et Cinq-Mars 1982). Le bassin Bluefish formait alors un estuaire long et étroit qui s'étendait vers le sud-ouest, là où allait devenir la rivière Bluefish. Les Grottes du Poisson-Bleu (Borden MgVo-1, 2, 3 ; coordonnées géographiques 67°09' N, 140°45' O), communément appelées « *Bluefish Caves* » en anglais, sont situées au bout de cet apex estuarien, sur la rive droite de la rivière Bluefish dont elles tiennent leur nom.



**Figure 17 : Représentation schématique du Yukon septentrional au cours du Dernier Maximum Glaciaire.**

La carte illustre l'extension maximale du glacier Laurentidien durant le Dernier Maximum Glaciaire (zone hachurée) et l'étendue des anciens bassins pro-glaciaires (zones sombres). Image : Musée Canadien de l'Histoire.

Les collines calcaires qui affectent le paysage du nord du Yukon sont d'âge Dévonien et n'offrent que des superficies rocheuses généralement réduites, éparpillées au sein de massifs et de hauts plateaux (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Lauriol 1985). Les Grottes du Poisson-Bleu se situent à quelques 600 m d'altitude sur une de ces crêtes calcaires plus ou moins allongées, dominant la vallée au nord du chaînon Keele (Cinq-Mars et Lauriol 1985). Elles surplombent la vallée de la rivière Bluefish à 250 m d'élévation et se distancent d'une cinquantaine de kilomètres au sud-ouest du village d'Old Crow (Figure 18), appartenant à la communauté des Premières Nations Vuntut Gwichin établie dans le nord du Yukon.



**Figure 18 : Localisation du site des Grottes du Poisson-Bleu dans le nord du Territoire du Yukon, Canada.**  
Images : Google Earth.

La région est actuellement parsemée d'épinettes blanches (*Picea glauca*) et noires (*Picea Mariana*) (Figure 19). On retrouve également l'aulne (*Alnus incana*), le peuplier (*Populus balsamifera*) et quelques espèces de saules (*Salix*), notamment dans la plaine alluviale de la rivière Bluefish. De rares trembles (*Populus tremuloides*) sont aussi représentés dans la région des Grottes du Poisson-Bleu

(Ritchie et al. 1982; Zazula 2003; Zazula et al. 2006a). Au-delà de 750 m d'altitude, la forêt boréale s'interrompt et c'est un paysage de toundra qui domine (*op. cit.*).



**Figure 19 : Vue aérienne de l’affleurement calcaire des Grottes du Poisson-Bleu.**  
Photo : J. Cinq-Mars, Musée Canadien de l’Histoire.

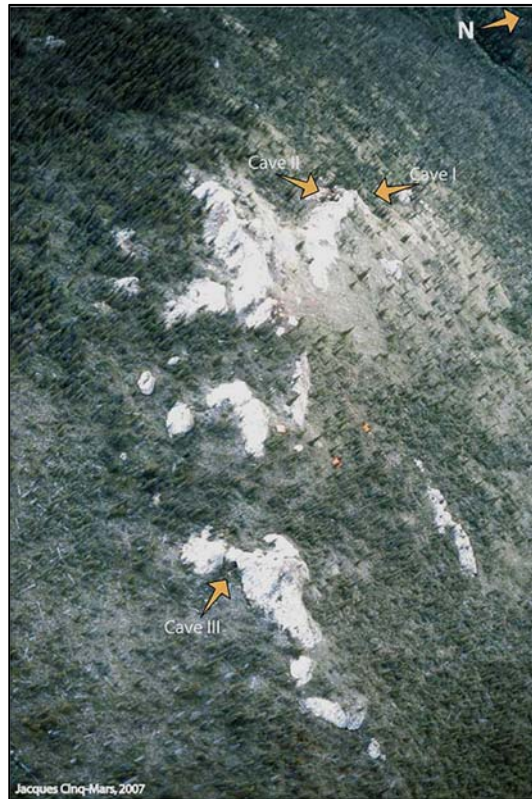
### 3.1.2. Historiques des découvertes

C’est en 1975 que le site fut découvert de façon fortuite lors d’une reconnaissance aérienne de la rivière Bluefish par une équipe de chercheurs de l’Université de Toronto, composée de J. Cinq-Mars, F. Fedele, W.R. Irving et R. Leblanc (Cinq-Mars 1979). Cette prospection par hélicoptère fut menée dans le cadre du *Northern Yukon Research Programme* (NYRP) créé la même année et dirigée par W.R. Irving et J. Cinq-Mars. Pendant près de cinq ans, les travaux interdisciplinaires liés à ce programme ont tenté de répondre aux questions relatives aux Premiers Peuplements des territoires béringiens en se concentrant notamment sur le bassin d’Old Crow et le site des Grottes du Poisson-Bleu. En même temps, un autre programme de recherche centré sur l’histoire du Yukon et de ses écosystèmes durant la période glaciaire – le *Yukon Refugium Project* – fut créé par R. Morlan (Morlan 1980). Ces deux grands projets interdisciplinaires ont largement contribué à l’enrichissement de nos



connaissances sur l'histoire du Yukon et son rôle de refuge dans les premières dispersions humaines en Béringie orientale.

En 1975, le site des Grottes du Poisson-Bleu exhibe alors une série de petites cavités (Grottes I et II) et d'abris sous-roches plus réduits (incluant la Grotte III) (Figure 20), dont le remplissage sédimentaire présente des fragments osseux avec un certain degré de coloration qui souligne leur ancienneté dans le sédiment (Cinq-Mars 1979). Les premiers sondages n'ont lieu que deux ans plus tard, au cours de l'été 1977 (Cinq-Mars 1979). Un matériel faunique important et bien préservé est mis au jour au sein du dépôt de la Grotte I, dans un sédiment inorganique situé sous la couche d'humus moderne. C'est alors que la séquence dépositionnelle, combinée aux premières analyses paléontologiques, permet de relever rapidement l'importance du site. L'identification de certains ossements au genre *Equus* confirme l'âge Pléistocène des niveaux inférieurs. Inscrit au sein du NYRP, le *Bluefish Caves Project* est alors créé dans le but d'opérer des fouilles contrôlées et de répondre aux questions relatives à la chronologie du dépôt et à la présence éventuelle de témoins anthropiques dans les niveaux stratigraphiques (Cinq-Mars 1979). Le site des Grottes du Poisson-Bleu était, et reste encore à ce jour, le seul site au nord du Yukon présentant une collection faunique *in situ*, riche et bien préservée, dans un dépôt sédimentaire primaire relativement peu perturbé (Cinq-Mars 1979).



**Figure 20 : Localisation et orientation des trois cavités.**  
Illustration d'après Harington et Cinq-Mars (2008), © Government of Yukon 2016.

### 3.1.3. Géomorphologie des cavités

Les Grottes du Poisson-Bleu font parties d'un ancien réseau karstique qui se serait formé non pas par l'activité de processus de gélifraction (Cinq-Mars 1979), mais plutôt par dissolution et érosion des versants (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Lauriol 1985; Roberge et al. 1986). Les trois cavités présentent un volume variable compris entre 10 et 30 m<sup>3</sup> (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999).

La plus grande cavité est la Grotte I avec des dimensions atteignant 3,5 m de haut à l'entrée et se réduisant jusqu'à 1,75 m, avec une largeur maximale d'environ 3 m et une profondeur maximale d'environ 4 m (Cinq-Mars 1979). La cavité est ouverte sur le nord. Elle est semi-circulaire et allongée, connectée à un espace plus petit dont le plafond s'est effondré. Les murs et le plafond de la Grotte I exhibent une texture rugueuse et déchiquetée qui résulterait de phénomènes de gélifraction (Figure

21). La présence de petits fragments rocheux calcaires sur le sol de la grotte ainsi que l'effondrement récent du plafond de la salle adjacente laissent penser que ces processus géologiques périglaciaires sont toujours actifs (Cinq-Mars 1979).



**Figure 21 : La Grotte I avant le début des fouilles.**

Photos : R. Gotthardt et J. Cinq-Mars, Musée Canadien de l'Histoire.

La Grotte II est située juste à l'arrière de la première cavité (Figure 22), environ 5 m plus haut, et est orientée vers le sud-ouest (Cinq-Mars 1979). Ses dimensions sont plus réduites avec une profondeur de 3 m, une largeur d'environ 4 m et une hauteur d'approximativement 0,5 m en son centre. La cavité apparaît presque entièrement comblée et sujette aux mêmes processus périglaciaires qu'observés dans la Grotte I (Cinq-Mars 1979).



**Figure 22 : Vue aérienne des Grottes I et II.**

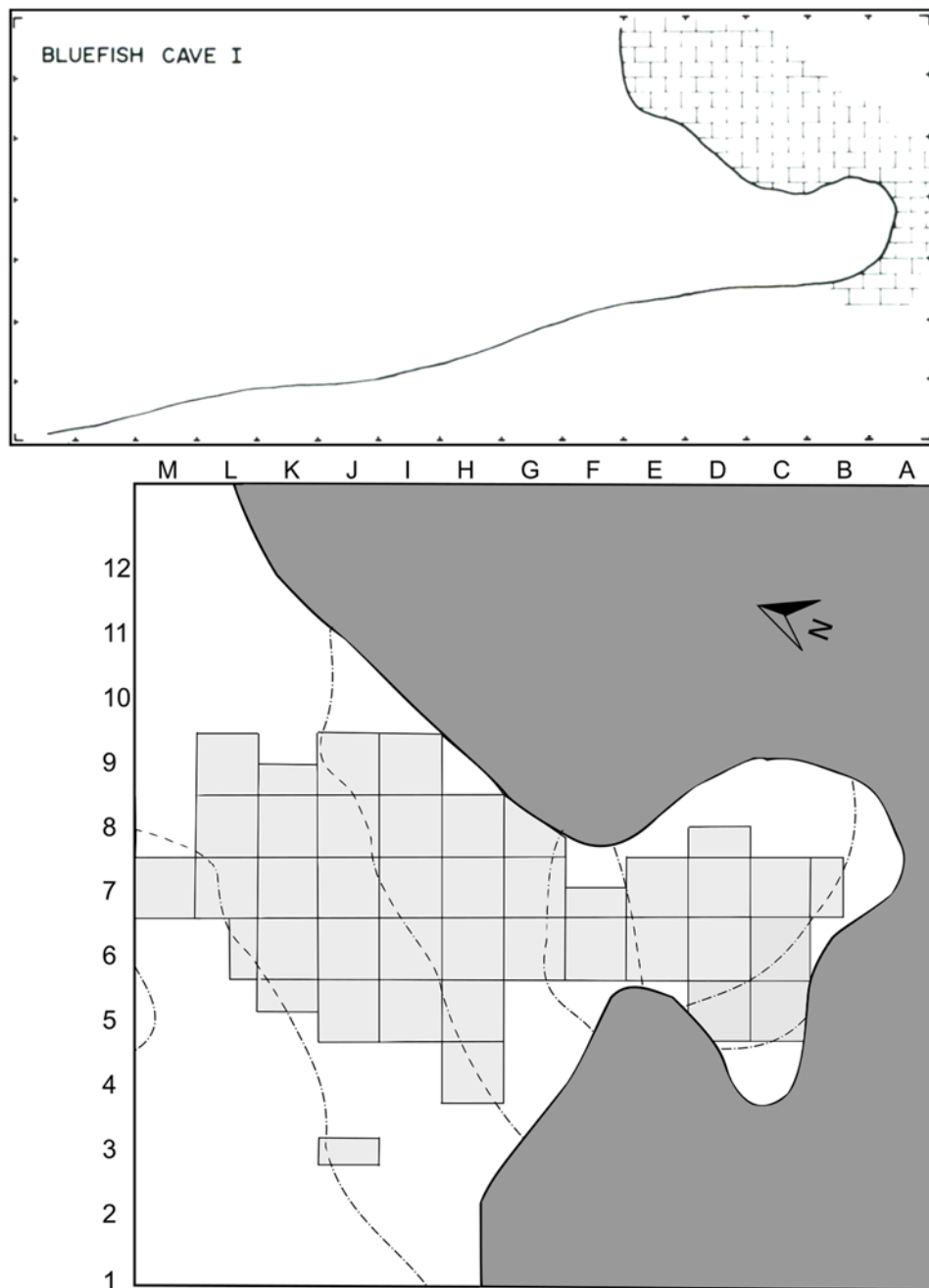
Photo : R. Gotthardt.

La Grotte III, quant à elle, se tient à l'écart des deux premières cavités (plusieurs dizaines de mètres) et est beaucoup plus comprimée : elle n'atteint pas plus de 0,75 m de profondeur. L'épaisseur du sédiment y est beaucoup plus mince mais le remplissage pourrait avoir débuté plus tôt, d'après les datations radiocarbone (voir plus bas).

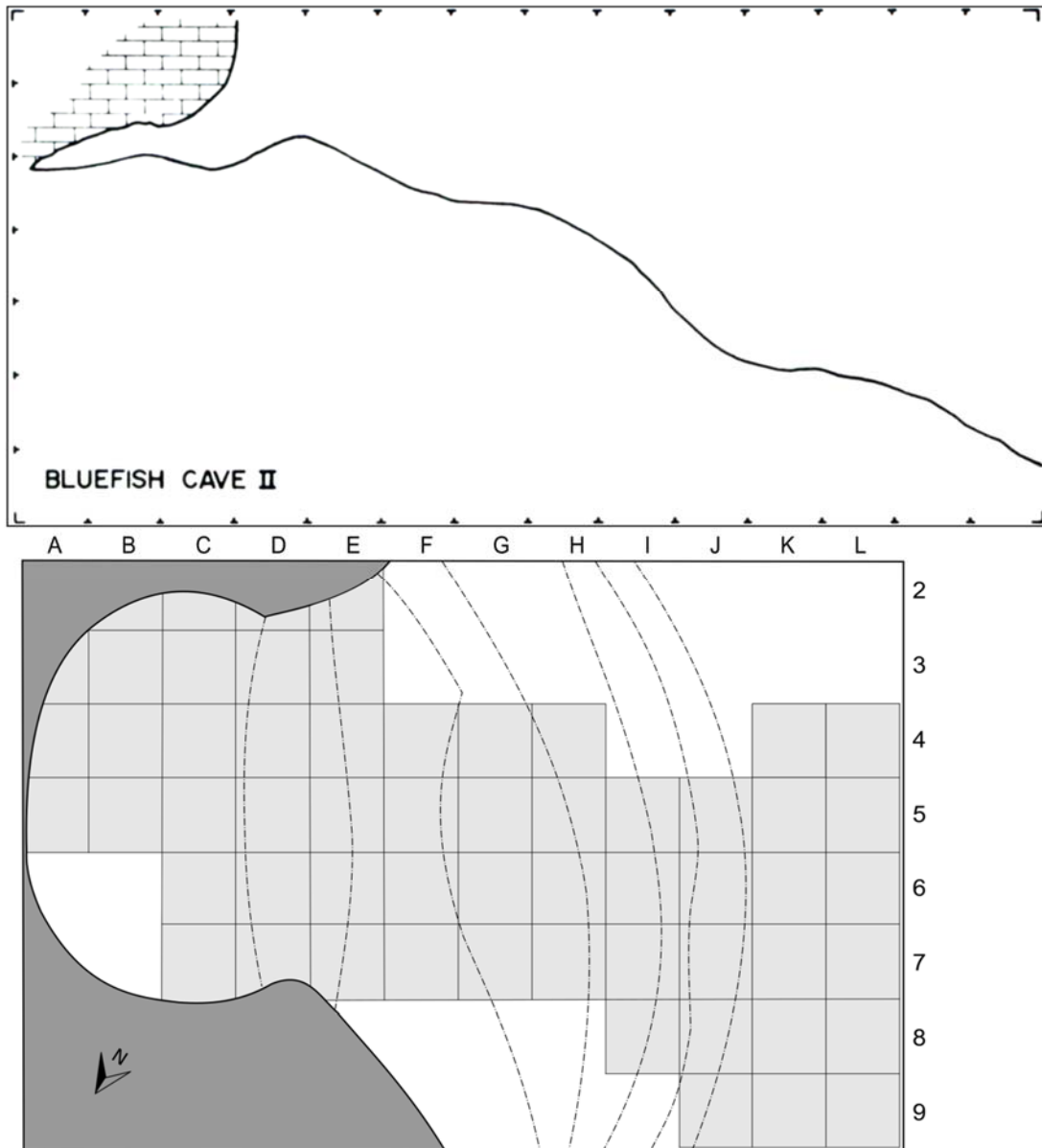
#### 3.1.4. Méthodes de fouille et enregistrement des données

Les trois grottes furent fouillées de façon intermittente entre 1977 et 1987 par J. Cinq-Mars et avec l'aide de nombreux chercheurs, étudiants et Premières Nations Vuntut Gwitchin (Cinq-Mars 1979). Encadrés dans un système de coordonnées à trois dimensions, les décapages furent effectués autant que possible en suivant les couches stratigraphiques. Toutefois, la méthode dut rapidement être modifiée pour un décapage arbitraire de 5 cm en raison de la difficulté à différencier les différents niveaux de loess (*cf.* chapitre 3.2.1, p. 74) (Cinq-Mars 1979). Chaque surface excavée fut soumise à une étape de tamisage à sec à l'aide d'un tamis de maille 1/8" (3 mm). La superficie totale des fouilles s'étend sur environ 40 m<sup>2</sup> pour la Grotte I (Figure 23) et 58 m<sup>2</sup> pour la Grotte II (Figure 24). Le volume total fouillé n'est quant à lui que difficilement estimable en raison de l'épaisseur variable des dépôts dans chaque cavité. Le matériel sédimentaire, lithique et faunique, est entreposé au Musée Canadien

de l'Histoire (MCH), à Gatineau (QC, Canada). Des cartes, profils, photos et notes de terrain relevés durant les fouilles sont disponibles dans les archives du musée.



**Figure 23 : Coupe de la Grotte I et plan des aires de fouilles, de 1977 à 1985.**  
Carrés de fouille = 1 m<sup>2</sup>. Figure reproduite d'après Cinq-Mars (1979) et adaptée d'après une compilation des numéros de spécimens et des archives du Musée Canadien de l'Histoire.

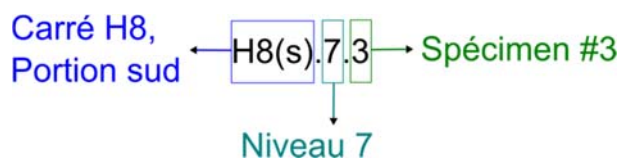


**Figure 24 : Coupe de la Grotte II et plan des aires de fouilles, de 1979 à 1987.**

Carrés de fouille = 1 m<sup>2</sup>. Figure reproduite d'après Cinq-Mars (1979) et adaptée d'après une compilation des numéros de spécimens et des archives du Musée Canadien de l'Histoire.

La Grotte I (MgVo-1) fait l'objet des premiers sondages en 1977 et sera fouillée durant les étés 1978, 1979, 1983 et 1985 ; la Grotte II (MgVo-2) sera fouillée tous les 2 ans, entre 1979 et 1987 (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars). Chaque vestige récolté à la fouille est individualisé par un numéro de spécimen selon un codage précis composé de chiffres et de lettres. La première partie représente le carré de fouille et la portion selon les points cardinaux. La deuxième partie indique le

niveau ; celui-ci est alphanumérique et significatif entre 1977 et 1981 mais est devenu numérique et arbitraire à partir de 1983 (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B11F7). La dernière partie du code indique le numéro de spécimen relatif à chaque carré et niveau.



Toutefois, la lecture de ce code ne permet pas toujours de distinguer le matériel faunique des différents niveaux identifiés par les auteurs (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982) : le numéro indicatif du niveau correspond parfois à un niveau de décapage (de 5 cm) qu'il n'a pas toujours été possible de faire correspondre avec une couche stratigraphique (cf. chapitre 3.2.1, p. 74).

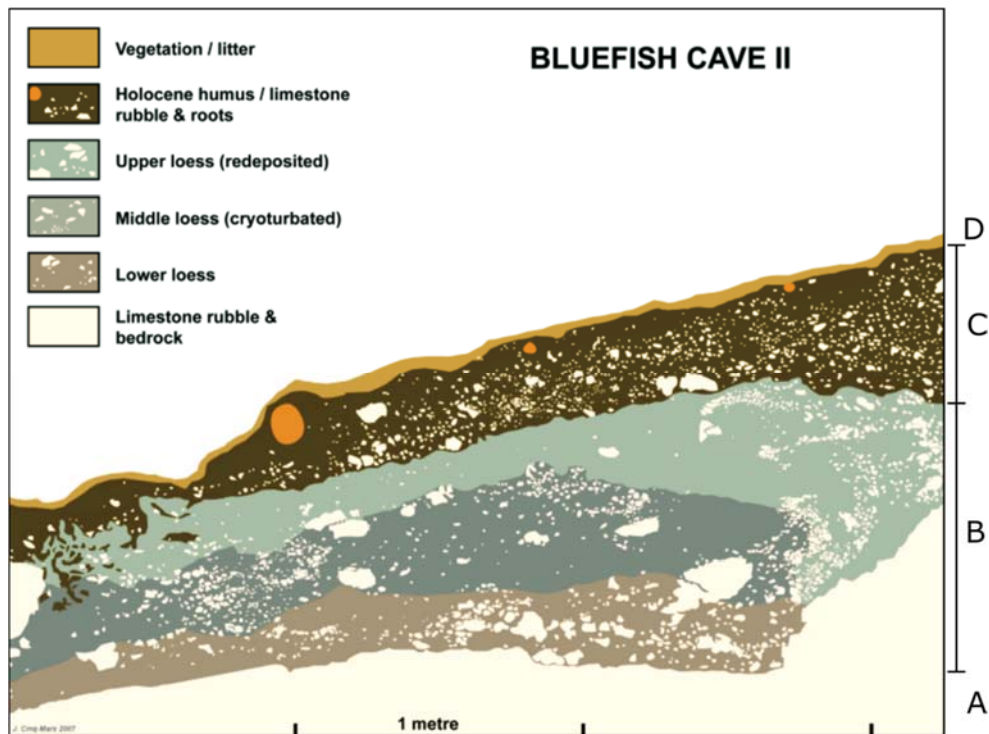
## 3.2. Contexte chrono-stratigraphique et paléo-environnemental

### 3.2.1. Stratigraphie du site

En 1979, les résultats préliminaires issus des sondages menés à l'intérieur de la Grotte I décrivaient sept unités stratigraphiques numériques (Cinq-Mars 1979). Toutefois, au fil des excavations effectuées à l'intérieur et à l'entrée des trois cavités, la lecture stratigraphique s'avéra plus complexe en raison de phénomènes périglaciaires affectant les couches, tels que la cryoturbation et la solifluxion (Cinq-Mars 1990). Dans les années qui suivirent, quatre unités stratigraphiques furent identifiées et alphabétisées (Figure 25) (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982). La profondeur du remplissage varie d'une trentaine de centimètres à environ 2 mètres (Harington et Cinq-Mars 2008) :

- L'unité D correspond à l'humus moderne (anciennement appelé unité 1) illustré par une végétation herbacée et arbustive à l'extérieur des grottes et par un couvert discontinu de fougères, mousses et lichens à l'intérieur.

- L'unité C caractérise l'humus à cailloutis holocène (*Holocene humus*, anciennement unités 2-3) qui atteint parfois plus d'un mètre d'épaisseur à l'extérieur des grottes mais s'amenuise nettement à l'intérieur pour ne constituer plus qu'un enrichissement organique à la surface du loess.
- L'unité B désigne le loess pléistocène (*upper, middle et lower loess*, anciennement unités 4-7) pouvant atteindre plus d'un mètre d'épaisseur et qui présente, en quantités variables, des éléments cryoclastiques provenant des parois et du plafond des cavités, ainsi que des surplombs rocheux.
- L'unité A représente le substrat rocheux calcaire, parsemé de fragments cryoclastiques et de plages résiduelles de sédiments très altérés.



**Figure 25 : Coupe stratigraphique en aval de la Grotte II.**

Les quatre unités (A, B, C, D) y sont représentées ; le loess (unité B) est divisible en trois faciès. Schéma d'après Harington et Cinq-Mars (2008), © Government of Yukon 2016.



C'est l'unité B qui nous intéresse plus particulièrement en raison de la richesse du matériel osseux qui y a été récolté et de la présence d'un outillage lithique. Cette unité, bien que d'apparence relativement homogène, semble se diviser en trois faciès selon les résultats des analyses granulométriques et sédimentologiques (Figure 25) (Cinq-Mars 1990; Harington et Cinq-Mars 2008). La lecture stratigraphique, toutefois, a été rendue complexe de par la présence de phénomènes périglaciaires et ces trois sous-niveaux de loess (*upper, middle, lower*) ne sont que peu décrits dans les publications (Cinq-Mars 1979, 1990). En conséquence, les trois faciès distingués au sein du loess ne peuvent être considérés séparément dans le cadre de la présente étude.

Par ailleurs, les auteurs ont aussi relevé la présence de concentrations de charbon ainsi que quelques restes osseux et des fragments rocheux de calcaire dolomitique présentant les caractéristiques d'une altération thermique. Prélevés dans les sédiments supérieurs cryoturbés de la Grotte I, ils pourraient représenter un épisode de feu de forêt Holocène (Cinq-Mars 1979, 1990).

### 3.2.2. Données sédimentologiques et granulométriques

Les études sédimentologiques et granulométriques nous permettent d'appréhender les conditions de transport et l'origine des composants sédimentaires. Les particules sédimentaires récoltées dans le dépôt loessique des Grottes du Poisson-Bleu ont fait l'objet d'analyses en laboratoires et ont révélé une double origine, autochtone et allochtone, des matériaux (Cinq-Mars 1979). Les éléments autochtones sont représentés par des fragments anguleux de calcaires dolomitiques plus ou moins larges et grossiers. Leur présence s'explique aisément par les conditions périglaciaires de la région et résulte essentiellement de processus géologiques tels que l'exfoliation, la gélifraction, la comminution et la dissolution (Cinq-Mars 1979). Les éléments allochtones constituent la majeure partie du dépôt pléistocène et forment la fraction fine composée d'un limon qui ne provient pas du paysage calcaire environnant ; son origine se situerait plus au nord, dans les sédiments mis à nu des bassins lacustres Bluefish et Old Crow, alors soumis à une forte déflation éolienne (C. Tarnocai, comm. pers. à J. Cinq-Mars, 1979, 1990).

Une étude plus récente a pu confirmer les différences observées dans la granulométrie au sein du dépôt loessique des trois cavités (Cabana 1998). Les particules de limon (< 63  $\mu\text{m}$ , 90 % de l'échantillon) et de sable fin (> 63  $\mu\text{m}$ , 10 % de l'échantillon) semblent effectivement montrer des

variations de taille des grains au sein du dépôt, notamment au niveau de la transition estimée à 13 500 <sup>14</sup>C BP, où s'observe également un passage d'une végétation herbacée à une zone à bouleau (cf. chapitre 3.2.3, p. 77) : ce changement de végétation et de taille des particules sédimentaires coïncide avec une période durant laquelle le climat est plus chaud et plus humide et les vents moins violents. Le transport éolien s'achève finalement avec l'arrivée de l'interglaciaire et le développement d'un couvert végétal moderne. Le contenu minéralogique révèle quant à lui des grains anguleux de feldspath et de quartz, quelques minéraux ferromagnésiens et des grains de carbonate (J. Westgate, comm. pers. à J. Cinq-Mars, 1979). Ces grains, de forme sub-anguleuse à sub-arrondie, présentent des marques de percussion, des cupules ou encore des cassures conchoïdales qui soulignent l'intensité de l'activité éolienne (Cabana 1998).

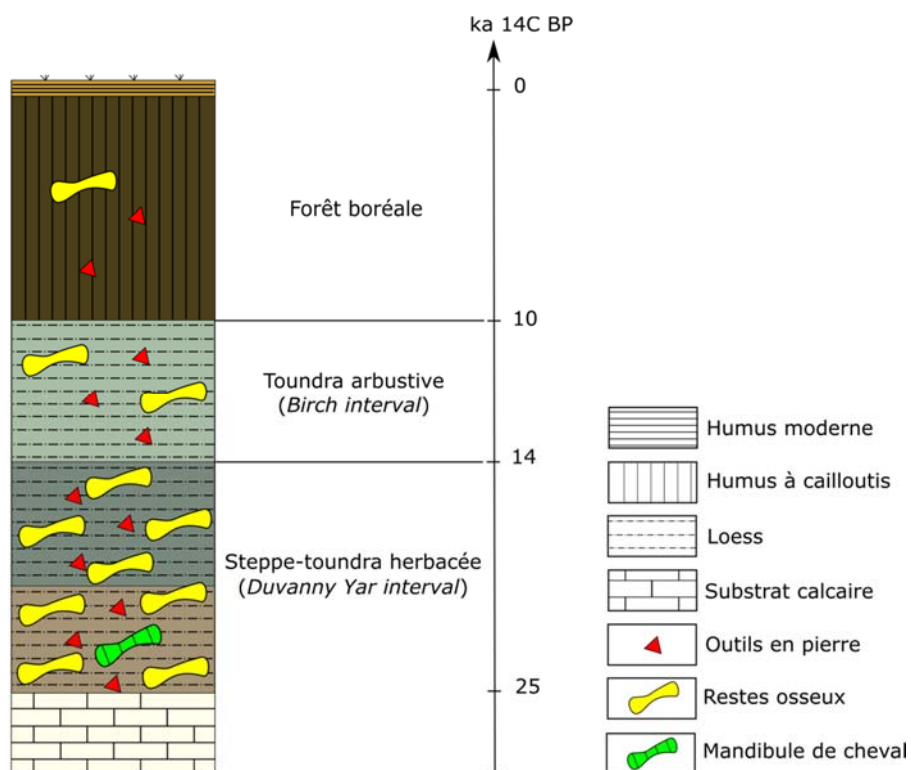
### 3.2.3. Données palynologiques

Les données polliniques provenant des sédiments holocènes et pléistocènes de l'intérieur de la Grotte I et de l'extérieur de la Grotte II ont permis les reconstructions paléo-environnementales suivantes (Cinq-Mars 1979; Ritchie et al. 1982) :

- L'humus à cailloutis holocène (unité C) présente des espèces végétales proches de la forêt boréale telle que nous la connaissons aujourd'hui, avec une augmentation des pourcentages d'épinette (*Picea*) et de l'aulne (*Aulne*), et une diminution des taxons herbacés.
- La partie supérieure du lœss pléistocène (unité B) montre une augmentation brusque du bouleau (*Betula*) dans le spectre pollinique, indiquant une amélioration climatique qui s'opère à la fin du Pléistocène (à partir de 14-13 500 <sup>14</sup>C BP)
- La partie inférieure du lœss pléistocène (unité B) est dominée par des espèces herbacées de type gramoïdes (*Graminae*, *Cyperaceae*, *Artemisia* et *Tubuliflorae*) à caractères xérothermiques.

Ces données s'accordent avec l'analyse des pollens et des macrofossiles de plantes et d'insectes collectés dans les alluvions de l'affleurement *Bluefish Exposure*, daté du DMG, entre ca. 16 440 et 18 880 <sup>14</sup>C BP (Zazula 2003; Zazula et al. 2006a). Cette étude reflète en effet une mosaïque d'écosystèmes proches de la steppe-toundra, dont la composition locale et la distribution des taxons

dépendent de nombreux facteurs (cf. chapitre 2.2, p. 29). En outre, la présence d'aiguilles d'épinette (*Picea*) dans le sédiment loessique des Grottes du Poisson-Bleu avait déjà été mentionnée par Cinq-Mars (1979) et confirme l'existence locale d'arbres dans les vallées protégées de l'intérieur béringien pendant le stade glaciaire. Ces données sont également confirmées par d'autres études régionales (Zazula et al. 2006a; Zazula et al. 2006b). Le diagramme pollinique des Grottes du Poisson-Bleu (Figure 26) évoque ensuite un passage de la végétation herbacée (unité B, inférieure) à une toundra arbustive plus humide (unité B, supérieure), ce qui concorde avec les données issues de sites environnants tels les tourbières (e.g., site de Polybog) et les dépôts lacustres (e.g., Hanging Lake et Lateral Pond) (Cwynar 1982; Cwynar et Ritchie 1980; Ritchie et al. 1982; Ritchie et Cwynar 1982). Ce changement de paysage débute vers 14 000-13 500 <sup>14</sup>C BP, soit durant le « *Birch interval* » tel que défini par Hopkins et al. (1982). Finalement, l'invasion de la forêt boréale a lieu autour de 10 000 <sup>14</sup>C BP et marque le début de l'interglaciaire plus chaud et humide (Figure 26).



**Figure 26 : Représentation schématique de la stratigraphie incluant les données polliniques, paléontologiques et archéologiques.**

Les données paléontologiques et archéologiques sont discutées plus bas dans ce chapitre. La mandibule de cheval, examinée dans la présente étude, est abordée dans les chapitres 5 et 6.

#### 3.2.4. Données paléontologiques

Les Grottes du Poisson-Bleu ont fourni un assemblage faunique particulièrement abondant et taxonomiquement diversifié. L'excellente préservation du matériel, soumis à des conditions sédimentologiques et taphonomiques favorables (Cinq-Mars 1990), a permis d'identifier un bon nombre d'espèces du sous-embouchement des Vertébrés. La liste cumulative de cette faune répertoriée au sein des trois cavités est présentée par C.R. Harington et J. Cinq-Mars (2008) ; elle regroupe 4 espèces de poissons, 1 espèce d'amphibien, 23 espèces d'oiseaux et 35 espèces de mammifères terrestres (Tableau IV). Alors que B. Beebe fut le premier à proposer des déterminations taxonomiques, c'est surtout C.R. Harington qui se pencha sur l'identification de la plupart des mammifères (Harington et Cinq-Mars 2008). A. Burke porta une attention plus particulière aux équidés, relativement abondants dans les assemblages fauniques de ce site (Burke et Cinq-Mars 1996, 1998). P.M. Youngman établit la liste des carnivores (Youngman 1993) tandis que R. Morlan se concentra principalement sur les rongeurs (Morlan 1989). D. McCuaig-Balkwill se pencha quant à elle sur les restes d'oiseaux migrateurs présents dans les cavités (McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars 1998).

**Tableau IV : Liste faunique des espèces animales répertoriées sur le site des Grottes du Poisson-Bleu.**  
 Compilation d'après Harington et Cinq-Mars (2008), Youngman (1993), Morlan (1989) et McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (1998).

|                       | <b>Nom scientifique</b>   | <b>Nom commun</b>  |
|-----------------------|---|--|
| <b>MAMMIFERES</b>     |   |  |
| <b>Proboscidea</b>    | <i>Mammuthus primigenius</i>  | Mammouth laineux   |
| <b>Perissodactyla</b> | <i>Equus lambei</i>   | Cheval du Yukon  |
| <b>Artiodactyla</b>   | <i>Bison priscus</i><br><i>Ovibos moschatus</i><br><i>Ovis dalli</i><br><i>Saiga tatarica</i><br><i>Alces</i> sp.<br><i>Cervus elaphus</i><br><i>Rangifer tarandus</i>  | Bison des steppes<br>Bœuf musqué<br>Mouflon de Dall<br>Antilope saiga<br>Orignal<br>Wapiti<br>Caribou  |
| <b>Carnivora</b>      | <i>Ursus arctos</i><br><i>Panthera leo atrox</i><br><i>Felis concolor</i><br><i>Canis lupus</i><br><i>Vulpes vulpes</i><br><i>Alopex lagopus</i><br><i>Brachyprotoma obtusata</i><br><i>Martes americana</i><br><i>Mustela erminea</i><br><i>Mustela eversmanni</i><br><i>Mustela nivalis</i>                                     | Ours brun<br>Lion américain<br>Cougar<br>Loup<br>Renard roux<br>Renard arctique<br>Moufette à face courte<br>Martre d'Amérique<br>Hermine<br>Putois des steppes<br>Belette   |
| <b>Lagomorpha</b>     | <i>Lepus americanus</i><br><i>Lepus arcticus</i>  | Lièvre d'Amérique<br>Lièvre arctique   |
| <b>Rodentia</b>       | <i>Clethrionomys rutilus</i><br><i>Dicrostonyx torquatus</i><br><i>Lemmus sibiricus</i><br><i>Marmota</i> sp.<br><i>Microtus miurus</i><br><i>Microtus oeconomus</i><br><i>Microtus pennsylvanicus</i><br><i>Microtus xanthognathus</i><br><i>Ondatra zibethicus</i><br><i>Spermophilus parryii</i><br><i>Synaptomys borealis</i> | Campagnol roux boréal<br>Lemming arctique<br>Lemming des toundras<br>Marmotte<br>Campagnol chanteur<br>Campagnol nordique<br>Campagnol des champs<br>Campagnol de la taiga<br>Rat musqué<br>Spermophile arctique<br>Campagnol-lemming boréal |

|                   |  |                                   |
|-------------------|--|-----------------------------------|
| <b>POISSONS</b>   | <i>Thymallus arcticus</i>              | Ombre arctique                    |
|                   | <i>Catostomus</i> sp.                  | Meunier de salish                 |
|                   | cf. <i>Stenodus leucichthys</i>        | Inconnu                           |
|                   | <i>Esox lucius</i>                     | Brochet                           |
| <b>AMPHIBIENS</b> | <i>Rana</i> sp.                        | Grenouille                        |
| <b>OISEAUX</b>    | <i>Tetraonidae</i>                     | Lagopède                          |
|                   | <i>Chen caerulescens</i>               | Oie des neiges                    |
|                   | <i>Anas americana</i>                  | Canard d'Amérique                 |
|                   | <i>Histrionicus histrionicus</i>       | Arlequin plongeur                 |
|                   | <i>Buteo jamaicensis</i>               | Buse à queue rousse               |
|                   | <i>Pluvialis dominica/fulva</i>        | Pluvier bronzé                    |
|                   | cf. <i>Pluvialis squatarola</i>        | Pluvier argenté                   |
|                   | <i>Calidris</i> sp.                    | Bécasseau                         |
|                   | cf. <i>Numenius borealis</i>           | cf. Courlis esquimau              |
|                   | cf. <i>Tringa solitaria</i>            | cf. Cheval solitaire              |
|                   | <i>Nyctea scandiaca</i>                | Harfang des neiges                |
|                   | <i>Surnia ulula</i>                    | Chouette épervière                |
|                   | <i>Sayornis</i> cf. <i>S. saya</i>     | cf. Moucherolle à ventre roux     |
|                   | <i>Contopus</i> cf. <i>C. borealis</i> | cf. Moucherolle à côtés olive     |
|                   | <i>Hirundinidae</i>                    | Hirondelles                       |
|                   | <i>Corvus corax</i>                    | Grand corbeau                     |
|                   | <i>Parus</i> sp.                       | Mésange                           |
|                   | <i>Turdus migratorius</i>              | Merle d'Amérique                  |
|                   | <i>Catharus guttatus/minimus</i>       | Grive solitaire ou à joues grises |
|                   | <i>Bombycilla</i> sp.                  | Jaseur                            |
|                   | <i>Cardualis flammea/hornemanni</i>    | Sizerin flammé ou blanchâtre      |
|                   | <i>Spizella arborea/passerina</i>      | Bruant hudsonien ou familier      |
|                   | cf. <i>Melospiza lincolni</i>          | cf. Bruant de Lincoln             |
|                   | <i>Plectrophenax nivalis</i>           | Bruant des neiges                 |

Les vestiges fauniques des Grottes du Poisson-Bleu proviennent majoritairement du lœss des trois cavités et furent récoltés à travers tout le dépôt lœssique (unité B) (Figure 26) (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982). Par endroits toutefois, des amoncellements osseux émergent directement sur la roche-mère et sous le niveau supérieur de lœss (Figure 27 et Figure 28) (Cinq-Mars, comm. pers., 2010). L'humus holocène (unité C), en revanche, est nettement plus appauvri :

« ... le matériel osseux provenant de l'humus à cailloutis possède, quantitativement aussi bien que qualitativement, des traits caractéristiques d'une mégafaune régionale fortement appauvrie, signes indubitables d'extinctions massives et d'extirpations régionales aussi bien que continentales. En fait, nous n'y avons recueilli que quelques spécimens épars de caribou et de mouflon, représentants discrets d'une mégafaune holocène régionale qui comprend aussi l'orignal, l'ours et le loup. » (Cinq-Mars 1990:18)



**Figure 27 : Amoncellement osseux en face de la Grotte I, en bas de la pente.**

La concentration, trouvée directement sur la roche-mère, est recouverte d'un loess daté du Dernier Glaciaire (i.e, *Birch interval*) (Cinq-Mars, comm. pers., 2010). Photo : R. Gotthardt.

Les restes squelettiques de mammifères collectés dans le loess des trois grottes illustrent parfaitement la faune de la Steppe à Mammouth telle que décrite par Guthrie (1990) : les trois grandes espèces de la mégafaune – le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*), le bison des steppes (*Bison priscus*) et le cheval du Yukon (*Equus lambei*) – y sont représentés, parmi une faune d'ongulés qui comprend également le bœuf musqué (*Ovibos moschatus*), l'orignal (*Alces sp.*), le wapiti (*Cervus elaphus*), le caribou (*Rangifer tarandus*), le mouflon de Dall (*Ovis dalli*) et l'antilope saïga (*Saiga tatarica*). La faune de carnivores se compose quant à elle du lion américain (*Panthera leo atrox*), de l'ours brun (*Ursus arctos*), du loup (*Canis lupus*), du renard roux (*Vulpes vulpes*) et du renard polaire (*Alopex lagopus*) (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington 2011; Harington et Cinq-Mars 2008). Le cougar (*Felis concolor*) fut également identifié par P.M. Youngman

(1993) à partir d'une phalange collectée dans le loëss de la Grotte III. En outre, la découverte de restes d'antilope saïga appuie l'hypothèse d'un environnement steppique plutôt froid et sec, tapissé d'une faible couverture de neige : un fragment crânien avec cheville osseuse, collecté dans le loëss de la Grotte III, a été daté à  $13\,390 \pm 180$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDL-279). L'antilope saïga aurait donc persistée en Béringie orientale jusqu'à la fin du Wisconsin pour disparaître ensuite lors de l'amélioration climatique du Dernier Glaciaire (i.e., *Birch interval*, 10-13 500  $^{14}\text{C}$  BP) (Harington et Cinq-Mars 1995).



**Figure 28 : Amoncellements osseux à la surface de la roche-mère.**

Ce « *bone bed* », présent dans les Grottes I (à gauche), II (non illustré) et III (à droite), est concentré dans les niveaux inférieurs du loëss, au contact de la roche-mère, et sous un niveau de loëss daté du Dernier Glaciaire (i.e., *Birch interval*) (Cinq-Mars, comm. pers., 2010). Ici, on peut y voir des restes squelettiques de mammifères, dont des bois de cervidés, des mandibules de cheval et des os coxaux de grands ongulés. Photos : (gauche) R. Gotthardt et (droite) J. Cinq-Mars, Musée Canadien de l'Histoire.

En ce qui concerne les plus petits mammifères, des restes de rongeurs microtinés ont été identifiés dans le dépôt sédimentaire et pourraient provenir des pelotes de rejection de rapaces, d'excréments



de carnivores ou de mortalités *in situ* (Morlan 1983, 1989). De par les exigences écologiques particulières de cette microfaune, l'analyse des restes squelettiques a permis des reconstructions paléo-environnementales dont les résultats coïncident avec ceux des données polliniques précédemment évoqués : l'assemblage osseux montre ainsi un changement de la composition taxonomique des microtinés entre les niveaux holocène et pléistocène, mais également au sein du dépôt loessique, entre la zone de toundra herbacée et la zone de toundra arbustive à bouleau (Morlan 1989). Cette étude permet également de discerner des micro-habitats sur le site : la Grotte II, faisant face au sud, contient des espèces plus xériques que la Grotte I, orientée vers le nord.

D'autre part, l'étude préliminaire portée sur les oiseaux migrateurs a décelé une plus grande diversité d'espèces dans les Grottes II et III (NRD = 28 et 35, respectivement), malgré une plus grande quantité de restes aviaires dans la Grotte I (NRD = 783) (McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars 1998). Les oiseaux de rivage semblent plus abondants durant le Pléistocène que durant l'Holocène. La présence de restes d'oiseaux migrateurs immatures (hirondelles et oiseaux de rivage) indique que ces espèces venaient se reproduire dans la région des Grottes du Poisson-Bleu. Le succès de reproduction, couplé à la diversité taxonomique des oiseaux inventoriés au sein du dépôt loessique des trois cavités, suggère un environnement particulièrement productif durant les temps glaciaires (McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars 1998).

Cinq-Mars (1979) dénote aussi la présence d'insectes et de gastéropodes dans les sédiments des Grottes du Poisson-Bleu, tout en soulignant la perte non négligeable de ce type de données : les spécimens ont notamment été rendus fragiles par un blanchissement en surface et des méthodes de tamisage à sec. Si certains spécimens ont toutefois pu être conservés, à ce jour aucune étude n'a jamais été faite sur ce matériel malacologique et seul un examen préliminaire a été effectué par J.V. Matthews sur le matériel entomologique (Cinq-Mars 1979). La malacologie constitue néanmoins un bon proxy pour renforcer les reconstructions paléo-environnementales car les coquilles de mollusques sont sensibles au froid, à l'humidité et l'insolation, ainsi qu'à la nature et l'extension de la couverture végétale (Lauriol et al. 2002). Il est à noter également que le calcium contenu dans les coquilles de gastéropodes est un composant essentiel à la formation des œufs d'oiseaux. Les communautés de mollusques, particulièrement nombreuses et diversifiées dans les dépôts éoliens au nord du Yukon, ont donc certainement constitué une ressource attractive aux oiseaux migrateurs (Lauriol et al. 2002).

### 3.2.5. Datations radiocarbone

Des datations radiocarbone (conventionnelles et AMS) obtenues à partir du collagène de l'os ont été effectuées sur plusieurs spécimens provenant des trois cavités entre les années 1970 et 2000 (Tableau V) (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B8F37). Ces datations ont permis d'estimer l'âge relatif des dépôts sédimentaires et les dates de la présence humaine dans les Grottes du Poisson-Bleu. Elles sont disponibles en ligne sur le site des « Datations par le Radiocarbone en Archéologie Canadienne » (CARD, [www.canadianarchaeology.ca](http://www.canadianarchaeology.ca)) (Martindale et al. 2016). Les dates obtenues semblent concorder avec les profils polliniques et les données paléontologiques (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982; Ritchie et al. 1982). La majorité des dates indiquent que le lœss s'est déposé entre 10 000 et 25 000 <sup>14</sup>C BP dans les Grottes du Poisson-Bleu (Figure 26). Seulement deux datations sortent du rang et annoncent un début d'activité éolienne sur le site durant le stade isotopique 3 : un spécimen de bison des steppes (*Bison priscus*) a été daté à 31 730 ± 230 <sup>14</sup>C BP (CAMS-23469) dans la Grotte II et un spécimen de furet des steppes (*Mustela eversmanni*) a été daté à 33 550 ± 350 <sup>14</sup>C BP (TO-1196) dans la Grotte III. Toutefois, l'occupation humaine aurait eu lieu entre 10 000 et 25 000 <sup>14</sup>C BP selon les principaux auteurs (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008). En effet, les publications font mention de plusieurs spécimens osseux supposés avoir été modifiés par les humains : le plus ancien est un tibia de caribou provenant de la Grotte II et daté à 24 820 ± 115 <sup>14</sup>C BP (RIDDLE-226) (cf. chapitre 3.3.2, p. 90).

**Tableau V : Datations radiocarbone obtenues à partir du collagène de l'os sur le site des Grottes du Poisson-Bleu.**

Datations par le Radiocarbone en Archéologie Canadienne (CARD, [www.canadianarchaeology.ca](http://www.canadianarchaeology.ca)).

\*Méthodes de datations conventionnelles.

| Code   | Lab. No.    | Dates <sup>14</sup> C BP | Matériel daté                         | Sources                       |
|--------|-------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| MgVo-1 | CAMS-23468  | 12 830 ± 60              | <i>Rangifer tarandus</i>              | CARD                          |
| MgVo-1 | CAMS-23472  | 11 570 ± 60              | <i>Alces</i> sp.                      | CARD                          |
| MgVo-1 | CAMS-23473  | 13 580 ± 80              | <i>Ovis</i> sp.                       | CARD                          |
| MgVo-1 | CRNL-1220   | 12 845 ± 250             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | CARD                          |
| MgVo-1 | GSC-2881*   | 12 900 ± 100             | <i>Equus lambei</i>                   | Cinq-Mars 1979                |
| MgVo-1 | RIDDL-277   | 12 210 ± 210             | <i>Rangifer tarandus</i>              | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-1 | RIDDL-278   | 17 440 ± 220             | <i>Equus lambei</i>                   | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-1 | RIDDL-559   | 13 940 ± 160             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-2 | Beta-126870 | 7780 ± 60                | <i>Chen caerulescens</i>              | CARD                          |
| MgVo-2 | Beta-140679 | 21 100 ± 150             | <i>R. tarandus</i> ou <i>O. dalli</i> | CARD                          |
| MgVo-2 | CAMS-23469  | 31 730 ± 230             | <i>Bison priscus</i>                  | CARD                          |
| MgVo-2 | CAMS-23470  | 22 740 ± 90              | <i>Mammuthus</i> sp.                  | CARD                          |
| MgVo-2 | CRNL-1221   | 17 880 ± 330             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | CARD                          |
| MgVo-2 | CRNL-1237   | 22 760 ± 530             | <i>Equus lambei</i>                   | Burke et Cinq-Mars 1996, 1998 |
| MgVo-2 | GSC-3053*   | 15 540 ± 130             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Morlan et Cinq-Mars 1982      |
| MgVo-2 | RIDDL-223   | 20 230 ± 180             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-2 | RIDDL-224   | 23 910 ± 200             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-2 | RIDDL-225   | 23 200 ± 250             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-2 | RIDDL-226   | 24 820 ± 115             | <i>Rangifer tarandus</i>              | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-2 | RIDDL-330   | 19 640 ± 170             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-2 | RIDDL-561   | 10 230 ± 140             | <i>Bison</i> sp.                      | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-3 | Beta-129151 | 13 350 ± 100             | <i>Nyctea scandiaca</i>               | CARD                          |
| MgVo-3 | CAMS-23467  | 10 820 ± 60              | <i>Cervus elaphus</i>                 | CARD                          |
| MgVo-3 | CAMS-23471  | 23 710 ± 100             | <i>Bison priscus</i>                  | CARD                          |
| MgVo-3 | CRNL-1236   | 12 370 ± 440             | <i>Equus lambei</i>                   | Burke et Cinq-Mars 1996, 1998 |
| MgVo-3 | RIDDL-279   | 13 390 ± 180             | <i>Saiga tatarica</i>                 | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-3 | RIDDL-557   | 14 370 ± 130             | <i>Ovibos moschatus</i>               | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-3 | RIDDL-558   | 22 430 ± 260             | <i>Mammuthus</i> sp.                  | Cinq-Mars 1990                |
| MgVo-3 | TO-1196     | 33 550 ± 350             | <i>Mustela eversmanni</i>             | Youngman 1993                 |
| MgVo-3 | TO-1266     | 18 970 ± 1490            | <i>Felis concolor</i>                 | Youngman 1993                 |

L'absence de publication décrivant clairement les méthodes de traitements chimiques et d'analyses offertes par différents laboratoires de datation peut laisser planer le doute quant à la validité des dates radiométriques obtenues sur les sites archéologiques (Graf 2009). En ce qui concerne les Grottes du Poisson-Bleu, deux premières datations conventionnelles ont été obtenues vers les années 70-80's par le *Geological Survey of Canada* (GSC) (Cinq-Mars 1979; Morlan et Cinq-Mars 1982). Par la

suite, de nouvelles datations ont été effectuées dans les années 80's au spectromètre de masse par accélérateur (AMS) (Burke et Cinq-Mars 1996, 1998; Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Youngman 1993). Parmi les différents laboratoires nord-américains ayant effectués ces datations, deux d'entre eux ne sont aujourd'hui plus opérationnels : *Chalk River Nuclear Laboratories* (CRNL), *Atomic Energy of Canada Ltd.* en Ontario, et *Radiolotope Direct Detection Laboratory* (RIDDL), *Simon Fraser University* en Colombie-Britannique. De ce dernier proviennent de nombreuses datations effectuées par E. Nelson, mais néanmoins jamais publiées (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). D'autres dates radiocarbone proviennent du laboratoire *Beta Analytic* (Beta) en Floride, et du *Center for Accelerator Mass Spectrometry* (CAMS), *Lawrence Livermore National Laboratory* en Californie ; ces dates ont été rajoutées plus tard à la base de données en ligne et pourraient avoir été obtenues dans les années 2000.

De nos jours, les laboratoires effectuant des datations AMS appliquent de nouvelles méthodes plus performantes au-delà de la simple extraction de collagène, telle que l'ultrafiltration, pour des résultats plus précis (Brock et al. 2010; Higham et al. 2006; Ramsey et al. 2004a; Ramsey et al. 2004b). En raison de la multitude de dates obtenues dans le dépôt loessique des trois cavités, tombant toutes (sauf deux) dans les limites du stade isotopique 2, et en raison de la corrélation avec le matériel faunique et palynologique, il semble que les datations radiocarbone effectuées sur l'ensemble du matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu soient acceptables pour estimer l'âge approximatif du dépôt loessique entre 10 et 25 000 <sup>14</sup>C BP. Toutefois, pour une estimation plus précise de l'occupation humaine, de nouvelles datations radiocarbone soumises à des traitements chimiques modernes et à des mesures AMS de haute précision seront à considérer (*cf.* chapitre 4.5, p. 153).

### **3.3. Contexte archéologique**

#### **3.3.1. Matériel lithique**

En termes de témoins culturels, un outillage lithique a été récolté au sein des Grottes I et II (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982). Cet outillage est composé principalement d'un chert de qualité, à grain très fin, dont la couleur généralement bleutée prend parfois des aspects plus sombres. L'absence d'un tel matériau dans les affleurements calcaires des

Grottes du Poisson-Bleu et la faible qualité du chert régional confèrent à ces quelques spécimens une origine exotique :

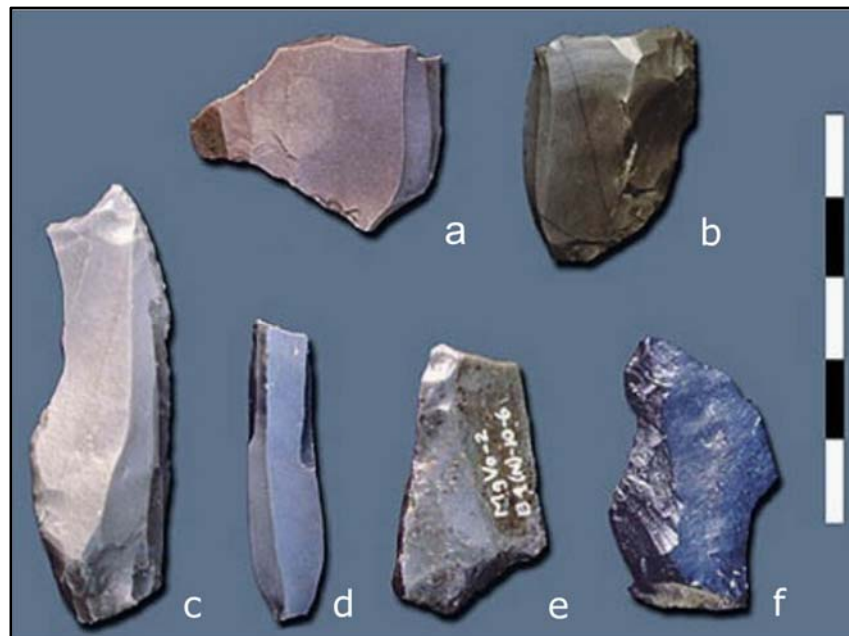
*« ... des cherts semblables à ceux des Grottes I et II sont fréquemment trouvés dans les nombreux gisements archéologiques situés plus de cent kilomètres au nord, le long des contreforts de la Cordillère (chaînons Brooks, British et Barn) » (Cinq-Mars 1990:20, note 8).*

D'après les notes de J. Cinq-Mars (1979, 1990) et d'un rapide coup d'œil dans les archives du musée, un peu moins d'une centaine de pièces lithiques peuvent être décomptées : une petite dizaine dans la Grotte I contre une bonne cinquantaine dans la Grotte II. L'industrie lithique se compose de quelques nucléus à microlames, microlames, burins d'angle sur troncature et chutes de burin, ainsi que plusieurs petits éclats de taille ou de retouche (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). Bien que les artefacts ne puissent être datés avec précision (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan 2003), ils sont typologiquement similaires à la culture Dyuktai qui apparaît en Sibérie orientale il y a environ 16-15 000 cal BP, voire 22-20 000 cal BP (Gomez-Coutouly 2011) ; en Béringie occidentale, la culture Dyuktai donne naissance au complexe Denali, qui apparaît vers 14 000 cal BP et persiste jusqu'à l'Holocène (Dixon 2001; Yesner et Pearson 2002). Par ailleurs, selon Cinq-Mars (1990:20), la fréquence des burins et leurs caractéristiques technologiques (i.e., burins d'angles sur troncature) pourraient signaler « un épisode spécifique d'utilisation » des cavités ou « des visites consécutives d'un groupe en particulier ».

Ces artefacts proviennent majoritairement de l'intérieur et de l'entrée de la Grotte II (Figure 29) et se répandent verticalement à travers le lœss (unité B) (Figure 26), entre 30 cm et 2 mètres de profondeur (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B2-3). Parmi les outils diagnostics, un nucléus à microlames (B3.3.17) (Figure 29, b), un burin (B3.6.1) (Figure 29, f) et une tablette (B4.16.4) récoltés à l'intérieur de la cavité, ainsi qu'une microlame (E3.3.2) trouvée près de l'entrée, sont reportés dans le niveau inférieur de lœss à des profondeurs comprises entre 110 et 154 cm (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B3F7, B3F13). Ils sont mixés à un assemblage osseux dont certains restes appartiennent à des espèces éteintes de la mégafaune et pourraient témoigner d'une présence humaine plus ancienne que 14 000 cal BP (Cinq-Mars 1990). Seules deux exceptions, récoltées à l'extérieur de la Grotte II, sont issues de l'humus à cailloutis (unité C) et résulteraient d'un remaniement du matériel au sein des couches stratigraphiques : il s'agit d'un nucléus à microlame (F7.A.1) (Figure 29, a) et d'un fragment de microlame (I7.1.1) (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-

Mars, B3F1, B3F8). En outre, quelques petits éclats et une microlame ont aussi été récoltés sur une des crêtes de l’affleurement calcaire (Cinq-Mars 1990).

Dans la Grotte I, l’assemblage lithique consiste en sept pièces lithiques, incluant un fragment de microlame, une chute de burin et de petits éclats, récoltées et décrites par J. Cinq-Mars (1979). Si certaines de ces pièces semblent se concentrer principalement dans la zone de loess correspondant au Dernier Glaciaire (i.e., *Birch interval*, 10-13 500 <sup>14</sup>C BP), d’autres pièces récoltées plus bas dans la stratigraphie pourraient dénoter des âges plus anciens ou un remaniement des dépôts sédimentaires (Cinq-Mars 1979, 1990).



**Figure 29 : Quelques-unes des principales pièces lithiques récoltées dans la Grotte II.**

(a, b) Nucléus à microlames ; (c, d, e) burin d’angle sur troncature ; (f) burin d’angle déjeté sur encoche. Photo : J. Cinq-Mars, Musée Canadien de l’Histoire. Numéros de spécimen : (a) F7.A.1 ; (b) B3E.3.17 ; (c) H5.1.1 ; (d) B4N.7.7 ; (e) B4N.10.6 ; (f) B3W.6.1.

Plusieurs dizaines de petits éclats détritiques en chert (1 à 3 mm), dont 57 micro-éclats dans la Grotte I (Cinq-Mars 1979), ont aussi été recueillis lors du tamisage et du traitement des échantillons sédimentaires. Bien que leur présence puisse s’expliquer par des phénomènes naturels de micro-gélifraction, de mouvements du sol ou encore par percussion éolienne, une certaine portion de ce matériel pourrait provenir de la taille, de la retouche ou même de l’utilisation d’outils (Cinq-Mars

1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). La représentation de ces micro-éclats de chert au sein de la stratigraphie pourrait également résulter de la déflation des aires de taille lithique avoisinantes (Morlan et Cinq-Mars 1982). Ces éclats ont été retrouvés prisonniers des trois grottes, avec une fréquence variable à travers toute l'épaisseur du lœss. Toutefois, une concentration particulière de ces micro-éclats semble s'observer au niveau de la transition steppe-toundra herbacée à toundra arbustive, révélée au sein du dépôt par les données palynologiques et estimée vers 14-13 500 <sup>14</sup>C BP (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999).

Enfin, les auteurs font mention de quelques petits galets roulés de nature allochtone, récoltés principalement à la base du lœss, près de l'entrée et à l'intérieur des cavités. D'abord suspectés être le résultat d'une action animale ou culturelle (Cinq-Mars 1979; Morlan et Cinq-Mars 1982), la présence de ces spécimens pourrait en fait s'expliquer par des facteurs purement géologiques, et plus précisément par un transport fluvial dans les conduits du réseau karstique (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Roberge et al. 1986). Si la majorité d'entre eux auraient donc une origine naturelle, les auteurs n'excluent cependant pas la possibilité que les plus gros spécimens puissent avoir été utilisés comme percuteurs (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999).

### 3.3.2. Matériel faunique

En ce qui concerne l'assemblage faunique, les chercheurs présentent deux catégories de restes osseux qui, selon eux, ont été modifiés par les humains : l'une porte des stigmates de découpe résultant d'activités de boucherie tandis que l'autre semble plutôt s'inscrire dans le cadre d'une industrie osseuse. De même que l'outillage lithique, les traces culturelles rapportées sur le matériel faunique concernent principalement les Grottes I et II (Cinq-Mars 1990; Morlan et Cinq-Mars 1982).

De nombreux restes osseux récoltés dans le sédiment des deux cavités principales ont été observés par les auteurs au microscope binoculaire. Les spécimens sont décrits comme présentant des traces effectuées avec des outils en pierre sur la surface externe des os (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982) :

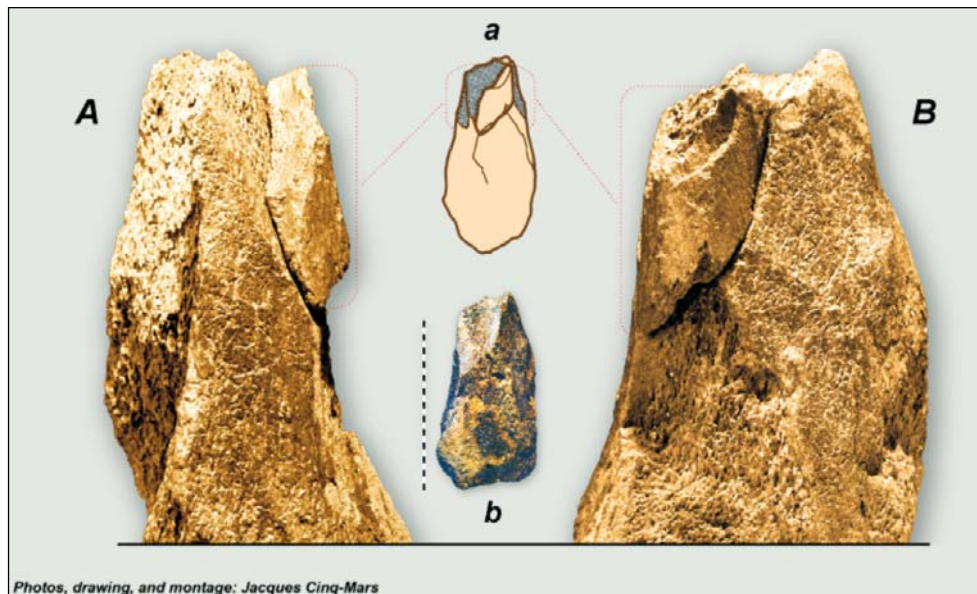
*« Ces traces consistent en une variété d'entailles, d'incisions, de râclures, de hachures et de stries qui résultent d'activités intentionnelles de dépeçage et de décarnisation des animaux. [...] et non pas aux nombreuses imitations dont sont capables les carnivores, les rongeurs, divers processus géologiques ainsi que certains fouilleurs. Jusqu'à présent, nous croyons avoir*

*pu en identifier des exemples sur de nombreux éléments du squelette de presque toutes les espèces mégafauniques, à l'exclusion, peut-être, du loup, de l'orignal, du wapiti et du saïga. » (Cinq-Mars 1990:22)*

D'autre part, quelques éléments, moins nombreux, sembleraient faire partie d'une industrie osseuse établie dans le nord du Yukon dès la fin du Pléistocène. Certains vestiges présentent en effet des cassures longitudinales et des surfaces polies que les auteurs attribuent à des intentions culturelles pour la confection d'outils et à une utilisation prolongée de ceux-ci (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982). Un de ces spécimens, récolté dans le lœss inférieur à l'extérieur de la Grotte II, est mentionné régulièrement dans les publications (*op. cit.*) : il s'agit d'un fragment de tibia de caribou (H6.6.5) qui pourrait avoir servi comme queursoir lors du traitement des peaux. Daté par AMS à  $24\ 820 \pm 115$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDL-226), il représenterait le plus ancien artefact de la Bérिंगie orientale à ce jour daté et récolté en contexte stratigraphique (Harington et Cinq-Mars 2008). D'après les archives du musée, ce spécimen fut retrouvé dans le lœss entre 130 et 140 cm de profondeur (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B2F4). Un autre fragment de tibia (E7.20.3), appartenant au mouflon et récolté dans la Grotte I, est daté à  $13\ 580 \pm 80$   $^{14}\text{C}$  BP (CAMS-23473) et aurait subi le même traitement (Morlan et Cinq-Mars 1982) ; la profondeur stratigraphique de ce spécimen n'est en revanche pas reportée (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B2-3).

Deux autres spécimens osseux récoltés à la base du lœss, en aval de l'entrée de la Grotte II, présentent un intérêt majeur dans l'interprétation du matériel faunique et des activités culturelles dans les Grottes du Poisson-Bleu. Il s'agit d'un fragment d'os long de mammoth et d'un éclat osseux qui lui est associé (spécimens K5.2.3 et H6.3.21 respectivement). Qualifiés par les auteurs de nucléus et d'éclat, ces deux spécimens résulteraient d'une taille par percussion mettant en avant une séquence opératoire relativement complexe qui ne pourrait être le résultat de processus naturels (Figure 30) (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). Les datations radiocarbones ont donné un âge de  $23\ 200 \pm 250$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDL-225) pour le nucléus et  $23\ 910 \pm 200$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDL-224) pour l'éclat.





**Figure 30 : Fragments osseux de mammoth interprétés comme un nucléus et un éclat résultant du travail de l'os.**

Les deux spécimens ont été récoltés dans le loëss de la Grotte II et datent d'avant le Dernier Maximum Glaciaire (ca. 23 500 <sup>14</sup>C BP). (A, B) vues détaillées du nucléus et de l'éclat ; (a) vue schématique du nucléus montrant la position des trois négatifs d'enlèvements et de l'éclat associé ; (b) vue frontale du nucléus avec échelle (25 cm). Illustration d'après Harington et Cinq-Mars (2008), © Government of Yukon 2016.

Finalement, l'ensemble de ces spécimens supposés porter des traces d'activités culturelles provient du dépôt loëssique ; aucun reste faunique récolté dans l'humus à cailloutis ne semble présenter de tels stigmates. Des datations radiocarbones obtenues sur certaines de ces pièces osseuses ont permis aux chercheurs d'estimer l'occupation humaine des Grottes du Poisson-Bleu à la fin du Pléistocène, entre 11 000 et 30 000 cal BP, soit avant, pendant et après le Dernier Maximum Glaciaire (19-23 000 cal BP) (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982) :

*« Ces déterminations suggèrent que des activités culturelles reliées à l'exploitation de la faune du Poisson-Bleu se sont produites, de façon sporadique, entre environ 25,000 BP et 10,000 [<sup>14</sup>C] BP. » (Cinq-Mars 1990:23)*

En 1998, D. McCuaig-Balkwill et J. Cinq-Mars publiaient les premiers résultats d'une analyse de la faune aviaire du site et mentionnaient la présence d'une trace de découpe sur un fragment de scapula d'oie des neiges (*Chen caerulescens*, E2.4.1). Le spécimen fut récolté dans le loëss inférieur de la Grotte II, « fairly deep, a bit lower than the middle of the whole Cave II deposit » (McCuaig-Balkwill

et Cinq-Mars 1998). En attendant les résultats d'une datation radiocarbone, son âge fut estimé entre 10 000 et 25 000 <sup>14</sup>C BP. La datation AMS obtenue quelques années plus tard fut postée en ligne sur le site des Datations par le Radiocarbone en Archéologie Canadienne : 7780 ± 60 <sup>14</sup>C BP (Beta-126870). L'âge holocène de ce spécimen soulève donc des questions quant à la validité de la datation radiocarbone (e.g., contamination possible des échantillons osseux ou médiocrité des techniques de datation) mais aussi quant à la mixité possible des niveaux stratigraphiques au sein du dépôt de la Grotte II.

### **3.4. Conclusion**

#### **3.4.1. Résumé et interprétations archéologiques**

Lorsque les Grottes du Poisson-Bleu furent découvertes en 1975, des sondages et des fouilles s'ensuivirent jusqu'en 1987, mettant peu à peu au jour le potentiel archéologique de ce nouveau site béringien. Accumulée au sein d'un dépôt lœssique datant de la fin du Pléistocène, à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur des cavités, une importante collection osseuse a pu voir le jour, dévoilant ainsi une faune abondante et diversifiée. De par le rôle protecteur du sédiment lœssique et des parois rocheuses, le matériel faunique, très bien préservé, a permis d'identifier des espèces de grands mammifères, tels que le mammoth, le cheval et le bison, ainsi que de plus petits ongulés et quelques carnivores. Diverses espèces de poissons, oiseaux et amphibiens enrichissent également la collection et rappellent le caractère productif de la steppe-toundra malgré les conditions périglaciaires froides et arides de la fin du Pléistocène. Le changement climatique annonçant l'arrivée de l'interglaciaire transforme le spectre faunique dès 14-13 500 <sup>14</sup>C BP, entraînant l'extinction, l'expansion et l'arrivée de différentes espèces. Ainsi, les grands ongulés de la Steppe à Mammoth disparaissent à l'approche de l'Holocène.

L'importance du site des Grottes du Poisson-Bleu réside principalement dans les interprétations archéologiques évoquées par J. Cinq-Mars et R. Morlan dans les années 80-90's, puis par J. Cinq-Mars et C.R. Harington en 2008. Tout d'abord, un matériel lithique d'un intérêt majeur dans la reconstruction de l'histoire des premiers peuplements de l'Amérique a été récolté au sein du dépôt de lœss. Ce matériel présente un outillage fait de chert, à tendance microlaminaire, qui semble s'inscrire au sein du techno-complexe Dyuktai-Denali (Cinq-Mars 1979, 1990; Morlan 2003). Ces

témoins culturels s'affichent dans les Grottes du Poisson-Bleu parmi un assemblage osseux soupçonné porter des marques de découpe, des fractures en spirale et des traces de travail de l'os (Morlan et Cinq-Mars 1982). Activités de boucherie et industrie osseuse ont donc été évoquées par les principaux archéologues du site et illustreraient les activités culturelles des détenteurs de la technologie microlaminaire dans l'extrême nord-est béringien. Des datations radiocarbone obtenues sur certains de ces spécimens osseux supposés être culturellement modifiés, remontent à 25 000 <sup>14</sup>C BP (Cinq-Mars et Morlan 1999). Ainsi, l'hypothèse d'une occupation humaine sporadique fut proposée pour le site des Grottes du Poisson-Bleu avec une arrivée des chasseurs-cueilleurs dès 25 000 <sup>14</sup>C BP, soit avant le DMG, il y a environ 30 000 cal BP.

### 3.4.2. Problématique

Comme il a été précisé dans le chapitre précédent, l'hypothèse d'une occupation humaine ancienne (< 14 000 cal BP) en Béringie orientale fait débat : les plus anciens sites documentés dans la région ne dépassent pas 12 000 <sup>14</sup>C BP, soit 14 500-14 000 cal BP (e.g., Swan Point en Alaska ou Little John au Yukon) (Easton et al. 2011; Holmes 2011; Potter et al. 2013). Au-delà de cette date, des sites comme les Grottes du Poisson-Bleu, ou les gisements du bassin d'Old Crow, sont extrêmement controversés (Dixon 1999; Fiedel 2000; Goebel et al. 2008; Hoffecker et Elias 2007; Morlan 2003; Yesner 2001). En outre, la Béringie n'enregistre aucun site archéologique au cours du DMG (*cf.* chapitre 2.1, p. 15) et seul le complexe de sites Yana laisse entrevoir une présence humaine en Béringie occidentale durant la période pré-DMG, vers 32-30 000 cal BP (29-27 000 <sup>14</sup>C BP) (Basilyan et al. 2011; Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004).

Les chercheurs enclins à une chronologie courte des premières dispersions vers le Nouveau Monde (< 15-14 000 cal BP) soulèvent la possibilité que les nombreuses manifestations culturelles évoquées sur les ossements des Grottes du Poisson-Bleu soient en fait le résultat de processus naturels mal interprétés : mouvements du sol, activité des carnivores, chutes de pierres, etc. (Dixon 1999; Goebel et al. 2008; Hoffecker et Elias 2007; Morlan 2003). Ces problèmes d'équifinalité sont également mentionnés pour les ossements du bassin d'Old Crow, ou des nombreux autres gisements en Alaska et au Yukon, qui ne présentent qu'un argumentaire extrêmement fragile en faveur d'une origine culturelle (*cf.* chapitre 2.1.3, p. 25). En outre, certains questionnent également l'intégrité de la stratigraphie du site et la provenance exacte des spécimens au sein du dépôt loessique, ainsi que

l'absence d'association directe entre les objets lithiques et les os culturellement modifiés (Dixon 1999; Morlan 2003).

### 3.4.3. Perspectives d'étude

Avec un outillage lithique diagnostique de la culture Dyuktai-Denali et un assemblage faunique abondant et bien préservé, qui plus est récoltés *in situ* dans un loess pléistocène, le site des Grottes du Poisson-Bleu nous offre un fort potentiel archéologique dans la compréhension des schémas de dispersion et des stratégies de subsistance des premiers chasseurs-cueilleurs en Béringie orientale. Toutefois, il est certain que des espèces de carnivores ont également occupé les cavités (Beebe 1983) et que divers processus taphonomiques ont impacté l'assemblage osseux. Les Grottes du Poisson-Bleu représentent ainsi un palimpseste d'occupations d'environ 20 000 ans qu'il va falloir tenter de démêler afin de déterminer le rôle de chaque agent (naturel et culturel) dans l'accumulation et la modification de l'assemblage osseux. Il convient alors d'étudier le matériel archéologique sous une perspective taphonomique et archéozoologique de manière à (1) confirmer l'attribution culturelle des traces sur les spécimens osseux et (2) évaluer la crédibilité des données chrono-stratigraphiques ou, si nécessaire, d'effectuer de nouvelles datations radiométriques. Les résultats tirés de cette étude nous permettront d'appréhender plus clairement les activités culturelles et la fonction du site, ainsi que la (ou les) période(s) d'occupation(s) et, éventuellement, la (ou les) saison(s) et durée(s) d'occupation(s) humaine. Les données archéozoologiques nous renseigneront sur les stratégies de subsistance de ces chasseurs, qu'il sera intéressant de comparer avec les modèles paléo-économiques reportés sur d'autres sites archéologiques béringiens. Des datations radiométriques nous permettront, quant à elles, de dater précisément l'occupation humaine dans les cavités et d'intégrer le site aux modèles de dispersions humaines en Béringie et en Amérique du Nord. Finalement, les points suivants sont suggérés par les auteurs (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan 2003; Morlan et Cinq-Mars 1982) et devront être réintégrés dans le champ des connaissances actuelles s'ils s'avéraient confirmés par la présente étude :

- L'enregistrement archéologique béringien est incomplet : entre les sites du fleuve Yana, en Sibérie, datés de la période pré-DMG (ca. 32-30 000 cal BP) (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004) et ceux de la vallée Tanana, en Alaska/Yukon, datés de la période post-DMG (> 14 000 cal BP) (Easton et al. 2011; Potter et al. 2013), aucun site archéologique en Béringie

n'a fourni de dates correspondant au DMG (23 000-19 000 cal BP). Cette incomplétude du registre archéologique est toutefois dénoncée par les études génétiques et paléo-génétiques qui avancent l'hypothèse d'une occupation humaine en Béringie durant le DMG (cf. chapitre 2.3.1, p. 42).

- La Béringie orientale fut peuplée durant l'interstade du Wisconsin et aucun obstacle n'aurait empêché la progression des groupes humains en Amérique : ni le froid et l'aridité du climat, ni l'absence ou la rareté des arbres, ni la paléo-géomorphologie du détroit de Béring, n'auraient constitué de barrières géographiques infranchissables aux populations humaines venues d'Asie. Celles-ci étaient en effet adaptées au froid et se seraient installées jusque sur le Territoire du Yukon, possiblement même avant la coalescence des inlandis nord-américains ; une dispersion vers les Grandes Plaines du sud par l'intérieur des terres serait alors envisageable.
- La culture Denali pourrait être plus ancienne : la présence de microlames et de burins dans le dépôt lœssique des Grottes du Poisson-Bleu pourrait suggérer une apparition de ce techno-complexe béringien avant 14 000 cal BP.
- La technologie osseuse était présente au nord du Yukon durant l'interstade isotopique 3 : elle daterait d'au moins 30 000 ans (25 000 <sup>14</sup>C BP) dans les Grottes du Poisson-Bleu, mais pourrait avoir débuté plus tôt dans la région du bassin d'Old Crow (Harington 2011).
- La chasse aux grands mammifères faisait partie des stratégies économiques des premiers chasseurs-cueilleurs du Yukon : une continuité avec la diète des chasseurs sibériens pourrait alors se dessiner si des traces culturelles étaient confirmées sur des ossements de la mégafaune comme le mammoth ou le cheval. Dans ce cas, le site des Grottes du Poisson-Bleu devra être intégré au débat sur les extinctions de la mégafaune.

Dans le chapitre suivant, nous proposons, compte tenu de la controverse qui règne sur ce site, une méthodologie taphonomique détaillée et supportée tant par des expérimentations modernes que par des études actualistes, archéologiques, ethnoarchéologiques et paléontologiques. Si de nouvelles datations radiocarbones s'imposent, elles seront effectuées dans la pratique de traitements chimiques rigoureux, avec techniques d'ultrafiltration, et de mesures AMS (*Accelerator mass spectrometry*) modernes et adéquats pour un résultat non ouvert à discussion.

## **4. MÉTHODES D'ÉTUDE ARCHÉOZOOLOGIQUE ET TAPHONOMIQUE**

La fiabilité des résultats d'une étude archéozoologique et taphonomique repose sur des méthodes d'analyse qui se doivent d'être précises et détaillées, basées sur des approches actualistes, expérimentales et archéologiques. Dans ce chapitre, nous décrivons ainsi les outils méthodologiques qui permettront de mettre à bien notre étude.

Les Grottes du Poisson-Bleu ayant été découvertes dans le cadre d'un projet de recherche développé par l'Université de Toronto et en relation étroite avec le Musée Canadien de l'Histoire (anciennement appelé Musée National de l'Homme, puis Musée Canadien des Civilisations, situé à Gatineau, QC), c'est dans les réserves de ce dernier que l'ensemble de la collection faunique est stockée. Avec l'accord et l'amabilité du personnel du musée, la quasi-totalité du matériel osseux (mammifères seulement) des Grottes I et II a pu être analysée au Laboratoire d'archéozoologie tenu par Dr. Ariane Burke, du Département d'anthropologie de l'Université de Montréal. Plusieurs voyages entre Gatineau et Montréal ont alors été nécessaires pour organiser les transferts de matériel au cours de trois années de recherche et de collecte de données. Ces transferts (de quelques 36 000 pièces osseuses) ont permis d'étudier la collection faunique dans un contexte adapté à la recherche archéozoologique, c'est-à-dire incluant un référentiel ostéologique – afin de faciliter les identifications des pièces squelettiques – ainsi que des instruments d'optiques indispensables à l'examen des traces taphonomiques. Faute de temps, la Grotte III – avec des dimensions beaucoup plus restreintes (volume d'environ 10 m<sup>3</sup>) que les Grottes I et II, et une absence d'outils en pierre (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999) – n'a pas été étudiée ici.

### **4.1. Identifications des pièces squelettiques**

#### **4.1.1. Identifications anatomiques et taxonomiques**

La première étape de toute étude archéozoologique consiste à identifier les spécimens osseux et dentaires qui composent l'assemblage faunique du site. La collection ostéologique Pierrard et Bissailon, stockée dans le Laboratoire d'archéozoologie de l'Université de Montréal, a été d'une aide précieuse dans les déterminations anatomiques et taxonomiques. Cette collection, généreusement

donnée par la Faculté de médecine vétérinaire de Sainte Hyacinthe, comprend en effet principalement des espèces animales caractéristiques de la forêt boréale et de la toundra subarctique du Québec. Nos identifications fauniques se sont notamment appuyées sur la liste taxonomique préalablement effectuée par C.R. Harington (cf. chapitre Tableau IV, p. 80) (Harington et Cinq-Mars 2008).

Seuls le mouflon de Dall, l'antilope saïga et le mammoth ne figurent pas dans la collection de référence. Il nous a donc fallu passer à travers d'autres collections ainsi qu'à des atlas ostéologiques (France 2008; Pales et Garcia 1981; Pales et Lambert 1971). Une collection ostéologique virtuelle est également disponible en ligne et propose des images 2D et 3D de spécimens fauniques de régions nordiques (*Virtual Zooarchaeology of the Arctic Project*, <http://bones.iri.isu.edu/>). Les spécimens de mammoth ont été déterminés notamment à partir d'illustrations publiées (Hodgson et al. 2008; Olsen 1972). La riche collection de vertébrés du Musée de la Nature (Hull, QC) ainsi que les nombreux spécimens récoltés dans la région d'Old Crow et identifiés par Harington ont également permis de confirmer les déterminations relatives à cette espèce. Les métacarpes et les métatarses ont été distingués d'après les observations comparatives décrites par Mol et Agenbroad : les métacarpes sont robustes et présentent une surface proximale ondulatoire, contrairement aux métatarses qui sont plus petits et possèdent tous une surface proximale plane (Mol et Agenbroad 1994).

Certains spécimens, lorsqu'ils sont particulièrement fragmentés, sont moins évidents à identifier. Si les différences morphologiques entre certains taxons sont flagrantes et les identifications taxonomiques à partir de planches anatomiques uniquement sont relativement aisées, il est des espèces d'une même famille dont les différences de morphologie osseuse sont beaucoup plus subtiles. La détermination taxonomique peut alors s'arrêter au genre ou à la famille, sans qu'il ne soit possible d'identifier exactement l'espèce. Par exemple, au vue de la fragmentation du matériel osseux, il s'est avéré que le mouflon de Dall et l'antilope saïga étaient bien plus difficiles à distinguer au moyen de photographies et de dessins uniquement. Ces deux espèces n'ont donc pas été différenciées ; elles ont été classées dans une catégorie « Bovidés de taille 3 ». Les déterminations anatomiques ne sont pas non plus toujours aisées. Dans le cas des fragments de diaphyses, par exemple, des particularités morphologiques (e.g., foramens, surfaces d'insertions musculaires, tubérosités) peuvent parfois s'observer sur les ossements et aider à l'identification de l'élément. Dans d'autre cas, les identifications ne sont pas possibles et le spécimen est considéré comme indéterminé.

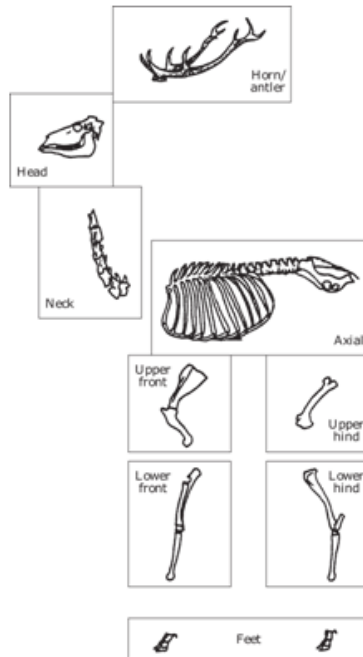
Des classes de taille ont donc été attribuées à chaque spécimen autant que possible, ce qui permettra d'inclure les restes indéterminés dans nos analyses. Les fragments diaphysaires indéterminés, par exemple, ont pu être enregistrés dans une classe de taille lorsque l'épaisseur et la courbure de l'os cortical permettaient d'estimer approximativement la taille du taxon. Nous avons basé nos catégories (Tableau VI) sur celles établies pour la faune de la Grotte Lime Hills en Alaska (Endacott 2008), elles-mêmes appuyées sur les classes de taille établies pour la faune de mammifères de l'arctique canadien (Morrison 1997). Ces catégorisations ont été modifiées, en vue d'être adaptées à la faune de notre site d'étude, en prenant compte du poids moyen des espèces d'après le site Web suivant : <http://animaldiversity.org/>.

**Tableau VI : Classes de taille appliquées à la faune de mammifères des Grottes du Poisson-Bleu.**  
D'après les catégories de Morrison (1997) et Endacott (2008).

| Classes | Poids       | Taxons   |
|---------|-------------|--|
| I       | < 2 kg      | Mustelidés   |
| II      | 2-20 kg     | Renard roux et renard polaire                        |
| III     | 20-200 kg   | Caribou, mouflon de Dall, antilope saïga, loup, lion |
| IV      | 200-1000 kg | Orignal, wapiti, bison, bœuf musqué, cheval, ours    |
| V       | > 1000 kg   | Mammouth   |

Finalement, lorsqu'il s'agira de discuter des représentations squelettiques par régions anatomiques afin d'inférer les modes d'acquisition et le choix de transport des carcasses par les prédateurs, nous utiliserons les catégories de Stiner (Stiner 1994, 2002a) (Figure 31). Les carpes, les plus petits tarses et les sésamoïdes en sont exclus compte tenu de leur fort potentiel de survie qui tend à les surreprésenter dans les assemblages.





| Régions            | Éléments  |
|--------------------|---|
| <i>Horn</i>        | Bois  |
| <i>Head</i>        | Crâne,<br>Mandibule   |
| <i>Neck</i>        | Atlas,<br>Axis,<br>Vertèbre cervicale   |
| <i>Axial</i>       | Vertèbre thoracique,<br>Vertèbre lombaire,<br>Vertèbre sacrale,<br>Côte,<br>Coxal |
| <i>Upper front</i> | Scapula,<br>Humérus   |
| <i>Lower front</i> | Radius,<br>Ulna,<br>Métacarpe   |
| <i>Upper hind</i>  | Fémur   |
| <i>Lower hind</i>  | Tibia,<br>Calcaneum,<br>Astragale<br>Métatarse                                    |
| <i>Feet</i>        | Phalanges   |

**Figure 31 : Représentation schématique des neuf régions anatomiques d'un squelette d'ongulé.**  
Illustration d'après Stiner (2002a), reproduite avec permission d'Elsevier.

#### 4.1.2. Détermination de l'âge

Les estimations de l'âge à partir des spécimens osseux et dentaires permettent de dresser des courbes de mortalité nécessaires à l'interprétation du type d'occupation des cavités (e.g., tanière pour les canidés) mais aussi des stratégies d'acquisition par les prédateurs (e.g., sélection préférentielle des proies). Les dents constituent à cet effet l'élément idéal de par les méthodes d'éruption dentaire et d'usure dentaire. Les séries de dents complètes, mandibulaires ou maxillaires, peuvent fournir un âge assez précis de l'individu à sa mort mais sont souvent rares dans un assemblage faunique qui a souffert de nombreux processus taphonomiques. En revanche, les dents isolées, plus résistantes que l'os car plus minéralisées, sont plus souvent retrouvées dans le dépôt sédimentaire mais n'offrent que quelques spéculations quant à l'âge de l'individu. Nous tenterons toutefois d'établir des profils d'âge pour la faune des Grottes I et II en utilisant des tables d'éruption dentaire établies à partir de populations modernes de caribous de l'ouest du Groenland (*Rangifer t. groenlandicus*) (Pasda 2009), de mouflons de Dall en Alaska (Hemming 1969) et de bœuf musqué du

Groenland (Henrichsen et Grue 1980). L'éruption dentaire est en effet une méthode simple et fiable pour estimer l'âge des jeunes individus.

Pour les adultes en revanche, dont les dents permanentes sont toutes en place, les degrés d'usure dentaire se présentent comme une bonne alternative pour distinguer les adultes relativement jeunes des individus plus âgés. Deux méthodes peuvent alors être appliquées : l'une, visuelle, consiste à comparer les surfaces occlusales à des tables d'usure dentaire ; plutôt subjective, elle préconise l'utilisation de séries dentaires et n'offre qu'un âge relatif, à moins de comparaisons avec des échantillons d'âge connu (Grant 1982). L'autre, quantitative, se base sur la mesure de la hauteur de la couronne et sur une équation propre à la population étudiée ; elle a l'avantage de fournir un âge absolu à partir de dents isolées et minimise les variations inter-observateurs (Klein et al. 1983; Klein et Cruz-Urbe 1984; Klein et al. 1981; Morrison et Whitridge 1997; Pike-Tay et al. 2000; Steele et Weaver 2012). Les degrés d'usure dentaire peuvent toutefois présenter une variabilité importante entre les individus et les populations, ce qui tend à rendre imprécises les estimations de l'âge (Hemming 1969; Pasda 2009). Le contexte environnemental notamment (i.e., végétation et type de sol) doit être pris en compte ; en Béringie, le dépôt limoneux, riche en silice, qui tapissait le sol à la fin du Pléistocène, devait avoir un caractère abrasif ayant pu accentuer l'usure des dents des ongulés. Considérant les limites de ces méthodes, nous tenterons d'établir l'âge des caribous des Grottes du Poisson-Bleu à partir des illustrations de l'attrition dentaire chez le renne du Canada (*Rangifer t. groenlandicus*) d'après Pasda (2009), que nous combinerons à la formule de la hauteur de la couronne selon Pike-Tay et al. (2000). Pour le wapiti, nous considérerons la formule de Steele et Weaver (2012) développée pour le cerf rouge (*Cervus elaphus*). Les mesures, qui seront obtenues ici sur les molaires inférieures, doivent être prises sur le lobe antérieur, face buccale, et représentent la distance minimale entre la surface occlusale et la jonction couronne-racine, selon Klein et al. (1981, 1983).

Pour le caribou :

$$AGE = AGE_{max} - 2(AGE_{max} - AGE_e)(CH/CH_0) + (AGE_{max} - AGE_e)(CH^{1,6}/CH_0^{1,6}) + (CH_0 - CH)^2/3$$

Pour le wapiti :

$$AGE = (AGE_{tpl} - AGE_e) [(CH_0 - CH)/CH_0]^m + AGE_e$$

Avec :

$AGE_{max}$  = « *average maximum life span* » d'après Pike-Tay et al. (2000), en mois ;

$AGE_{tpl}$  = « *age of the tooth potential longevity* » d'après Steele et Weaver (2012), en mois;

$AGE_e$  = âge d'éruption de la dent concernée, en mois ;

$CH_0$  = hauteur de la couronne initiale de la dent, i.e., non usée, en millimètres ;

$CH$  = mesure de la hauteur de la couronne au moment du décès, en millimètres.

Pour ce qui est du cheval, nous reprendrons les profils de mortalité issus des travaux de Burke et Cinq-Mars (1998), basés sur les méthodes d'éruption et d'usure dentaire pour les dents déciduales ainsi que sur les méthodes de la hauteur de la couronne pour les dents permanentes (Levine 1982).

Enfin, nous nous appuyerons sur les tables d'éruption et d'usure dentaire des populations modernes d'éléphants africains (*Loxodonta africana*) et asiatiques (*Elephas maximus*) afin de déterminer l'âge des mammoths à partir des restes dentaires (Jachmann 1988; Laws 1966; Roth et Shoshani 1988).

Lorsque le matériel dentaire est faible ou mal préservé, il pourra être nécessaire de compléter nos données à partir des restes osseux et des stades de fusion des os. Les tables d'épiphyse des os de caribous du Groenland (Pasda 2009) seront utilisées à ce titre pour les caribous des Grottes du Poisson-Bleu et nous utiliserons celles du mouton sauvage nord-américain (*Ovis canadensis canadensis*) (Walker 1987) pour estimer l'âge de fusion des os du mouflon de Dall. Ces méthodes ne seront pas appliquées aux wapiti, orignal et bœuf musqué en raison de la fragmentation et du faible pourcentage d'ossements qui leur sont attribués. Elles ne seront pas non plus utilisées pour le cheval car les séries dentaires de cette espèce sont bien conservées et offrent un meilleur potentiel pour l'estimation de l'âge que les restes osseux (Burke et Cinq-Mars 1996, 1998). Pour le bison, nous utilisons les données de Duffield qui reprend celles de W. Koch sur les stades d'épiphyse des os du bison européen (*Bison bonasus*) (Duffield 1973). Chez les proboscidiens, la période de croissance est prolongée et les épiphyses ne se fusionnent que tardivement durant la vie de l'individu : la fusion se termine généralement après la trentaine d'années chez les mâles et apparaît plus tôt chez les femelles (Lister 1994, 1999). Les études sur des éléphants modernes et fossiles ont également montré

que l'ordre de fusion est relativement le même quelle que soit l'espèce. Une estimation relative de l'âge des mammoths peut ainsi être proposée et ce en l'absence de restes dentaires (Lister 1999).

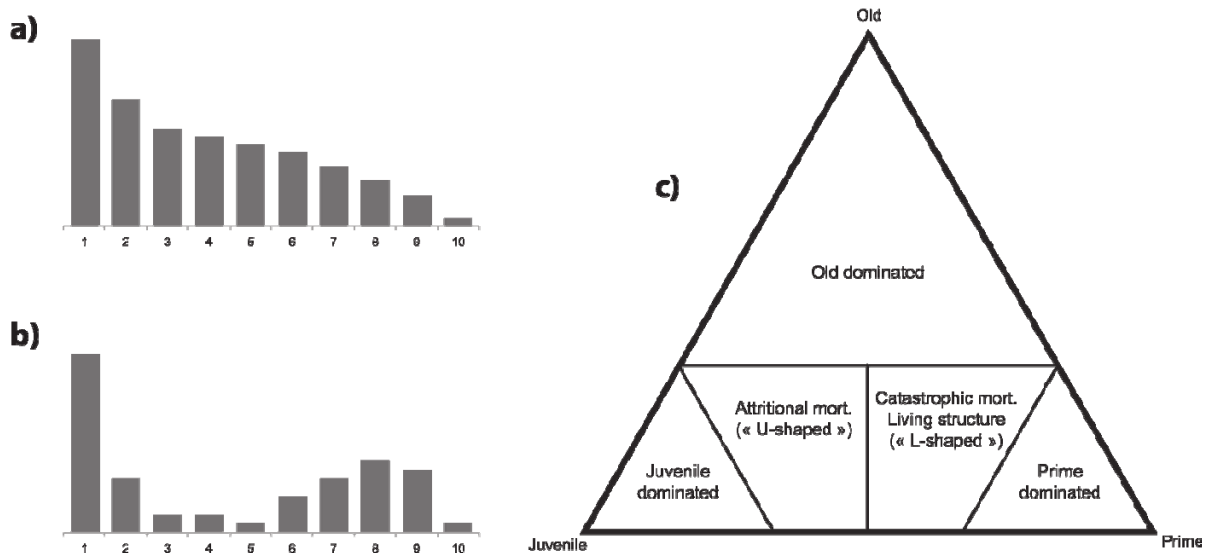
Pour ce qui est des carnivores, les profils de mortalité peuvent nous renseigner sur l'utilisation des grottes en tant que lieux de mise bas et de sevrage (canidés notamment) ou comme lieu d'hibernation (ursidés). En contexte de grottes, il est plus satisfaisant d'établir des profils de mortalité à partir des restes dentaires plutôt que des restes osseux qui sont plus fragiles et donc plus sujets à la destruction par les processus taphonomiques (Stiner 1994). Nous établirons donc nos classes d'âges à partir des tables d'éruption et d'usure dentaire préalablement établies pour l'ours brun (*Ursus arctos*) (Stiner 1998), le lion africain (*Panthera leo*) (Smuts et al. 1978) et les petits canidés (*Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*) (Stiner 1994). Pour le loup (*Canis lupus*), nous utiliserons les tables d'usure dentaire les plus récentes (Gipson et al. 2000) car plus précises que celles précédemment établies (Landon et al. 1998; Stiner 1994).

Les déterminations de l'âge et l'établissement des courbes de mortalité sont toutefois fortement contraints par les biais taphonomiques, tels que la gélifraction pouvant détruire les dents d'individus immatures (Guadelli 2008) ou l'action des carnivores, ainsi que le degré de fragmentation de l'assemblage faunique. Les éléments isolés et les méthodes d'estimation de chaque espèce ne permettent pas toujours des estimations précises dans des classes d'âge restreintes. Les profils de mortalité ne peuvent fournir des interprétations crédibles que si l'échantillon est suffisamment grand. Tandis que certains préconisent un minimum de 25 individus (Klein et Cruz-Urbe 1984:57), d'autres en suggèrent une trentaine (Lyman 1987b). Malheureusement, les assemblages archéologiques souffrent souvent des biais précédemment cités et n'offrent parfois qu'un faible nombre d'individus. Afin d'intégrer de plus petits échantillons à l'analyse des profils de mortalité, Stiner (1990, 1994) propose une répartition des individus selon trois classes d'âge plus grandes :

- Juvénile, pour les individus avec des dents déciduales,
- Adulte, pour les individus avec des dents permanentes relativement peu usées,
- Agé, pour les individus dont les dents permanentes présentent un fort degré d'usure.

Cette simplification des catégories d'âges permet de dessiner des diagrammes ternaires (Figure 32) qui ont l'avantage de s'appliquer à des assemblages fauniques d'une douzaine d'individus au moins

(Stiner 1990, 1994, 1998). Ces représentations graphiques se basent notamment sur les méthodes d'estimation de l'âge à partir des restes dentaires : l'usure dentaire permet en effet de distinguer les adultes des individus âgés, ce qui n'est pas le cas de la méthode d'épiphyse des os. Les différentes zones du diagramme théorique initialement proposées par Stiner (1990) ont récemment été redessinées de manière à considérer des classes de durées égales, estimées à partir de données éthologiques et ontologiques propres à chaque espèce (Discamps et Costamagno 2015). Nos diagrammes sont ici inspirés de ces dernières reconstructions. Les interprétations devront cependant tenir compte de la taille de l'échantillon et de la possibilité qu'une partie de l'assemblage ait été détruite par des facteurs taphonomiques : un des biais principaux dans la reconstruction des profils d'âges est d'ailleurs la destruction des dents d'individus immatures, plus fragiles que les dents permanentes (Klein et Cruz-Urbe 1984).



**Figure 32 : Représentation graphique des profils de mortalité théoriques.**

A gauche, représentation en histogramme avec, en ordonné, le nombre d'individus, et en abscisse, l'âge ; (a) profil « en L » de type catastrophique, (b) profil « en U » de type attritionnel. A droite, (c) diagramme ternaire classique représentant les différents types de profils définis par Stiner (1990) ; les trois axes correspondent aux classes de taille (i.e., juvénile, adulte et âgé). Illustration d'après Discamps et Costamagno (2015), reproduite avec permission d'Elsevier.

### 4.1.3. Identification du sexe

Pour la détermination du sexe, différents éléments anatomiques permettent parfois de distinguer les mâles des femelles chez certaines espèces. Pour les cervidés (à l'exception du renne), la présence de bois ou de pédicules frontaux signalent automatiquement le sexe masculin. Cependant, lorsque les restes fauniques sont particulièrement fragmentés, le sex-ratio peut être biaisé au profit des mâles : contrairement aux femelles, les parties frontales qui portent le bois sont en effet plus résistantes aux processus taphonomiques (Klein et Cruz-Uribe 1984). Chez le renne (dont les mâles et les femelles possèdent tous deux des bois), la distinction sexuelle s'appuie sur trois critères majeurs (Averbouh 2000) : la morphométrie générale du bois (i.e., les bois de mâles adultes sont généralement plus grands, plus larges et plus ramifiés que les bois femelles), la section de la première partie de la perche (i.e., ovale ou biconvexe chez le mâle, circulaire chez la femelle) ainsi que le rapport compact/spongieux (i.e., tissu compact de la perche plus épais chez le mâle). La méthode ne s'applique toutefois qu'aux individus adultes (âgés de plus de 3 ans) et aux bois de massacre (les bois de chute ayant pu être collectés à même le sol et non acquis durant les activités de chasse) (Averbouh 2000; Kuntz 2011; Pasda 2009).

De façon générale, l'os coxal offre un plus fort potentiel de détermination du sexe chez les ongulés (Pasda 2009; Prummel et Frisch 1986), notamment chez le renne lorsque l'estimation par les bois devient trop ambiguë (Averbouh 2000; Kuntz 2011). Le dimorphisme sexuel s'observe principalement au niveau du bord ventro-médial de l'acétabulum, plus épais chez les mâles que chez les femelles. L'acétabulum se conserve relativement bien dans les assemblages osseux et il n'est pas nécessaire d'avoir l'os au complet pour estimer le sexe de l'individu.

Outre les caractéristiques morphologiques, des analyses ostéométriques peuvent également être entreprises pour différencier le sexe des individus. Chez le caribou, les os du membre antérieur (i.e., humérus, radius, métacarpe) – de préférence complets ou, le cas échéant, les portions d'os longs qui se fusionnent tardivement chez l'espèce (e.g., humérus proximal, radius distal) – fournissent des résultats assez concluants dans l'établissement du sexe (Weinstock 2000).

Chez le bison, c'est généralement le métacarpe qui fournit les mesures les plus fiables dans l'identification du sexe (Bedord 1978; Drees 2005; Vasiliev 2008). Les métapodes de bovidés supportent en effet tout le poids de l'animal et leurs dimensions sont ainsi proportionnelles au poids

de la bête et donc au sexe de l'individu. La robustesse de cet élément squelettique lui confère un fort potentiel de survie dans les assemblages osseux : les métapodes ont ainsi plus de chance d'être retrouvés intacts et d'offrir des mesures adéquates pour l'identification du sexe. L'ostéométrie sera alors appliquée au métacarpe et les mesures seront comparées à celles obtenues sur des populations de bisons des steppes (*Bison priscus*) provenant de la Mer du Nord (Drees 2005, Appendice I). Seuls les spécimens osseux dont l'épiphyse est terminée sont pris en compte, soit des individus adultes de plus de 4 ans (Bedord 1978). Les mesures comprennent la longueur totale du métacarpe ainsi que la largeur et l'épaisseur des épiphyses proximale et distale ainsi que du centre de la diaphyse, telles que schématisées par Drees (2005, Fig. 1). Le dimorphisme sexuel s'observant plus fortement au niveau de l'extrémité proximale et à la mi-diaphyse (Drees 2005), c'est surtout les valeurs obtenues pour ces régions osseuses qui nous permettront d'estimer le sexe des individus sur notre site d'étude. En l'absence de données ostéométriques comparatives établies pour le métatarse de *Bison priscus*, aucune mesure pour cet élément du membre postérieur ne sera entreprise.

Pour le cheval, il est généralement admis que les femelles ne possèdent pas de canines ou seulement des canines vestigiales, bien plus petites que celles des mâles qui présentent des canines relativement bien développées (MacFadden 1992). Dans la présente étude, nous reprendrons les travaux de Burke et Cinq-Mars (1996), ayant déjà effectué les identifications à partir des canines, que nous tenterons ensuite de comparer avec des données issues du squelette postcrânien : si la présence/absence des canines semble être le critère le plus déterminant pour distinguer le sexe chez *Equus caballus*, l'os pelvien pourrait également fournir des informations sur le dimorphisme sexuel des équidés. Sisson et Grossman (1975) mettent en avant les différences morphologiques qui s'observent entre les deux sexes à partir du pelvien complet (incluant les coxaux gauche et droit ainsi que le sacrum). Ainsi, la femelle présente un pelvis plus allongée et fin, notamment au niveau de la symphyse pubienne, tandis que le mâle a un pelvis plus robuste et une symphyse pubienne significativement plus large. De plus, le foramen obturateur est généralement plus large chez la jument et prend une forme ovale chez le mâle (Sisson et Grossman 1975). Toutefois, les distinctions morphologiques de l'os coxal chez les équidés restent mal documentées et des mesures ostéométriques manquent. Ceci n'amène que difficilement à une estimation fiable du sexe chez le cheval, à moins d'avoir en main le bassin au complet. Le sexe chez le cheval sera donc ici attribué avec précaution, sur des os coxaux suffisamment complets pour présenter des caractères morphologiques déterminants.

La détermination du sexe chez le mammouth à partir d'ossements squelettiques isolés est une tâche particulièrement complexe et peu fiable : en effet, bien que les femelles soient relativement plus petites, les identifications sont contraintes par une période de croissance prolongée et une fusion tardive des épiphyses (notamment chez les mâles) ainsi qu'une variation de la taille des individus de populations différentes (Lister 1994, 1999; Lister et Agenbroad 1994). L'identification du sexe chez le mammouth se base donc plus principalement sur la taille et la robustesse du squelette, ce qui nécessite d'avoir en main plusieurs éléments anatomiques appartenant au même individu. Un dimorphisme sexuel s'observe également à travers les dimensions des défenses et de leurs alvéoles, ainsi que sur la morphologie du pelvis (Lister et Agenbroad 1994).

#### 4.1.4. Indices de saisonnalité

Déterminer la saison de décès des individus présents dans un gisement revient à déterminer la saison d'occupation du site. Plusieurs indices morphométriques peuvent être utilisés à ce titre. Lorsque la saison de mise bas d'une espèce est connue et que l'âge d'un individu a pu être déterminé à partir de ses restes osseux ou dentaires, la saison de décès peut alors être assignée. Ainsi, les stades d'éruption et d'usure dentaire, la présence de restes de fœtus et les degrés d'épiphyse des os longs fournissent des âges relatifs permettant d'identifier la saison de décès. La méthode n'est cependant applicable qu'aux individus immatures ; les individus dont la maturation des os longs ou l'éruption dentaire est terminée ne peuvent plus fournir d'indices de saisonnalité. Les tables d'usure dentaire ne sont par ailleurs par toujours utiles en raison de la variabilité inter et intra-spécifique de l'usure des surface occlusales.

La saisonnalité peut aussi être perçue au travers des bois de cervidés : les périodes de perte et de repousse des bois sont en effet connues chez la plupart des espèces de cervidés et il est donc possible de déterminer la saison de décès à partir de ces restes (Averbouh 2000; Goss 2012). Il est à noter cependant que, chez le caribou, mâle et femelle portent tous deux des bois et présentent un cycle de croissance différent. Il est donc important de pouvoir différencier les bois de mâles des bois de femelles et de connaître le cycle saisonnier annuel de chacun. Toutefois, comme il a été vu plus haut, la distinction du sexe à partir des bois reste délicate (Averbouh 2000), d'autant plus lorsque le matériel est très fragmenté. Ainsi, nous ne tenterons des déterminations de saisonnalité que pour les bois de massacre d'individus adultes et dont la première perche est relativement entière et bien



conservée pour permettre d'évaluer la taille ainsi que la morphologie du bois (ovale/biconvexe ou arrondie) selon les critères définis par Averbouh (2000). Les bois de chute sont par ailleurs exclus car il est possible qu'ils aient été ramassés à un autre endroit ou à une saison différente de la période de chute des bois.

Les indices de saisonnalité révélés par ces différentes méthodes doivent être considérés avec précaution. D'une part, les individus adultes sont exclus de l'échantillon et les données saisonnières recueillies à partir des restes de jeunes individus ne sont donc pas représentatives de l'intégralité de l'assemblage faunique. D'autre part, il est encore à ce jour très difficile d'estimer précisément le sexe des rennes à partir des ramures et il apparaît également que le cycle saisonnier de croissance et de chute des bois peut être décalé selon l'âge, le sexe ou la condition physique de l'animal (Averbouh 2000; Goss 2012; Kuntz 2011). Finalement, le caractère fragmentaire et la taille de l'assemblage squelettique ne permettent pas toujours de conclure sur la saison d'occupation d'un site. La cémentochronologie – qui se base sur l'étude des anneaux de croissances dans le ciment dentaire – est une méthode plus longue et relativement coûteuse mais qui présente l'avantage d'être indépendante de l'âge et du sexe. Elle fournit des déterminations saisonnières absolues comparativement aux méthodes morphologiques précédemment citées qui fournissent des estimations relatives (Burke 1995). Suite à la découverte du site des Grottes du Poisson-Bleu, des analyses cémentochronologiques sur les dents de cheval provenant des trois cavités ont été appliquées par Burke et Cinq-Mars (1996, 1998). L'échantillon est en effet suffisamment large et bien préservé et nous utiliserons donc ces données afin d'évoquer les indices de saisonnalité du cheval dans nos assemblage osseux.

#### 4.1.5. Remontages des pièces osseuses

Des tentatives de remontage osseux ont été effectuées autant que possible pour l'ensemble de la collection. Lorsque les fragments ont été recollés par les principaux archéologues du site, le remontage a également été noté. Par la suite, les archives du Musée Canadien de l'Histoire ont permis, dans certains cas, de retrouver la provenance stratigraphique des ossements. Cette manœuvre permet notamment d'aborder les questions de déplacements horizontaux et verticaux des vestiges au sein du site et donc des effets post-dépositionnels tels que la bioturbation.

## 4.2. Méthodes quantitatives

### 4.2.1. Nombre de Restes – Total, Déterminés, Indéterminés (NR, NRT, NRD, NRI)

Le calcul du nombre de restes est un décompte simple et rapide de chaque élément (os, bois, dent) présent dans l'assemblage faunique. Il est affecté par la fragmentation et la conservation différentielle des ossements et n'est donc pas représentatif de la richesse taxonomique ou la représentation squelettique. Le nombre de restes total (NRT) représente l'ensemble des restes déterminés (NRD) et indéterminés (NRI) (Brugal et al. 1994). Le NRT est l'équivalent du NSP (« *Number of Specimens* ») en anglais (Lyman 1994a). Le NRI regroupe tous les spécimens pour lesquels ni l'identification taxonomique ni la détermination anatomique n'ont pu être attribuées avec certitude. En revanche, au sein du NRD, deux types de décomptes peuvent être réalisés, bien que soumis au problème d'identification différentielle suscitée par l'archéozoologie :

- NRDa : nombre de restes déterminés anatomiquement, c'est-à-dire identifiés selon leur position dans le squelette sans attribution taxonomique possible. En général, les fragments de côtes, de vertèbres et de diaphyses d'os longs dépourvus de caractères diagnostiques pour leur identification taxonomique sont comptabilisés ici. Des classes de taille peuvent toutefois leur être attribuées.
- NRDt : nombre de restes déterminés anatomiquement et taxonomiquement, soit identifiés à l'espèce, au genre ou à la famille (équivalent du « *Number of Identified Specimens* », ou NISP).

$$\text{Soit, NRT} = \text{NRD} + \text{NRI}$$

$$\text{Et, NRD} = \text{NRDa} + \text{NRDt}$$

### 4.2.2. Nombre Minimum d'Eléments (NME)

Le Nombre Minimum d'Eléments (« *Minimal Number of Elements, MNE* ») est un décompte des éléments anatomiques de façon à estimer le nombre minimal de chaque élément pour une espèce donnée. Le NME total ne dépend ni de l'âge, ni du sexe ou de la latéralité ; en ce qui concerne les éléments pairs, il est la somme des côtés gauches et droits. Toutefois, afin de faciliter le calcul du NMI (cf. ci-dessous), le NME total peut être subdivisé en NME gauches et NME droits lorsque les fragments

ont pu être latéralisés. Dans le cas des os longs, le NME est calculé pour les trois portions de l'os (i.e., extrémité proximale, diaphyse et extrémité distale) ; les fragments de diaphyse rattachés à une épiphyse sont comptés avec les épiphyses ; les éléments complets sont comptés parmi la portion la plus représentée de manière à augmenter le NME. Ainsi, le NME d'un élément donné correspondra à la portion la mieux représentée de cet élément. Par conséquent, le NME est affecté par la fragmentation et devient difficile à décompter si celle-ci est trop importante. Les remontages osseux sont alors nécessaires pour ne pas surestimer le décompte du NME et aboutir à un nombre *maximal* d'éléments. D'ailleurs, lorsqu'un élément brisé en plusieurs morceaux a été recollé après la fouille, nous avons décompté chaque fragment en NRD pour un NME de 1. La précision du NME pour chaque élément et pour chaque portion permettra notamment de discuter des représentations squelettiques au sein des assemblages osseux et de la fréquence relative des portions d'os longs afin d'appréhender les agents responsables de l'accumulation et de la modification des ossements, les stratégies d'acquisition et de transport des carcasses.

#### 4.2.3. Nombre Minimum d'Individus (NMI)

Le Nombre Minimum d'Individus (« *Minimal Number of Individuals, MNI* ») est une estimation du nombre d'individus présents dans un assemblage osseux pour une espèce donnée, en se basant sur l'ensemble des éléments squelettiques attribués à cette espèce. Les estimations du NMI peuvent donc refléter la richesse (i.e., le nombre d'espèces, au même titre que le NRDt) mais également la diversité taxonomique (i.e., l'abondance relative des différentes espèces) d'un assemblage osseux. Néanmoins, cette unité ne tient pas compte de la fragmentation, des problèmes d'agrégation ou du transport différentiel. Le NMI est représenté par l'élément anatomique le plus abondant, c'est-à-dire par le NME le plus fort. Le NMI de fréquence (NMI<sub>f</sub>) prend notamment en compte la latéralité : il sera indiqué par le nombre maximal d'un élément anatomique selon le côté (gauche ou droit). D'autres critères peuvent également entrer en jeu de façon à raffiner le NMI : la taille, l'âge et le sexe, ou encore les appariements et les remontages. On parlera alors de NMI de combinaison (NMI<sub>c</sub>). Finalement, la fréquence relative d'une espèce au sein du spectre faunique pourra être quantifiée par le rapport mentionné ci-dessous, ce qui permettra de refléter les espèces dominantes de l'assemblage osseux et d'indiquer, éventuellement, les changements fauniques entre les niveaux stratigraphiques.

$$\text{Fréquence relative} = \text{NMI}_{\text{espèce}} / \text{NMI}_{\text{total}} \times 100$$

Cet indice peut également être adapté pour représenter la proportion de carnivores par rapport aux herbivores dans un assemblage faunique, une estimation parfois utile pour distinguer l'origine (anthropique ou non) de l'accumulation osseuse (Cruz-Uribe 1991; Klein et Cruz-Uribe 1984; Pickering 2002).

$$\% \text{ carnivore} = \text{NMI}_{\text{carn.}} / \text{NMI}_{\text{carn.+herb.}} \times 100$$

#### 4.2.4. Unité animale minimale (MAU) et pourcentage MAU (% MAU)

L'unité animale minimale ou « *Minimal Animal Unit* » (MAU) est une conversion du NME qui dépend de l'anatomie de l'espèce. Elle se calcule en divisant le NME total de chaque élément anatomique (donc indépendamment du côté) par la quantité spécifique (Qsp) de l'élément en question, autrement dit par sa fréquence dans le squelette de l'espèce considérée (Brugal et al. 1994). Soit :

$$\text{MAU} = \text{NME} / \text{Qsp}$$

Le pourcentage MAU (% MAU) est une normalisation du MAU qui se calcule pour chaque élément squelettique selon le MAU le plus fort. Il reflète la fréquence relative des éléments anatomiques par espèce et pourra être utilisé (à défaut de préférer le % NME) pour interpréter les représentations squelettiques de chaque taxon, les possibilités de transport sélectif des carcasses ainsi que les problèmes de conservation différentielle des ossements.

$$\% \text{ MAU} = \text{MAU} / \text{MAU}_{\text{max}} \times 100$$

#### 4.2.5. Indices de fragmentation

Le pourcentage de survie (Ps) reflète le taux de destruction des éléments osseux sur un site. Il prend en compte le MAU, estimé à partir du NME, et le NMI<sub>max</sub>, qui renvoie à la quantité d'éléments que l'on s'attendrait à retrouver dans l'assemblage osseux. Le Ps se calcule donc pour chaque élément de la façon suivante :

$$\% \text{ survie} = \text{MAU} / \text{NMI}_{\text{max}} \times 100$$

Le taux de détermination peut ensuite nous renseigner sur l'intensité de la fragmentation. Il sera calculé en divisant le nombre de restes déterminés par le nombre de restes total, soit :

$$\% \text{ dét.} = \text{NRD} / \text{NRT} \times 100$$

Le taux de complétude est un autre indice permettant de rendre compte de la fragmentation du matériel osseux. Il peut être calculé pour le squelette postcrânien en divisant le nombre de spécimens complets par le nombre de restes déterminés :

$$\% \text{ compl. postcrânien} = \text{NRD}_{\text{postcrânien complet}} / \text{NRD}_{\text{postcrânien total}} \times 100$$

Ce calcul peut aussi être adapté pour estimer le taux de complétude des os longs :

$$\% \text{ compl. os longs} = \text{NRD}_{\text{os longs complet}} / \text{NRD}_{\text{os longs total}} \times 100$$

Un autre rapport permet de différencier le degré de fragmentation de chaque élément squelettique et de déterminer si certains éléments ont été plus fragmentés que d'autres :

$$\% \text{ compl. par éléments} = \text{NRD} / \text{NME}$$

#### 4.2.6. Indices de représentation squelettique

Le rapport entre les éléments crâniens et postcrâniens pour les classes d'ongulés est parfois utilisé afin de distinguer les assemblages osseux créés par les carnivores de ceux créés par les humains (Cruz-Uribe 1991). Ce rapport sera basé sur les décomptes du NMI :

$$\% \text{ cr./pcr.} = \text{NMI}_{\text{crânien}} / \text{NMI}_{\text{postcrânien}} \times 100$$

Le rapport entre les petits os compacts de l'autopode et le reste du squelette postcrânien peut aussi être utilisé pour différencier les agents accumulateurs (humain ou carnivore) de restes squelettiques (Cruz-Uribe 1991). L'indice tel que reporté par l'auteur calcule le rapport entre les « *sesamoids, carpals, smaller tarsals, and phalanges* » et les éléments postcrâniens pour des bovidés pesant généralement moins de 200 kg (Cruz-Uribe 1991:479-481). Dans le cadre de la présente étude, nous considérerons donc la même analyse pour nos ongulés de taille 3 (i.e., caribou, mouflon) en excluant les plus grands tarses tels que le calcanéum et le talus. En revanche, pour les ongulés de taille 4 (i.e., orignal, bison, cheval, bœuf musqué) dont la masse corporelle est supérieure à celle des taxons

étudiés par Cruz-Uribe, nous décidons d'exclure le calcanéum et le talus mais également le cubo-naviculaire et les phalanges ayant une grosseur plus conséquente. Les décomptes en NMI sont ici utilisés :

$$\text{Fréquence des petits os compacts} = \text{NMI}_{\text{petits os compacts}} / \text{NMI}_{\text{postcrânien}}$$

### 4.3. Fragmentation *versus* fracturation

Alors que les méthodes permettant de discuter de la composition faunique, des représentations squelettiques et des profils de mortalité viennent d'être évoquées, il est important de discuter maintenant du taux de fragmentation des assemblages osseux qui peut être due à des activités humaines (e.g., extraction de la moelle) ou à des processus naturels. L'interprétation des stratégies économiques des humains peut être grandement biaisée par l'impact de facteurs naturels entraînant la destruction partielle du matériel osseux. Cette destruction est notamment due à la densité minérale de l'os qui confère à chaque élément squelettique un taux de survie différent. Avant d'aller plus loin, il est donc important de pouvoir évaluer la part des processus taphonomiques dans la conservation de l'assemblage osseux, et notamment l'impact des carnivores, en corrélant l'abondance relative des éléments squelettiques avec les indices de densité. Par la suite, il pourra être intéressant de discuter des stratégies de transport de par des corrélations avec les indices d'utilité nutritive. Finalement, nous aborderons la question d'une éventuelle extraction de la moelle et de la graisse, impliquant la fracturation des diaphyses d'os longs et la fragmentation intensive des portions spongieuses.

#### 4.3.1. Densité osseuse

Outre ses propriétés intrinsèques (i.e., taille, forme, stade de développement osseux), le taux de survie d'un élément squelettique dépend de sa densité minérale (Lyman 1984, 1985, 1994b). Ainsi, plus un élément osseux est de faible densité, plus il risque d'être détruit par des processus taphonomiques pré- ou post-dépositionnels ; par conséquent, il se retrouvera sous-représenté dans les analyses archéologiques. Un assemblage osseux affecté par le phénomène du « *density-mediated attrition* » doit donc être interprété avec prudence. Par exemple, les profils de mortalité illustrant une surreprésentation d'individus adultes pourraient aussi bien refléter une chasse sélective des humains

vers des individus dans la force de l'âge qu'une destruction différentielle des restes d'individus immatures, plus sensibles aux processus post-dépositionnels. De même, un assemblage osseux composé majoritairement d'éléments anatomiques de faible valeur nutritive pourrait résulter soit d'un transport préférentiel des parties plus nutritives vers un site de consommation ou de stockage, soit d'une conservation différentielle des éléments selon leur densité minérale osseuse (Faith et Behrensmeyer 2006; Faith et al. 2007; Grayson 1989; Lam et Pearson 2005). A ce sujet, les travaux de Lyman (1985) et Grayson (1989) illustrent clairement la relation étroite qui existe entre densité osseuse et indice d'utilité nutritive, d'où la nécessité d'évaluer l'impact du « *density-mediated attrition* » avant de s'engager vers des interprétations archéozoologiques.

Nous proposons donc une analyse de régression entre l'abondance relative des éléments squelettiques et les indices de densité minérale osseuse. Différentes méthodes permettent d'évaluer la densité d'un élément osseux. La densitométrie par émission de photons comporte des inconvénients : elle ne permet pas de distinguer l'hétérogénéité interne de la structure osseuse (notamment de la cavité médullaire des os longs) et renvoie de ce fait à des indices de masse osseuse (Lam et al. 2003). En revanche, l'emploi de la tomодensitométrie par rayons X (CT-scan) permet l'obtention d'indices de densité minérale osseuse proprement dite (i.e., *Bone Mineral Density*, BMD) qui prennent en compte la forme externe et interne de l'os et sont donc bien plus précis (Lam et al. 1999; Lam et al. 2003). Par ailleurs, la faible variabilité inter-taxonomique de ces valeurs de densité nous permet d'utiliser les mêmes données pour différentes espèces morphologiquement similaires. Ainsi, nous effectuerons le test pour les trois espèces dominantes de nos assemblages, soit le caribou, le cheval et le bison des steppes, à partir des indices de densité minérale osseuse obtenue par CT-scan pour le renne (*R. tarandus*), le cheval de Przewalski (*E. przewalskii*) et le gnou (*C. taurinus*), respectivement (Lam et al. 1999). Les valeurs seront ensuite corrélées selon la méthode des rangs de Spearman ( $r_s$ ). Une corrélation positive et significative soulignera l'importance des facteurs taphonomiques dans la destruction du matériel osseux et invitera à la prudence quant aux interprétations archéologiques (Grayson 1989). En revanche, une absence de corrélation permettra d'inférer les stratégies économiques des populations humaines et notamment d'établir des corrélations entre le % MAU et les indices d'utilités nutritives.

Par ailleurs, les portions anatomiques les moins denses étant généralement plus riches en nutriments (Grayson 1989; Lyman 1985), elles sont d'autant plus affectées par l'action des carnivores (Lyman

1984). Une action intensive de prédateurs et charognards sur un matériel archéologique peut toutefois détruire les manifestations culturelles qui nous permettraient de comprendre les économiques de subsistance des humains sur le site (e.g., stratégies de transport, activités de boucherie). Dans le cas d'un assemblage osseux caractérisé par une abondance d'éléments appendiculaires et une sous-représentation du squelette axial, l'archéologue pourrait y voir un transport sélectif par les humains, une destruction différentielle par les carnivores ou bien une combinaison de ces facteurs (Faith et Behrensmeyer 2006; Faith et al. 2007). Les observations éthologiques ont montré que les carnivores s'attaquent principalement aux épiphyses des os longs les plus riches en graisse, et par conséquent les moins denses. En outre, la consommation des extrémités spongieuses suit un ordre précis : les épiphyses proximales des humérus, fémurs et tibias sont détruites en premier, suivies des extrémités distales du radius et du tibia en cas de compétition intra ou interspécifique (Haynes 1980). La jonction humérus distal / radio-ulna proximal, en revanche, est peu affectée quelque soit le niveau de compétition (bien que l'olécrâne de l'ulna puisse toutefois être fortement rongé) (*op. cit.*).

Ainsi, de manière à évaluer l'impact des carnivores sur un matériel osseux, Faith et Behrensmeyer (2006) proposent une analyse en deux étapes. Il convient tout d'abord d'estimer le taux de survie des extrémités osseuses, et particulièrement des portions proximales d'humérus et de tibia, ainsi que des portions distales de radius et de tibia. Il s'agit ensuite de tester la corrélation entre la fréquence relative des épiphyses et la densité minérale osseuse. Dans un premier cas, si une forte corrélation avec la densité osseuse s'observe et que les radius et tibia distaux sont abondants, alors une sélection des portions osseuses les plus nutritives est dénotée et une faible compétition peut être conclue ; le matériel osseux n'est pas intensivement affecté par l'activité des carnivores. Dans un second cas, si la corrélation avec la densité osseuse n'est pas significative, un niveau élevé de compétition et un degré fort d'altération osseuse peuvent être suggérés : toutes les épiphyses auront été altérées sans distinction (les carnivores étant alors bien moins sélectifs, radius et tibia distaux ne seront pas surreprésentés par rapport aux autres extrémités d'os longs). Dans ce cas, l'interprétation des stratégies de subsistance des humains risque d'être biaisée (Faith et Behrensmeyer 2006; Faith et al. 2007). Cette analyse complémentaire des extrémités d'os longs sera traitée pour les espèces dominantes de nos assemblages, à partir des indices de densité osseuse de Lam et al. (1999).

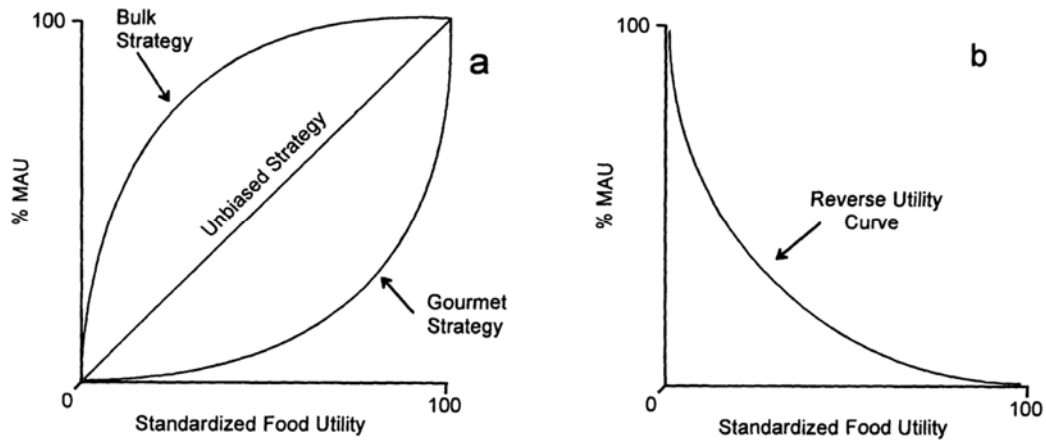


#### 4.3.2. Utilité nutritive

Lorsque l'assemblage osseux n'est pas soumis au phénomène de densité, la question du transport différentiel des carcasses peut être abordée. En effet, une fois la proie acquise, elle peut être consommée sur le site même de l'abattage ou bien être transportée vers un site de consommation. Dans ce deuxième cas de figure, la question est de savoir si la carcasse a été transportée en entier ou en partie seulement. Les stratégies de transport sont fortement influencées par la taille de la carcasse, le nombre de proies et de chasseurs ainsi que la distance entre le lieu d'abattage et le site secondaire. La notion de transport sélectif, ou « *schlepp effect* », définie par Perkins et Daly en 1968, propose ainsi une réduction de la taille des carcasses de grands ongulés par diverses techniques de boucherie afin de faciliter la manipulation et le transport d'un site à un autre (Klein et Cruz-Uribe 1984). Binford ajouta plus tard la composante de l'utilité nutritive dans les choix de transport : les parties faiblement nutritives sont plus souvent abandonnées sur les sites d'abattage contrairement aux parties hautement nutritives qui seront préférées (Binford 1978). De même, plusieurs autres chercheurs (Brink et Dawe 1989; Emerson 1990; Metcalfe et Jones 1988; Morin 2007; Outram et Rowley-Conwy 1998) attribuèrent des indices d'utilité nutritive à chaque élément et pour différentes espèces selon leur quantité de viande, de graisse et de moelle contenue dans les os (e.g., *General Utility Index*, GUI). Considérant la possibilité que certaines portions à faible valeur nutritive soient transportées avec des portions hautement nutritives, des indices ajustés sont également proposés pour chaque élément selon leur connexion anatomique avec des parties plus ou moins nutritives. Binford propose ainsi le « *Modified General Utility Index* » (MGUI), toutefois critiqué et souvent remplacé par le « *Food Utility Index* » (FUI) (Metcalfe et Jones 1988; Outram et Rowley-Conwy 1998) ou encore, plus récemment, le « *Corrected Food Utility Index* » (CFUI) (Morin et Ready 2013).

Finalement, la corrélation entre l'abondance relative des portions anatomiques (% MAU) et les indices d'utilité nutritive permet de dresser des courbes d'utilité (Figure 33) afin d'interpréter les stratégies de transport des carcasses et la fonction des sites (Binford 1978; Grayson 1989; Lyman 1994b; Marean et Frey 1997). Parmi ces courbes, on distinguera notamment la courbe positive dite « *bulk* », représentative d'un transport de quantité avec une sélection d'éléments anatomiques à hautes et moyennes valeurs nutritives, ainsi que la courbe positive « *gourmet* », représentative d'un transport basé sur la qualité avec une sélection axée principalement vers les éléments hautement nutritifs (Binford 1978). En revanche, une courbe hyperbolique négative, dite « *reverse utility* »,

souligne une abondance d'éléments à faible valeur nutritive qui pourrait indiquer un transport des éléments nutritifs vers un autre site, à moins que la courbe ne résulte d'une conservation différentielle des ossements. Connaître la fonction du site et évaluer l'impact du « *density-mediated attrition* » devient alors nécessaire pour interpréter un assemblage archéologique (Grayson 1989).



**Figure 33 : Courbes d'utilité nutritive mettant en relation la fréquence des éléments squelettiques (% MAU) et les indices d'utilité nutritive.**

(a) Courbes théoriques d'après Binford (1978) ; (b) courbe d'utilité inverse. Illustrations d'après Marean et Frey (1997), reproduites avec permission de Cambridge Univ. Press.

Dans ce travail, nous dresserons les courbes d'utilité nutritive pour les mêmes espèces dominantes qui furent précédemment évaluées selon leur densité. Pour le caribou, nous nous baserons sur le « *Food Utility Index* » standardisé (sFUI) de Metcalfe et Jones (1988), ainsi que sur le « *Unsaturated Marrow Index* » (UMI) qui pourrait être plus à même d'expliquer les stratégies de transport des groupes humains : le UMI a en effet l'avantage de prendre autant en considération la quantité de moelle que la qualité en terme de proportions d'acide oléique (Morin 2007; Morin et Ready 2013). Pour le cheval, nous utiliserons le sFUI (Outram et Rowley-Conwy 1998) et le UMI (Morin 2012). Enfin, les courbes d'utilité nutritive seront dessinées pour le bison à partir du « *Modified Averaged Total Product* » standardisé (sMAVGTP) (Emerson 1990), du UMI (Morin et Ready 2013) ainsi que des indices de moelle et de graisse des os longs désignés sous le terme « *Bone Utility Index* » (BUI) par Brink et Dawe (1989:141).

### 4.3.3. Exploitation de la moelle et de la graisse

#### 4.3.3.1. Longueur et circonférence des diaphyses

Afin d'évaluer le degré de fragmentation des os, nous utilisons la méthode de Bunn (1983) basée sur la circonférence des diaphyses. Entre un camp de chasseurs-cueilleurs San du Botswana et un repaire d'hyènes, il a en effet été reconnu que les os sont généralement plus complets en termes de longueur et de circonférence dans les repaires d'hyènes (Bunn 1983). A l'inverse, sur les sites anthropiques, les esquilles osseuses dominent. Cette fragmentation est due à une exploitation plus intensive des ressources animales (moelle, graisse, os) pour différentes utilisations (diète, outils, combustible). Ainsi, nous avons catégorisé tous les fragments diaphysaires de longueur supérieure à 30 mm dans trois classes afin de caractériser la fragmentation osseuse (Bunn 1983) :

- « ( » : la circonférence de l'os est inférieure à la moitié de la circonférence totale de l'os,
- « C » : la circonférence est supérieure ou égale à la moitié de la circonférence totale,
- « O » : au moins une partie de la diaphyse présente une circonférence complète.

Seuls les fragments diaphysaires sont ici pris en compte ; les épiphyses et les os complets ou présentant des cassures récentes sont exclus des analyses. Par ailleurs, si les cylindres diaphysaires sont souvent reportés dans les repaires de carnivores (Binford 1981; Bunn 1983; Haynes 1983b), une forte fréquence de diaphyses à circonférence complète peut également être le résultat de processus post-dépositionnels tels que la fracturation par compaction du sédiment (Villa et Mahieu 1991). Il conviendra alors de coupler ces données avec les observations taphonomiques – en évaluant notamment l'état de fraîcheur des fractures ainsi que la fréquence des traces de dents de carnivores – de manière à distinguer l'origine de la fragmentation (Outram 2001; Villa et Mahieu 1991). Par ailleurs, l'état de complétude des os longs est une autre méthode permettant d'inclure les épiphyses et les os complets dans nos analyses (Bunn 1983). Ces éléments ont été classés dans trois autres catégories :

- $< 1/2$  : une épiphyse rattachée à la diaphyse mesurant moins de la moitié de la longueur totale,
- $> 1/2$  : une épiphyse rattachée à la diaphyse mesurant plus de la moitié de la longueur totale,
- Complets : os complets ou presque complets, les deux épiphyses sont présentes.

Ainsi, dans un repaire d'hyènes, les éléments complets ou presque complets sont mieux représentés. Au contraire, les extrémités osseuses fracturées sur moins de la moitié de la longueur totale dominant dans un assemblage anthropique (Bunn 1983).

Les épiphyses peuvent aussi être fortement fracturées si une extraction de la graisse a eu lieu (Costamagno 2013; Outram 2001). La graisse contenue dans l'os spongieux est également très attractive pour les carnivores et les extrémités d'os long sont donc souvent détruites sous l'action du rongement. De ce fait, le nombre de fragments d'épiphyses devrait être faible comparé au nombre de fragments de diaphyses (Blumenschine 1988). En effet, d'après les expérimentations de Blumenschine menées dans le Parc National Seregenti en Tanzanie, sur des ossements de bovidés adultes, un ratio très faible (0,03) distingue les assemblages osseux créés uniquement par les carnivores (*i.e* « *carnivore-only* », ici en l'occurrence l'hyène tachetée) des assemblages uniquement anthropiques dont le ratio avoisine 0,33 (*i.e* « *hammerstone-only* ») (Tableau VII). Dans le cas où les deux agents seraient en cause, c'est-à-dire dans le cas d'un assemblage anthropique abandonné aux charognards en milieu ouvert et incluant des os encore riches en graisse (*i.e* « *open-vegetation, fat-rich bones* »), les résultats des expérimentations révèlent un ratio (0,02) proche de celui obtenu sur les assemblages créés par les carnivores uniquement. En revanche, dans un milieu fermé (*i.e* « *riverine woodland* ») ou dans un assemblage contenant des ossements pauvres en graisse (*i.e* « *fat-depleted bones* »), les assemblages anthropiques laissés aux charognards présentent un ratio plus proche des sites créés par les humains uniquement, soit 0,22 et 0,41 respectivement (Blumenschine 1988:489). Le ratio épiphyses/diaphyses sera donc pris en compte dans nos analyses, pour tous les fragments d'os longs supérieurs à 20 mm, afin de distinguer le rôle des humains et des carnivores sur l'assemblage osseux.

**Tableau VII : Ratio épiphyses/diaphyses pour différents types d'assemblages osseux**  
D'après Blumenschine (1988:489, Tabl. 3).

|                                     | Number of assemblages | Mean number of epiphyses per non-epiphyseal fragment | S.D. |
|-------------------------------------|-----------------------|--|------|
| (a) Carnivore-only                  | 9                     | 0,03   | 0,03 |
| (b) Hammerstone-only                | 4                     | 0,33   | 0,09 |
| Simulated sites                     |                       |  |      |
| (c) Open-vegetation, fat-rich bones | 10                    | 0,02   | 0,03 |
| (d) Riverine woodland               | 2                     | 0,41   | 0,08 |
| (e) Fat-depleted bones              | 2                     | 0,22   | 0,09 |

Dans le cas d'un ratio faible, des possibilités d'extraction de la graisse par les humains peuvent être envisagées (Costamagno 2013) (*cf.* chapitre 4.3.3.2, p. 122). Néanmoins, si une forte proportion de traces de dents s'observe sur ces pièces osseuses, c'est l'action des carnivores qui sera inférée dans la destruction des épiphyses (Blumenschine 1988) et l'exploitation de la graisse ne pourra alors pas être évaluée (Costamagno 2013; Outram 2001). Selon Blumenschine (1988), dans les assemblages créés uniquement par les carnivores (*i.e.*, « *carnivores only* »), le pourcentage de traces de dents sur les fragments d'os longs est d'environ 81,8 %, toute taille d'ongulé confondue. Dans une étude similaire appliquée au matériel osseux du site FLK *Zinjanthropus* en Tanzanie, Capaldo reportait un pourcentage de 63,7 %, toute taille d'ongulé confondue. Dans les assemblages anthropiques abandonnés aux charognards (*i.e.*, « *open-vegetation, fat-rich bones* »), le pourcentage est nettement plus bas, soit environ 15,2 % d'après Blumenschine (1988:491, Tabl. 5) et 21,7 % sur le site FLK (Capaldo 1997). En revanche, dans le cas d'un assemblage purement anthropique, la proportion de traces de dents devrait être extrêmement faible (< 5 %) (Costamagno 2013; Villa et al. 2004).

Les travaux de Blumenschine ont toutefois été largement repris et critiqués lors de l'interprétation de l'assemblage faunique du site FLK *Zinjanthropus* (Domínguez-Rodrigo et Barba 2006). Certains chercheurs y voyaient en effet une acquisition des parties squelettiques en trois séquences – félidés d'abord, puis hominidés et enfin hyénidés – d'après un fort pourcentage de traces de dents reporté sur les os longs des carcasses d'ongulés (Blumenschine 1995; Capaldo 1997; Selvaggio et Wilder

2001). D'autres chercheurs, en revanche, penchèrent plutôt pour une acquisition primaire par les hominidés suivie d'un charognage par les carnivores (Domínguez-Rodrigo 1997; Domínguez-Rodrigo et Barba 2006; Domínguez-Rodrigo et Piqueras 2003). Selon Domínguez-Rodrigo et Barba (2006), le pourcentage de traces de dents relevé par Blumenschine sur les ossements du site FLK (prétendant à une acquisition primaire par les félidés) serait surestimé en raison d'une mauvaise lecture des traces à la surface des os : certaines d'entre elles, alors interprétées comme des traces de dents, seraient en fait des altérations biochimiques créées par des bactéries et des champignons. En outre, ces mêmes auteurs soulignent l'importance de prendre en compte la fréquence et la localisation des traces anthropiques (découpe, marques de percussion) afin d'évaluer adéquatement l'ordre séquentiel d'acquisition des parties squelettiques. La reconnaissance des traces taphonomiques et les méthodes d'enregistrement qui seront appliquées au matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu sont développées plus bas (*cf.* chapitre 4.4.3.3, p. 150).

Finalement, les données prenant en compte la circonférence des diaphyses peuvent être croisées avec la longueur des fragments afin de mieux caractériser la fragmentation des diaphyses (Villa et Mahieu 1991). Les fragments osseux ont été mesurés et classés dans des catégories de longueur selon la méthode d'Outram (2001) : de 0 à 20 mm d'abord pour les plus petits fragments, puis par classes de 10 mm. Ainsi, deux catégories de longueur ont été distinguées pour cette analyse de la fragmentation des os longs : les esquilles diaphysaires de moins de 10 cm de long (soit environ moins du quart de la longueur totale de l'os) et les fragments diaphysaires de plus de 10 cm. Villa et Mahieu (1991) montrent qu'un assemblage osseux soumis à des processus post-dépositionnels sera dominé par de petites esquilles osseuses. En revanche, un assemblage osseux pour lequel l'extraction de la moelle a été pratiquée fournira certes de nombreuses petites esquilles mais également un pourcentage non négligeable de fragments diaphysaires longs et fins (environ 25 % sur le site archéologique de Fontbrégoua, France) (Villa et Mahieu 1991). Il est également noté que le rongement par les carnivores peut aussi produire de longues esquilles osseuses tout comme les stades d'intempérisation qui favorisent les cassures longitudinales (Binford 1981). Là encore, l'étude taphonomique permettra d'appuyer nos interprétations quant à l'origine de la fragmentation de par (1) la présence d'encoches, de traces d'impact et d'éclats osseux indicatifs d'une percussion intentionnelle par les humains, (2) la présence d'éclatements osseux et de traces de dents indicatifs d'une activité des carnivores ou encore (3) en relevant l'état de fractures sur os frais ou sec.

#### 4.3.3.2. Etat de fracture des os longs et proportions de types d'os

Les assemblages archéologiques sont généralement bien plus fragmentés que les assemblages créés par les carnivores (Bunn 1983). De nombreuses esquilles d'os longs pourraient donc signaler des activités d'extraction de la moelle par des groupes humains. Toutefois, divers processus naturels peuvent également mener à la fragmentation des os. Afin d'évaluer si l'humain est bel et bien responsable de la fragmentation d'un assemblage osseux, deux analyses seront traitées ici : (1) une analyse de l'état des fractures des fragments diaphysaires qui permettra de discuter d'une éventuelle extraction de la moelle et (2) une analyse de la proportion des fragments par type d'os afin de discuter d'une éventuelle exploitation de la graisse (Outram 1998, 2001).

La moelle et la graisse contenues dans les os représentent en effet une source hautement énergétique, soit presque le double du pouvoir calorique offert par les glucides et les protéines. Cette ressource s'avère particulièrement nécessaire dans les milieux froids, et notamment à la fin de l'hiver et au début du printemps : en effet, la condition physique des ongulés est affaiblie et entraîne un appauvrissement de la masse musculaire et de la moelle (Church et Lyman 2003; Costamagno 2013; Outram 2001; Saint-Germain 1997; Speth et Spielmann 1983). Dans les environnements périglaciaires, les ressources végétales sont également restreintes à cette période de l'année. Une consommation excessive de protéines contenues dans les viandes maigres, sans apport de glucides ou de lipides, peut toutefois causer des déficiences nutritionnelles sévères, entraînant parfois la mort (Speth et Spielmann 1983). L'apport de fruits séchés et de noix, ainsi que l'exploitation des graisses contenues dans les os, deviennent alors nécessaires. L'acide oléique contenu dans la graisse osseuse constitue à ce titre un acide gras insaturé essentiel aux besoins du corps humain (Binford 1978; Speth et Spielmann 1983). Morin (2007) souligne par ailleurs que le goût, la texture, la séquence de mobilisation de la graisse dans les différents ossements ainsi que la facilité d'extraction sont tout autant de variables pouvant influencer la sélection des parties squelettiques riches en acides oléiques. En plus de l'apport nutritif de ces acides gras, les graisses contiennent également des vitamines liposolubles (A, D, E, K) et, lorsque les portions osseuses sont bouillies, des minéraux nécessaires à la croissance et au bon développement de l'organisme sont libérés (Church et Lyman 2003; Saint-Germain 1997; Speth et Spielmann 1983). Une exploitation intensive des carcasses (incluant l'extraction de la graisse) a d'ailleurs été observée chez les Nunamiuts d'Alaska (Binford 1981) et les Evenks de Sibérie (Costamagno et David 2009) qui, notamment durant la mauvaise

saison, recherchaient un accès à la moelle et à la graisse. En Amérique du Nord, la fabrication de bouillon d'os est également une pratique courante chez les amérindiens (Saint-Germain 1997). En outre, le registre archéologique indique que des peuples préhistoriques, tels que les Norse du Groenland, auraient également exploité les carcasses de façon intensive (Outram 2001). Mais les qualités nutritives ne sont pas les seules caractéristiques des lipides et une exploitation de la graisse n'est pas nécessairement synonyme de stress alimentaire (Prince 2007). L'étanchéité des peaux, le traitement des cordes, le tannage, la combustion, ou même les pratiques rituelles sont autant de pratiques impliquant la fracturation des os longs pour l'exploitation des ressources animales (Costamagno 2013; Outram 2001).

La moelle est contenue dans la cavité médullaire des os longs, tandis que la graisse se concentre dans les parties spongieuses des éléments appendiculaires (i.e., épiphyses d'os longs) et axiaux (i.e., corps vertébraux). Moelle et graisse ne sont pas toujours consommées par les humains et les différences de traitement des carcasses devraient pouvoir s'observer à travers le matériel osseux. Il a été observé que les Nunamiuts d'Alaska extraient la moelle en fracturant les os au niveau des extrémités, créant parfois des cylindres diaphysaires (Binford 1978). Chez les Evenks de Sibérie, toutefois, lorsque la moelle est consommée crue, un accès direct à la cavité médullaire est nécessaire et engendre une fragmentation plus importante des diaphyses (Costamagno et David 2009). Cela implique un enlèvement préalable du périoste suivi d'une fracturation de la diaphyse, laissant alors paraître plusieurs stries longitudinales, des esquilles osseuses exhibant des fractures sur os frais et portant parfois des traces d'impacts, ainsi que des éclats osseux. En revanche, lorsque la moelle est consommée sous forme de bouillon, les os ne sont que grossièrement décharnés et simplement fracturés en deux (Costamagno et David 2009).

L'extraction de la graisse requiert quant à elle beaucoup plus de temps et d'énergie (Saint-Germain 1997). Une fracturation intensive des extrémités d'os longs et des vertèbres est nécessaire de manière à obtenir de petites pièces osseuses qui, une fois plongées dans l'eau frémissante (grâce à des pierres préalablement chauffées au feu), libèreront les graisses contenues dans l'os spongieux (Church et Lyman 2003; Costamagno 2013; Saint-Germain 1997); la graisse ainsi extraite se solidifiera après refroidissement et pourra aisément être récupérée. Cette comminution peut s'opérer sur les parties spongieuses appendiculaire et/ou axial dépendamment du besoin. L'os spongieux appendiculaire fournit en effet une graisse sensiblement distincte de l'os spongieux axial :



la graisse contenue dans les épiphyses d'os longs est plus riche en acides oléiques que celle contenue dans les éléments vertébraux (Binford 1978). La fragmentation de l'un plutôt que de l'autre pourrait alors refléter une sélection préférentielle de la graisse par les humains (Binford 1978; Outram 2001; Prince 2007). Il est également supposé que des trous de foyer, des morceaux de charbon, des galets chauffés au feu ou encore des pierres-enclumes et des percuteurs puissent être présents sur le site (Church et Lyman 2003; Costamagno 2013; Prince 2007). Finalement, pour détecter une exploitation de la graisse et de la moelle à partir d'un matériel osseux, il convient d'une part d'évaluer l'état de fractures des fragments diaphysaires ainsi que les proportions de type d'os selon les classes de longueur et, d'autre part, de pouvoir exclure les processus taphonomiques naturels de la fragmentation des ossements (Costamagno 2013; Outram 2001; Prince 2007; Villa et Mahieu 1991).

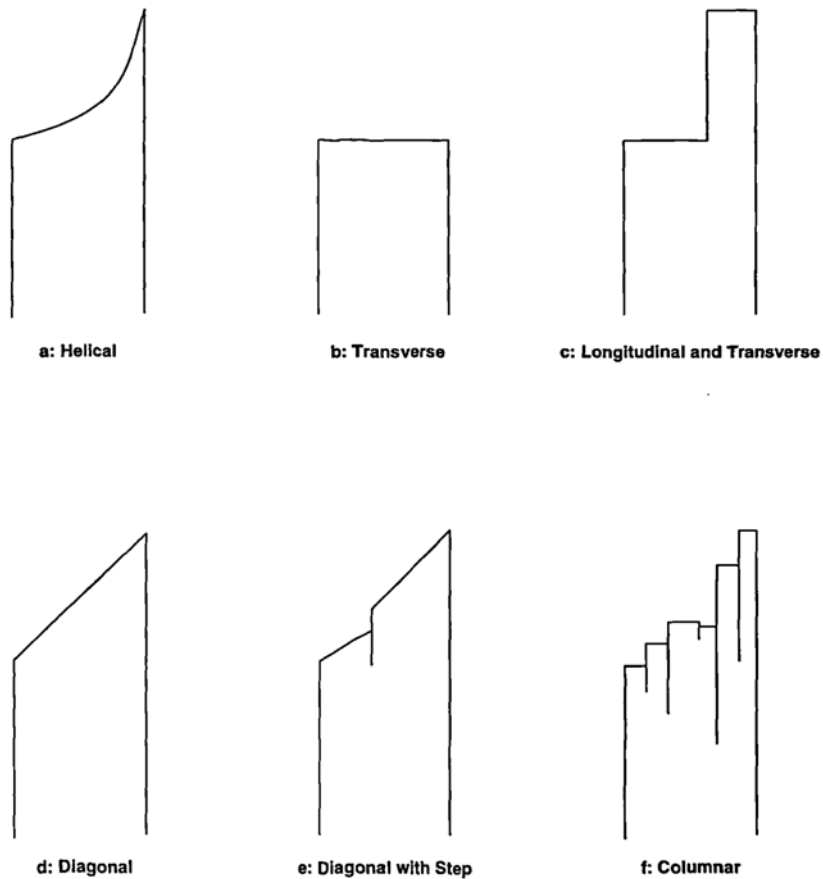
Dans un premier temps, nous évaluons donc l'état de fractures des diaphyses d'os long afin de mettre en évidence une éventuelle extraction de la moelle. Nous utilisons à ce titre les travaux d'Outram (1998, 2001) qui proposent une méthode d'enregistrement rapide des données, basée sur des études préliminaires de fractures osseuses (Johnson 1985; Morlan 1980; Villa et Mahieu 1991). Ainsi, pour chaque fragment de diaphyse supérieur à 30 mm de longueur, nous attribuons un indice relatif à l'état de fracture (équivalent au FFI = *Fracture Freshness Index*). Cet indice se base sur la combinaison de trois critères principaux : l'angle, la texture et le profil de la fracture (Tableau VIII). Pour chacun, un score de 0 à 2 est attribué en fonction de l'état de l'os (frais ou sec) :

- L'angle de fracture est l'angle entre le pan de fracture et la surface externe de l'os. Il peut être aigu ou obtus dans le cas d'une fracture sur os frais (score 0), ou droit lorsque la force s'exerce sur un os sec (score 2).
- La texture définit l'aspect de surface du pan de fracture. Elle sera lisse sur un os frais (score 0) et rugueuse sur un os sec (score 2).
- Le profil de fracture correspond à la forme que prend la fracture selon l'axe longitudinal de l'os (Figure 34). Sur os frais, la fracture est dite spiralée et « tourne » autour du grand axe (score 0) (Figure 34, a). Sur os sec, la fracture sera longitudinale (ou parallèle à l'axe, en suivant les fissures de l'os), oblique/droite ou transverse (i.e., perpendiculaire à l'axe dans le cas d'un os très sec ou minéralisé) (score 2) (Figure 34, b-f).

**Tableau VIII : Résumé des critères permettant de différencier les types de fractures osseuses.**

Tableau adapté de Outram (1998) et basé sur les travaux de Morlan (1980) et Johnson (1985).

| Caractéristiques                                       | Os frais                         | Os sec                                | Os minéralisé                     |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Point d'impact   | Présent                          | Présent ou absent                     | Absent                            |
| Surface de la fracture                                 | Lisse                            | ± rugueuse                            | Rugueuse                          |
| Angle formé avec la surface corticale                  | Obtus ou aigu                    | ± perpendiculaire                     | Perpendiculaire                   |
| Terminaison de la fracture                             | Avant les épiphyses              | Peut traverser les épiphyses          | Peut traverser les épiphyses      |
| Couleur de la fracture                                 | Même couleur que surface externe | Peut différer avec la surface externe | Contraste avec la surface externe |
| Fissures   | Absentes                         | Possibles                             | Possibles                         |
| Profil de la fracture par rapport à l'axe longitudinal | Spiralé                          | Variable (non spiralé)                | Droit ou transverse               |



**Figure 34 : Représentation schématique des différents profils de fractures osseuses.**

(a) Fractures en spirale obtenue sur os frais ; (b, c, d, e, f) fractures transverses, longitudinales, diagonales ou en colonnes, caractéristiques des fractures sur os sec. Illustration d'après Outram (1998), reproduite avec permission.

Un score de 1 représente un stade intermédiaire avec des caractéristiques mixtes. Finalement, la somme des trois scores permet d'obtenir un indice final, appelé FFI, compris entre 0 et 6 : 0 représentant des fractures typiques sur os frais et 6, des fractures sur os sec (Karr et al. 2010; Outram 1998, 2001). Ainsi, dans un graphique mettant en relation le nombre de spécimens par rapport au score FFI, une surreprésentation d'éléments dans les catégories 5 et 6 (os sec) soulignera l'importance des processus post-dépositionnels dans la fragmentation de l'assemblage osseux. Au contraire, une faible proportion de fractures sur os sec et une surreprésentation d'éléments dans les catégories 0 et 1 (os frais) indiquera une fracturation des os encore à l'état frais ; l'origine culturelle peut alors être suggérée. La qualification d'un état de fracture est un exercice quelque peu subjectif et il est difficile de déterminer précisément si la fracture a eu lieu sur os frais ou sec. La méthode du FFI développée par Outram offre une certaine marge d'erreur. En ce sens, les catégories intermédiaires 2, 3, et 4 rassemblent les spécimens osseux qui présentent des caractéristiques de fractures sur os plus ou moins frais ou sec. Des fragments dans la catégorie 3 (comprenant autant les stigmates d'une fracture sur os frais que ceux d'une fracture sur os sec) complexifient par contre les interprétations et proposent un scénario selon lequel une extraction de la moelle aurait pu s'opérer, suivie d'une fragmentation sur os sec due à des processus post-dépositionnels. L'état de surface des os et l'impact des facteurs taphonomiques seront donc à prendre en compte. Il est à noter d'ailleurs que certains fragments diaphysaires ont été exclus de ces analyses en raison de l'impossibilité à deviner l'état de fracture due à l'altération trop poussée de la surface osseuse (e.g., vermiculations, intempérisation, ou encore rongement/léchage intensif).

Pour ce qui est de l'exploitation de la graisse, il est reconnu que plus la comminution des portions spongieuses est prononcée, plus rapide et importante sera l'extraction de la graisse. Les observations ethnographiques et les expérimentations de Church et Lyman (2003) montrent en effet que des éléments osseux peu fragmentés fournissent 80 % de leur graisse après 5 heures d'ébullition. En revanche, une fragmentation poussée en petites pièces osseuses de dimensions inférieures ou égales à 50 mm est bien plus efficace et fournit 80 % de la graisse en 2-3 heures d'ébullition seulement. En d'autres termes, bien qu'il soit possible d'extraire la graisse à partir de longs fragments osseux, une fracturation préliminaire des éléments en très petits fragments ( $\leq 50$  mm) permet des économies de

temps mais aussi de combustible nécessaire au processus d'ébullition (Church et Lyman 2003). Il convient alors de déterminer si les parties spongieuses appendiculaires et/ou axiales ont été réduites à des fragments de petite taille pour distinguer si une extraction de la graisse a eu lieu. Pour cela, Outram (1998, 2001) propose de classer chaque fragment par types d'os selon leur importance nutritive et de les confronter aux classes de longueur. Ainsi, une forte proportion de fragments de type « spongieux » dans les petites classes de longueur pourra suggérer une exploitation de la graisse par les humains. Encore une fois, les processus taphonomiques doivent être attentivement examinés afin de rejeter les facteurs naturels comme responsables de la fragmentation (Costamagno 2013; Outram 2001). Il sera donc important d'inspecter notamment l'impact des carnivores qui ont tendance à s'attaquer aux parties riches en graisse, ainsi que les processus climato-édaphiques tels que la gélifraction qui peut mener à l'éclatement d'un élément osseux en plusieurs petits fragments (Guadelli 2008). Enfin, la méthode ici décrite prend en compte tous les spécimens de toutes les classes de longueur, incluant les indéterminés. Les fragments sont classés selon la méthode d'Outram (1998, 2001), plus tard reprise par Karr et al. (2010). Les spécimens osseux trop fragmentés et trop altérés par des processus taphonomiques divers, et ne pouvant que difficilement être identifiés à l'une de ces catégories, ont été exclus des analyses.

1. Spongieux appendiculaire (fragments d'épiphyse d'os longs)
2. Spongieux axial (fragments de corps vertébraux)
3. Spongieux divers (fragments indéterminés, appendiculaire ou axial)
4. Cortical diaphysaire (fragments de diaphyses d'os longs)
5. Côtes, mandibules et processus vertébraux
6. Os complets ou partiels (incluant les épiphyses non fragmentées)
7. Autres (crâne, dents, os plats)

Finalement, l'origine culturelle de la fragmentation pourra être inférée à condition que tous les points suivants soient réunis : (1) les éléments complets ou presque complets et les cylindres diaphysaires sont rares comparativement aux esquilles osseuses, (2) les esquilles d'os longs à circonférence incomplète dominent l'assemblage, (3) l'état de fracture des os longs indique un FFI faible et suggère donc des fracturations majoritairement sur os frais, (4) il a été montré que les processus taphonomiques post-dépositionnels n'ont eu qu'un faible impact sur la fragmentation et (5) des traces d'activités humaines (stigmates de découpe, impact dynamique et marques de percussion,

etc.) ont été observées. Les points 4 et 5 seront traités dans la partie qui suit. Par ailleurs, si tous les points qui viennent d'être mentionnés sont respectés, une exploitation de la graisse peut également être décelée si (6) les fragments d'os spongieux ont été énumérés en grande quantité au sein des petites classes de longueur.

## **4.4. Taphonomie**

Nous présentons ici une liste des processus taphonomiques qu'il est important de prendre en compte si l'on veut pouvoir expliquer la formation de l'assemblage osseux des Grottes du Poisson-Bleu. Ces facteurs, naturels et culturels, ont joué un rôle sur l'accumulation et la modification du matériel faunique et peuvent être décelés au travers des diverses traces qu'ils ont laissé sur les ossements. Nous passons donc en revue les différents processus climato-édaphiques et biologiques en relatant la façon dont ils s'expriment sur les surfaces osseuses et comment ils peuvent être distingués. Nous insisterons ensuite sur les problèmes d'équifinalité – selon lesquels différents agents taphonomiques peuvent créer une même trace – qui peuvent grandement enrayer les interprétations archéologiques. Ces problèmes d'équifinalité ne doivent pas être pris à la légère notamment dans le cas de notre site d'étude qui fut longuement plongé dans la controverse. Enfin nous terminerons avec une note sur nos méthodes d'enregistrement relatives au matériel faunique des Grottes I et II.

### **4.4.1. Processus climato-édaphiques**

#### **4.4.1.1. Intempérisation**

L'intempérisation (ou « *weathering* »), définie par Behrensmeyer (1978), est un processus de séparation des composants organiques et inorganiques de l'os, et de destruction par des agents physiques et chimiques. Il est variable dans le temps et selon le milieu environnemental, dépendant particulièrement des fluctuations de température et d'humidité ainsi que du pH du sol et du type de végétation (Behrensmeyer 1978). Il dépend également de facteurs intrinsèques tels que le type d'ossement, la taille et l'âge de l'animal. Aussi, la méthode ne s'applique qu'aux mammifères adultes et de plus de 5 kg ; les dents et bois de cervidés ne sont pas pris en compte (Behrensmeyer 1978). L'auteur établit cinq stades d'intempérisation en fonction de l'intensité des dommages, allant des

simples fissures longitudinales à des craquelures plus profondes, des exfoliations, voire des destructions de certaines portions osseuses (Tableau IX).

**Tableau IX : Stades d’intempérisation selon Behrensmeyer (1978).**

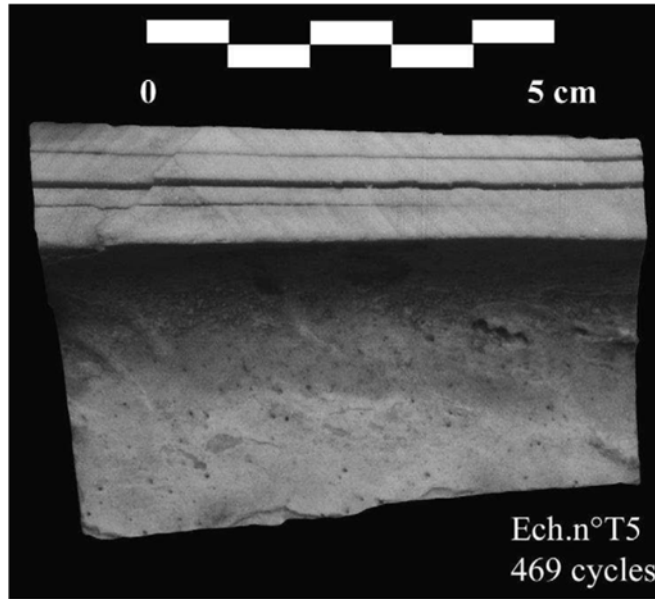
| <b>Stades</b> | <b>Observations</b>   |
|---------------|---|
| 0             | Aucun signe de craquelure ou écaillage  |
| 1             | Craquelures longitudinales fines, parallèles aux structures fibreuses des os longs, en mosaïque au niveau des articulations |
| 2             | Ecaillage/exfoliation et craquelures plus profondes/prononcées/angulaires   |
| 3             | Cortex disparu, texture fibreuse/rugueuse. Exfoliation et craquelures arrondies   |
| 4             | Entièrement fibreux, avec craquelures fragmentées ou à bords arrondis   |
| 5             | Large esquilles détachées, os très fragile, craquelures profondes   |

Il est important de noter que les études expérimentales de Behrensmeyer concernant ce processus climatique ont été menées initialement dans des régions chaudes d’Afrique tropicale qui diffèrent donc de l’environnement périglaciaire représenté par notre étude béringienne. Toutefois, nous reprenons ici les même stades de manière à décrire les altérations climatiques sur le matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu, tout en gardant en tête que le contexte karstique et périglaciaire de notre site a certainement freiné l’apparition des stades d’intempérisation. En effet, les cavités peuvent offrir une protection rocheuse contre les intempéries. En outre, les restes squelettiques peuvent se conserver durant des milliers d’années dans l’arctique canadien, dépendamment de cinq facteurs qui influencent la détérioration des ossements (Sutcliffe 1990) : (1) la position des éléments (en surface ou enfouis dans le permafrost), (2) le taux d’humidité, (3) le pH du dépôt, (4) le nombre de mois dans l’année qui supportent une couverture de neige et (5) le degré d’exposition aux processus atmosphériques tels que la température. Lors d’une étude du site Tayara (Territoire du Nunavik, Québec), Todisco et Monchot (2008) ajoutent que la détérioration des ossements en contexte périglaciaire dépend notamment de leur profondeur d’enfouissement : l’épaisseur de la couche sus-jacente limite en effet les changements de température, le stress thermique, la dessiccation, ainsi que les processus photochimiques et photomécaniques. De plus, un enfouissement rapide et permanent diminue le risque d’exposition au soleil et d’érosion éolienne

(Behrensmeyer 1978; Todisco et Monchot 2008). Considérant l'importance du dépôt éolien en Béringie durant les stades glaciaires du Pléistocène, nous pouvons supposer que les ossements enfouis rapidement dans le loess des Grottes du Poisson-Bleu, à l'intérieur ou proche des cavités rocheuses, ne devraient présenter qu'un faible stade d'intempérisation.

#### 4.4.1.2. Gélifraction

Quelques études expérimentales ont été réalisées sur des restes fauniques (os, dents, bois, modernes et fossiles) dans le but de comprendre les phénomènes de gélifraction dans les environnements périglaciaires (Guadelli 2008; Guadelli et Ozouf 2000). Si les auteurs insistent largement sur les précautions à prendre face à une étude préliminaire de l'action des cycles gel/dégel, ils tirent tout de même certaines conclusions qui seront prises en considération ici. Ainsi, le phénomène de gélifraction dépendrait non pas de la teneur en eau, ni de l'intensité ou de la durée du gel, mais plutôt de l'alternance des cycles gel/dégel et surtout de la porosité de l'élément affecté : une porosité faible (comme celle des os compacts) encourage le processus (Guadelli 2008). Les os longs complets soumis aux cycles gel/dégel ne devraient pas se briser ; un fendillement peut se créer mais les fissures longitudinales dans la masse de l'os compact auront tendance à s'amortir à l'approche du spongieux. Les os incomplets, toutefois, présenteront des fissures longitudinales qui amèneraient sur le long terme à un délitage de plaques osseuses dites « en assiettes » (Figure 35) ou « en allumettes » selon leur largeur et leur épaisseur (Guadelli 2008:141, Fig. 17). Les os courts se détruiraient plus rapidement en commençant par une disparition de la surface externe compacte. Les bois, compte tenu de leur porosité et de leur capacité d'absorption des déformations, résisteront mieux que les os aux cycles gel/dégel. Les dents, quant à elles, verront leur dentine se fragmenter en polyèdres pour aboutir à des tubes d'émail qui se rempliront de sédiments. Ces derniers sont susceptibles d'être détruits à leur tour par des processus diagénétiques. Les os allongés et les dents d'individus immatures semblent se fragmenter de la même façon que les éléments d'individus adultes.

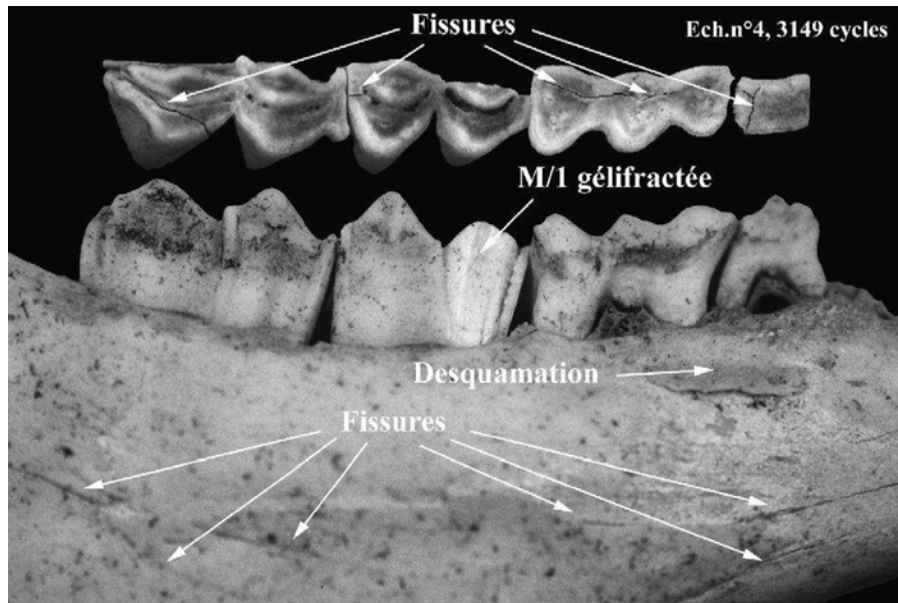


**Figure 35 : Fragmentation en « assiettes » d'une portion de diaphyse de fémur de bovidé au bout de 469 cycles de gel/dégel.**

Illustration et expérimentation d'après Guadelli (2008). Image reproduite avec permission. Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Finalement, les éléments squelettiques réagissent différemment aux effets des cycles gel/dégel (Guadelli 2008; Guadelli et Ozouf 2000). L'absence d'étude plus approfondie de l'action de ce processus climatique sur un assemblage ostéologique constitue une limite dans nos interprétations du degré de fragmentation. En outre, les caractéristiques physiques issues de ces études préliminaires sont d'autant plus difficiles à observer sur un assemblage fossile fortement fragmenté. En fait, chaque cycle gel/dégel contribue à augmenter chaque fois la fragmentation des spécimens osseux jusqu'à rendre leur identification impossible. Les fissures et desquamations peuvent aussi s'apparenter aux effets du « *weathering* » (Figure 36) (Todisco et Monchot 2008). Par ailleurs, une exfoliation de la surface totale d'un fragment osseux (i.e., perte de la lamelle d'os compact externe), par intempérisation ou par délitage en « assiettes », peut être difficile à distinguer dépendamment de la taille du fragment. Enfin, les fissures peuvent également être provoquées par le piétinement des mammifères, les mouvements du sol ou les chutes de pierres. Un décompte des dents et os présentant des altérations similaires à celles décrites dans les études expérimentales (Guadelli 2008; Guadelli et Ozouf 2000) sera effectué dans la présente étude afin de déceler un éventuel phénomène de gélifraction qui aurait pu affecter les assemblages osseux. Le résultat devra toutefois être interprété en prenant compte des biais qui viennent d'être mentionnés.





**Figure 36 : Effets des processus climatiques sur les restes osseux.**

Mandibule de mouton présentant des fissures longitudinales et des surfaces desquamées après 3149 cycles gel/dégel. Illustration et expérimentation d'après Guadelli (2008). Image reproduite avec permission. Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

#### 4.4.1.3. Abrasion éolienne et sédimentaire

Les ossements abandonnés en surface peuvent également être affectés par des particules sédimentaires fines, transportées par des vents forts et répétés (Fisher 1995). Considérant le dépôt loessique qui caractérise le sédiment des Grottes du Poisson-Bleu et le climat rigoureux des stades glaciaires, nous pourrions supposer que notre matériel osseux puisse présenter les caractéristiques de cette abrasion éolienne, c'est-à-dire des bords émoussés et des surfaces corticales desquamées (Shipman 1981:113-114). Par ailleurs, une abrasion sédimentaire peut se produire au contact de l'élément osseux à même le sol ou légèrement enfoui, soit par piétinement par des mammifères (*cf.* chapitre 4.4.2.4, p. 141), soit par transport par l'eau ou lors de mouvements du sol (Dixon 1984; Thorson et Guthrie 1984). Ces derniers peuvent résulter de phénomènes périglaciaires tels que la solifluxion qui pourrait être présente sur le site des Grottes du Poisson-Bleu. En effet, en l'absence de couverture végétale, les cycles gel/dégel peuvent provoquer des mouvements de sédiments le long des pentes. Dans ce cas, le frottement des éléments osseux sur des particules sédimentaires

engendrera des surfaces abrasées avec des bords arrondis et, dans le cas de particules très fines, des polis présentant un aspect lustré (Shipman et Rose 1988). L'abrasion peut également laisser des stries à la surface des os, superficielles ou profondes, isolées ou multiples, droites ou courbes, sans orientation ni localisation particulière (Olsen et Shipman 1988). La taille et la forme des constituants minéraux du dépôt sédimentaire sont des paramètres importants dans la conservation des vestiges : des éléments grossiers et anguleux, tels que les gélifracts calcaires du complexe karstique, ont un fort potentiel d'abrasion et peuvent laisser des stries profondes tandis que des particules fines, telles que le loess allochtone, offrent un meilleur taux de conservation mais peuvent engendrer des polis sur les surfaces osseuses à force de frottement (Lyman 1994b; Shipman et Rose 1988). Les surfaces convexes et les crêtes osseuses sont par ailleurs plus susceptibles d'être altérées par ce phénomène. Les critères énoncés par Olsen et Shipman (1988) aident à la différenciation entre abrasion naturelle et stigmates culturels (*cf.* chapitre 4.4.3.2, p. 144).

#### 4.4.1.4. Action hydraulique, action du sol et colorations

Si l'épaisseur du dépôt favorise la préservation du matériel faunique en réduisant les dommages créés par les facteurs climato-édaphiques et biologiques (Todisco et Monchot 2008), la compaction et le poids du sédiment peuvent entraîner des fracturations ou des déformations physiques des restes osseux (Brain 1981; Shipman 1981). Néanmoins, les assemblages squelettiques des Grottes du Poisson-Bleu, dont le dépôt sédimentaire atteint jusqu'à 2 m (Cinq-Mars et Morlan 1999), ne devraient pas avoir été affectés par ce processus géologique.

En revanche, le ruissellement au sein d'un réseau karstique encore actif et le long des pentes à l'entrée des grottes peut contribuer au transport de certains éléments squelettiques en surface et à l'altération des spécimens aussi bien avant qu'après leur enfouissement. Le transport par l'eau entraîne de ce fait un contact entre les os et les particules sédimentaires, pouvant causer des stries multidirectionnelles et des bords émoussés, des desquamations de la surface osseuse ainsi que des fissures et des fracturations (Shipman 1981:113-114). L'intensité de ces altérations dépendra notamment de la structure de l'os mais aussi du type de sédiment et de la taille des grains ainsi que de la vitesse de l'écoulement. La circulation de l'eau dans le sédiment peut également engendrer des dissolutions de la surface osseuse, représentées par de petites dépressions sur l'os ou par des surfaces émoussées/polies.

La nature du sol doit aussi être prise en compte (Lyman 1994b; Nicholson 1996; Shipman 1981). Dans des sols à pH acide, tels que ceux qui supportent la forêt boréale aujourd'hui présente dans le Territoire du Yukon, la dissolution de la fraction minérale de l'os est d'autant plus marquée. Au contraire, un pH neutre, ou alcalin comme un dépôt de limons et de fragments calcaires, a un meilleur pouvoir de conservation des éléments squelettiques (Nicholson 1996; Shipman 1981). Par contre, une trop forte alcalinité peut engendrer des concrétions de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) à la surface des os. Les cycles alternés d'humidification et de dessiccation tendent aussi à altérer les restes osseux. De plus, la texture du sol contrôle le drainage et l'aération qui, avec le pH et la température, joue un rôle sur le développement de l'activité microbienne et de la croissance bactérienne (Nicholson 1996). Si ces facteurs extrinsèques influencent la conservation des assemblages squelettiques, des facteurs intrinsèques (taille des éléments, porosité, structure chimique et moléculaire) qui dépendent eux-mêmes du taxon, de l'âge et du sexe de l'individu, sont aussi à prendre en considération (Lyman 1994b; Nicholson 1996). Enfin, le temps pendant lequel les vestiges sont enfouis, ainsi que la profondeur d'enfouissement, sont des variables significatives dans l'équation des processus diagénétiques (Lyman 1994b). Cette multitude de facteurs illustre bien la complexité des processus post-dépositionnels.

Un assemblage osseux peut parfois subir des colorations si le sédiment dans lequel il repose contient des oxydes métalliques (Hill 1982; Morlan 1980). Le phosphate de fer (ou vivianite) peut être facilement décelé de par sa couleur bleue/verte (*cf. Blue Babe*, Guthrie 1990:79-80), tandis que l'oxyde de fer se remarque par une couleur rouge orangé. L'oxyde de manganèse a une couleur noire sombre qui peut rappeler l'aspect d'un os carbonisé (Shahack-Gross et al. 1997). Le dépôt de manganèse est commun dans les environnements karstiques où la circulation des eaux provoque la dissolution du calcaire et la libération des particules de manganèse contenues en petites quantités dans la formation carbonatée (Hill 1982). Plus tard, la précipitation de ces particules, par perte du dioxyde de carbone, oxydation et évaporation, entraînera un dépôt noir sur le matériel osseux. L'oxydation peut aussi être favorisée par la présence de micro-organismes dans l'environnement (Hill 1982). Le dépôt se présente finalement sous forme de petites dendrites isolées ou, dans des cas plus extrêmes, de plaques noires recouvrant toute la surface osseuse avec certaines particules de ferromanganèses pénétrant parfois à l'intérieur de l'os (Lopez-Gonzalez et al. 2006). La distinction entre les os brûlés, les os colorés par le manganèse et ceux atteints par ces deux phénomènes s'avère

ainsi relativement difficile et certains auteurs préfèrent favoriser une étude au rayon X plutôt qu'une simple observation à l'œil nu (Lopez-Gonzalez et al. 2006).

#### 4.4.1.5. Chutes de pierres

Malgré le rôle protecteur des abris rocheux contre les intempéries, les chutes de pierres constituent le point négatif des contextes karstiques. De même que les sites en pied de falaise peuvent être victimes d'éboulements, les parois et le plafond des grottes soumis à des facteurs divers (e.g., développement de la végétation et croissance des racines, dissolution ou même gélifraction dans les climats froids), peuvent se désagréger en éléments de taille plus ou moins considérable. Ces chutes de pierres peuvent occasionner des éraflures sur les vestiges osseux, ainsi que des fractures présentant des négatifs d'enlèvements conchoïdaux ou des traces d'impact, et peuvent engendrer également des éclats osseux (Dixon 1984; Fisher 1995). Ces altérations peuvent être similaires aux modifications par percussion induites par les humains (*cf.* chapitre 4.4.3.1, p. 142).

#### 4.4.1.6. Racines de plantes

Les racines sont un autre agent biologique qui peut, dépendamment de la couverture végétale, entraîner une altération extrême des surfaces osseuses. Les empreintes de racines sont causées par les acides carboniques libérés par les plantes ou par les champignons associés à la décomposition des racines en contact avec l'os (Behrensmeyer 1978; Binford 1981; Lyman 1994b; Morlan 1980). Selon le temps de contact, les racines peuvent simplement teinter la surface osseuse ou bien la dissoudre en creusant des sillons irréguliers, multiples ou isolés, au fond lisse et arrondi (profil en U). Ces vermiculations sont généralement reconnaissables et ne doivent pas être interpréter comme le résultat d'une activité anthropique (Binford 1981; D'Errico et Villa 1997). Elles n'ont d'ailleurs aucune localisation ou orientation précise sur l'os. Lorsque l'extrémité d'une racine est en contact avec l'os, un petit trou de dissolution peut aussi se former et devient parfois plus difficile à distinguer de la dissolution causée par des sucs gastriques ou par des eaux acides. Les racines peuvent également provoquer des fractures osseuses quand elles grandissent à l'intérieur d'un os (Behrensmeyer 1978; Morlan 1980). L'intensité des dommages causée par ce facteur biologique dépend finalement de la profondeur d'enfouissement et du type de végétation.

## 4.4.2. Processus biologiques

### 4.4.2.1. Humains

L'humain peut constituer un facteur majeur dans l'accumulation et la modification des assemblages squelettiques et joue de ce fait un rôle important dans la conservation de ceux-ci. L'étude du facteur humain dans les analyses taphonomiques commence par des observations ethnographiques dans le but de comprendre le comportement des populations humaines face à des environnements variés qui influencent la disponibilité des ressources et les développements technologiques. On peut citer entre autre les travaux majeurs de Binford (1978) sur les esquimaux Nunamiuts d'Alaska, ou ceux de Brain (1981) sur les Hottentots du sud de l'Afrique. Ces observations permettent de relater les choix et les activités qui se sont opérés sur une carcasse à partir des traces laissées sur les vestiges osseux. Il en résulte un schéma opératoire plutôt récurrent qui ne diffère que légèrement d'une ethnie à une autre (Binford 1981). Ce schéma comprend les techniques d'acquisition des proies, les activités de boucherie et le transport différentiel des carcasses s'il y a lieu, ainsi que l'aboutissement final d'un élément selon les besoins d'une population, alimentaires ou industriels. Les animaux fournissent en effet une large gamme de produits essentiels aux populations humaines : viande, moelle, graisse, sang, cerveau, organes, tendons, peau, dents, os (Lyman 1994b). Les gestes et les choix pour l'acquisition de tels produits s'observent aux travers de stries fines ou de rainures plus grossières, de fractures en spirale avec traces d'impacts et éclats conchoïdaux, de surfaces abrasées ou polies, et parfois même de traces de dents (Binford 1981; Brain 1981). Suite à son étude ethnoarchéologique dans le nord du Canada, Binford (1981) observe la localisation des stigmates anthropiques sur les restes squelettiques et mentionne quatre séquences de traitement des carcasses selon le but recherché :

- le dépeçage : qui consiste à retirer la peau avant la découpe,
- le démembrement : qui s'apparente à la désarticulation et s'applique dans le but de séparer les parties squelettiques afin de faciliter la manipulation et le transport,
- le filetage : qui s'apparente à l'éviscération et à la décarnisation, permettant la séparation de l'os, des organes, et de la viande,
- et la fracturation : qui consiste à extraire la moelle et la graisse contenue dans les os pour des besoins nutritifs, pour entretenir en feu, ou pour la fabrication d'outils.

Des activités secondaires peuvent également résulter des activités proposées par Binford, selon les besoins : extraction des viscères, du sang, du cerveau, de la moelle et de la graisse ou encore prélèvement des tendons (Lyman 1994b). Les traces de découpe sont réalisées avec un outil en pierre et sont généralement exercées de façon réfléchie selon les insertions ligamentaires et tendineuses ; cela se traduit par une localisation particulière des traces sur les os selon les activités pratiquées et des gestes répétitifs d'un boucher à un autre traitant des carcasses d'une même espèce (Binford 1981). En outre, ces traces ne devraient pas s'observer sur tout le contour de l'os, à moins d'une pratique de dépeçage. Cette dernière s'illustre d'ailleurs par des stries au niveau du crâne (bois/corne, museau) et des traces transversales autour de l'extrémité des membres (sur les tibias et radio-ulnas distales ou les métapodes/phalanges selon si la peau est récupérée ou non) (Binford 1981). Les traces de désarticulation s'observent sur une plus grande majorité d'os du squelette axial et appendiculaire, et se concentrent surtout au niveau des joints articulaires : les stries sont fines, transverses ou obliques, et généralement situées sur ou à proximité des épiphyses. Le filetage se distingue par des traces plus longues sur les os plats, et courtes et obliques sur les diaphyses d'os longs. Le raclage est une pratique qui s'inclut également dans le traitement des carcasses : il produit des stries parallèles longitudinales, fines et linéaires, sur les diaphyses d'os longs. De plus, il se distingue des autres activités par son nombre élevé de stries et par leur faible espacement les unes des autres. Binford (1981) explique l'utilisation de cette pratique par les esquimaux Nunamiuts dans le but de dégager le périoste pour faciliter la fracturation des os.

Les coups causés par des objets plus contondants se démarquent des stries de découpes par des traces plus larges et relativement courtes. Selon les observations de Binford (1981), ces coups sont généralement portés sur des matériaux plus résistants, desséchés ou gelés, ou pour favoriser la désarticulation (Fisher 1995). Les percussions entraînant des fractures sur os frais reflètent l'intention d'accéder à la moelle et à la graisse – qui peuvent être utilisées comme ressource nutritive (*cf.* chapitre 4.3.3.2, p. 122) ou comme combustible (Costamagno 2013; Crass et al. 2011; Morin 2010; Théry-Parisot et al. 2005) – ou de confectionner des outils en os. La percussion des diaphyses d'os longs peut également engendrer des négatifs d'enlèvements conchoïdaux et des éclats osseux (Blumenschine et Selvaggio 1988).

Par ailleurs, les humains peuvent aussi ronger les os et laisser des traces similaires à celles des carnivores. Certains auteurs (Binford 1981; Selvaggio et Wilder 2001) suggèrent que ces altérations

humaines ne devraient pas imiter aussi intensément les activités des carnivores. D'autres proposent, en revanche, qu'elles pourraient être non négligeables sur des ossements d'animaux de petite taille (e.g., chèvre, mouton, porc, lapin) (Brain 1981; Fernández-Jalvo et Andrews 2011; Saladié et al. 2013b). Pour des ongulés plus larges, tels que le cheval ou le bison, les dommages créés par des dents humaines devraient être nettement moins importants (Saladié et al. 2013b), voire même absents lorsque le retrait de la viande peut s'opérer à l'aide d'outils en pierre (Selvaggio et Wilder 2001).

#### 4.4.2.2. Carnivores

Les carnivores peuvent être soit des prédateurs – chassant eux-mêmes leurs proies et pouvant acquérir plus de ressources alimentaires face à une carcasse entière – soit des charognards, contraints à des ressources plus maigres. Ces deux stratégies d'acquisition s'accompagnent de décisions et d'actions différentes menant ainsi à des schémas distincts de modification des éléments squelettiques. Il convient alors d'identifier les différents carnivores présents dans l'aire géographique du site d'étude et de connaître le comportement de chacun vis-à-vis de ses besoins et de ses stratégies alimentaires, afin de mieux comprendre l'histoire taphonomique d'un assemblage osseux. De ce fait, la représentation squelettique (s'il y a eu transports de certaines portions anatomiques), le degré de fragmentation, la fréquence et la localisation des différents stigmates, sont autant de sujets d'analyse qui ne peuvent trouver de sens qu'à la lumière d'observations éthologiques. Les hyènes sont un exemple bien particulier : si les schémas d'altérations osseuses sont les mêmes que pour les canidés, les dommages qu'elles créent sont toutefois plus importants en raison de la spécialisation des dents et de la puissance de leur mâchoire (Brain 1981). Les assemblages squelettiques auront alors une signature particulière qu'il est parfois possible de distinguer des activités d'autres carnivores. Cette différenciation se remarquera notamment dans les représentations squelettiques et le degré de fragmentation (Bourdillat 2008; Brain 1981; Brugal et Fosse 2004; Fosse 1996). De plus, l'intensité des dommages causés sur les os dépend des stratégies alimentaires des carnivores ; ces stratégies varient selon les espèces et les facteurs écologiques et sociaux, tels que la disponibilité de la nourriture, la taille des carnivores et de leurs proies, la compétition inter et intra-spécifique ou le type d'habitat (Fisher 1995; Haynes 1982, 1983b; Morlan 1980). Enfin, les grottes ou abris sous-roche peuvent représenter un repaire pour les carnivores ou une aire de consommation à l'abri des compétiteurs (Brain 1981; Brugal et Fosse 2004; Stiner 1994).

Les témoins d'une altération créée par les carnivores se distinguent par la présence de traces de dents et parfois même de griffes à la surface des os, ainsi que par des fractures sur os frais et des os digérés (Binford 1981; Haynes 1980, 1982, 1983b, 1988). Les traces de dents peuvent être classées sous différentes catégories selon l'intensité et le mouvement effectué par l'agent causal. Si les termes descriptifs ont souvent variés d'un chercheur à l'autre, ceux qui seront retenus ici sont principalement issus des observations de Binford (1981). L'auteur distingue ainsi :

- les « *pits* » : de petites dépressions circulaires peu profondes laissées par les dents coniques à la surface de l'os compact,
- les « *punctures* » : des perforations plus profondes dans un os plus fin ou une portion d'os plus poreuse, en général proches ou sur les épiphyses des os longs ; dans des cas plus extrêmes, des arrachements osseux importants peuvent avoir lieu et créer des bords crénelés (ou « *crenulated edge* ») souvent émoussés par l'action de la langue et de la salive,
- le « *scoring* » : des stries fines ou rainures plus larges, linéaires avec un fond généralement arrondi, dépendamment de l'espèce et de l'âge de l'agent causal,
- les « *furrows* » : des enlèvements profonds du spongieux (ou « *scooping out* » dans les cas extrêmes où l'on observe une disparition importante de l'os spongieux).

L'éthologie des carnivores et l'étude des traces de dents pourraient également permettre d'identifier les taxons responsables de ces altérations osseuses. La taille des « *pits* » (longueur et largeur) laissés à la surface des os peut être utile pour distinguer les petits (e.g., guépard, léopard) des grands carnivores (e.g., hyène, lion, chien) mais se doit d'être considérée avec précaution, d'autant plus si l'assemblage osseux est mal conservé (Domínguez-Rodrigo et Piqueras 2003). Par ailleurs, l'intérêt de connaître le comportement d'un carnivore face à une carcasse permet d'éclairer le schéma opératoire de fracturation des os pour atteindre la moelle. Selon Haynes (1980, 1988), la destruction d'une extrémité épiphysaire en premier lieu rend la structure osseuse fragile ; celle-ci pourra alors se briser lors du rongement de la diaphyse en second lieu. Le rongement par les carnivores peut également produire des négatifs d'enlèvements conchoïdaux sur l'os fracturé et des éclats osseux parfois difficilement distinguables de ceux résultants d'impacts au percuteur de pierre (Capaldo et Blumenschine 1994; Fisher 1995). Par ailleurs, un léchage prolongé de l'os peut mener à des surfaces ou des crêtes lisses et lustrées. Les carnivores peuvent aussi ingérer des os de petites dimensions ou



des os fragmentés, qui se verront alors altérés par l'action des sucs gastriques. Ce phénomène aboutit à des bords émoussés et des surfaces dissoutes, parfois lisses et d'aspect lustré, parfois mettant à nu l'os spongieux. L'action des acides peut aussi créer de petites perforations qui peuvent sembler culturelles (D'Errico et Villa 1997). Les dents digérées, dépourvues de ciment et d'émail, ne laisseront paraître plus que la dentine (Lyman 1994b).

#### 4.4.2.3. Rongements par les herbivores et rongeurs

Hormis les carnivores et les humains, certains mammifères peuvent aussi affecter les éléments osseux par le rongement mais, cette fois-ci, dans le but d'user des dents à croissance continue ou d'assimiler des minéraux propres à la composition osseuse, comme le calcium ou le phosphore (Brain 1981; Fisher 1995; Morlan 1980; Rabinovitch et Horwitz 1994). Certains herbivores, tels que les cervidés et les mouflons, créent ainsi des dommages sur les os et les bois de cervidés (Morlan 1980). Les résultats sont quelque peu similaires à ceux produits par les carnivores (rainures parallèles multiples et parfois profondes, enfoncements, abrasion due au piétinement, polis ou marques de digestion), mais de façon moins prononcée.

Les rongeurs, quant à eux, se distinguent plutôt aisément par la forme caractéristique de leurs incisives qui, en raclant la surface osseuse, laissent des faisceaux de sillons à fond plat, parallèles et peu profonds (Figure 37). Quand l'activité est intense et répétée, les rongeurs peuvent aussi grandement affecter les ossements jusqu'à créer des ouvertures dans l'os ou même détruire certaines parties osseuses (Fisher 1995; Morlan 1980; Rabinovitch et Horwitz 1994). La modification osseuse par les rongeurs est en générale facilement détectable. Par ailleurs, certains rongeurs peuvent aussi devenir des agents d'accumulation (e.g., porcs-épics) et perturber un dépôt initial (Brain 1981; Maguire et al. 1980; Rabinovitch et Horwitz 1994).



**Figure 37 : Altération osseuse intensive d'un radius créée par les porcs-épics.**  
Illustration d'après Maguire et al. (1980), reproduite sous licence CC BY 4.0.

#### 4.4.2.4. Piétinement

Parmi les agents d'altération biologique, le piétinement par les mammifères (ou « *trampling* ») se manifeste par des pressions sur l'os pouvant créer des craquelures, des fractures et des déplacements horizontaux et verticaux des éléments squelettiques. Ces mouvements engendrent des stries sur l'os ainsi que des surfaces ou des bords abrasés ou polis (Behrensmeyer et al. 1986; Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Olsen et Shipman 1988). L'amplitude de ces altérations dépend de l'intensité et de la durée du phénomène, du poids de l'agent responsable, de la compaction et du type de sédiment (taille et forme des grains), de la taille, de la forme et de l'état physique de l'os, ainsi que de la profondeur d'enfouissement (Lyman 1994b). Les pressions exercées sur les os affecteront surtout les parties fragilisées (e.g., intempérisation importante) ou les parties dont l'os compact est plus fin (Lyman 1994b; Olsen et Shipman 1988). Toutefois, de telles fractures peuvent aussi se produire sur des os robustes ou frais, lors d'un piétinement par de grands mammifères, comme les proboscidiens (Fisher 1995; Haynes 1988). En grotte, les ursidés sont très souvent responsables du charriage à sec des ossements sur le sédiment (Fosse et al. 2002). De façon générale, l'impact du piétinement sur un matériel osseux se rapproche de l'abrasion sédimentaire (cf. chapitre 4.4.1.3, p. 132), et se dévoile à travers des stries et micro-stries de profondeurs variables, courbes ou droites, sans orientation ni localisation spécifique (Behrensmeyer et al. 1986; Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Olsen et Shipman

1988). Ces critères sont d'ailleurs particulièrement importants pour pouvoir distinguer entre abrasion naturelle et stries anthropiques (*cf.* chapitre 4.4.3.2, p. 144).

#### 4.4.3. Des problèmes d'équifinalité dans l'interprétation des stigmates

Comprendre les processus biologiques et climato-édaphiques qui peuvent affecter des éléments squelettiques permet de mieux documenter les stigmates qui en résultent. Toutefois, parmi les stries, perforations, fractures et autres altérations, établir un lien entre trace et agent causal n'est pas toujours aisé : différents acteurs peuvent en effet causer des traces similaires sur un élément osseux. Ces problèmes d'équifinalité sont constamment présents dans les études taphonomiques et deviennent l'objet d'analyses plus approfondies, notamment par le biais d'expérimentations contrôlées. Binford (1981) propose l'application de l'argument par élimination, qui consiste à lister tous les processus taphonomiques pouvant être impliqués dans l'histoire d'un assemblage, puis à les éliminer tour à tour jusqu'à ce qu'il n'en reste qu'un. Si la théorie semble évidente, en pratique cependant il est toujours plus difficile d'aboutir à un tel résultat.

##### 4.4.3.1. Analyse des fractures osseuses

Comme nous venons de le voir, les fractures peuvent être provoquées par de multiples facteurs : rongement par les carnivores, percussion par les humains, piétinement, chutes de pierres, voire même croissance d'une racine infiltrée dans la cavité médullaire. Toutefois, l'aspect de ces fractures diffère selon l'état de l'os et de ses propriétés physico-mécaniques (Johnson 1985). Si celui-ci est frais au moment de la cassure, il maintiendra sa résistance à la pression et à la déformation. Par contre, dès la mort de l'animal et l'exposition de sa carcasse à l'air libre, l'os s'assèche, devient inorganique, fragile et plus sensible au stress mécanique. Plusieurs critères permettent de différencier ces différents types de fractures, sur os frais et sur os sec (Johnson 1985; Morlan 1980; Outram 2001; Shipman 1981; Stanford et al. 1981; Villa et Mahieu 1991) ; il s'agit, notamment, du profil, de l'angle et de la texture du pan de fracture (*cf.* chapitre 4.3.3.2, p. 122).

Dans le cadre d'activités anthropiques, ce sont les fractures sur os frais qui nous intéressent car ce sont elles qui reflètent les intentions d'extraction de la moelle ou de confection d'outils en os. Les fractures sur os frais sont divisées en deux catégories : celles à pression constante (mouvement

statique) – généralement attribuées aux carnivores – et celles à impact bref (mouvement dynamique) attribuées aux humains (Johnson 1985; Morlan 1980). Sur ces bases théoriques, Capaldo et Blumenschine (1994) ont apporté une méthode quantitative aux études qualitatives pour distinguer les deux effecteurs. Les différents mécanismes de fracturation sont toutefois étroitement corrélés avec l'épaisseur des os, et les résultats de leur étude ne s'appliquent qu'à des taxons de poids inférieur à 115 kg. Ainsi, les fractures au percuteur de pierre se distinguent par des négatifs d'enlèvements conchoïdaux arqués, larges et peu profonds, avec un angle de détachement oblique, signes d'un impact dynamique (Capaldo et Blumenschine 1994). Quant aux fractures causées par l'action des carnivores, elles se caractérisent par des encoches semi-circulaires, moins larges et plus profondes et des angles de plate-forme presque perpendiculaires (*op. cit.*). Les éclats seront plus larges avec un angle de plateforme obtus dans les cas de percussion, contrairement aux éclatements osseux causés par les carnivores. Néanmoins, une telle distinction doit être vérifiée par la présence/absence de traces de découpes ou de traces de dents. Les encoches créées par percussion peuvent également s'accompagner de micro-stries droites et parallèles, résultant de l'impact entre le percuteur et l'os (Blumenschine et Selvaggio 1988). Ces marques de percussion se distinguent aisément des stries causées par des facteurs naturels, comme le piétinement ou le rongement par les carnivores. Par contre, les chutes de pierres peuvent présenter des marques de compression à la surface de l'os similaires à la percussion induite par les humains (Blumenschine et Selvaggio 1988). Il convient alors de regarder la localisation anatomique de la trace pour voir si le geste s'inscrit dans le cadre d'une activité bouchère.

Par ailleurs, pour des espèces de très grande taille comme le mammoth, l'origine anthropique des fractures sur os frais fut très souvent suggérée par les chercheurs du fait de l'épaisseur importante de l'os cortical, pouvant difficilement être fracturé de manière naturelle (Holen 2006; Morlan 1980, 2003). Toutefois, des études éthologiques et expérimentales sur des éléphants modernes ont montré que le piétinement, le vautrement, ou la manipulation des os en surface par des proboscidiens, peut également causer des fractures en spirale similaires à celles induites par les humains (Binford 1981; Haynes 1988; Haynes et Krasinski 2010; Morlan 1980; Stanford et al. 1981). La possibilité de chutes de pierres, en contexte karstique ou au pied de falaises, ne doit pas non plus être négligée, tout comme le transport par l'eau ou la glace (Dixon 1984; Morlan 1984; Thorson et Guthrie 1984). Ces études seront prises en compte dans nos interprétations afin de pouvoir expliquer la présence et la modification des ossements de mammoths dans les assemblages fauniques.

#### 4.4.3.2. Analyse des stries

Parmi les erreurs pouvant facilement figurer dans l'interprétation des stries, nous insistons ici sur les ressemblances entre stigmates anthropiques, traces de dents et abrasion (sédimentaire ou par piétinement). Les dents de carnivores laissent souvent des rainures à profil en U, parfois larges, et pouvant apparaître des deux côtés de l'os. Les traces de découpe apparaissent quant à elles sous forme de sillon de dimensions variables, avec un profil en V et parfois de fines stries parallèles sur chaque bord du sillon principal, caractéristiques de l'irrégularité minéralogique du tranchant en pierre (Shipman 1981). Si ces micro-stries ne s'observeront pas dans les rainures faites par les dents, elles peuvent en revanche se retrouver dans les stigmates causés par abrasion sédimentaire (Domínguez-Rodrigo et al. 2009). Le contexte sédimentaire ne doit donc pas être négligé (Behrensmeyer et al. 1986; Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Fiorillo 1989; Hockett et Jenkins 2013; Monnier et Bischoff 2014; Olsen et Shipman 1988). D'autres facteurs peuvent aussi endommager les ossements depuis leur découverte sur le terrain (e.g., coup de truelle) jusqu'au stockage des spécimens (e.g., manipulation, transport). Généralement, une abrasion ou une cassure récente se distinguera par une couleur plus claire que la surface externe de l'os mais, dans certains cas, des stries modernes faites par un outil en métal peuvent s'apparenter à des traces anciennes faites par un outil en pierre. En outre, les traces de découpe faites par les humains sont localisées et répondent à un mode opératoire plus complexe que les activités de rongement par les carnivores et moins aléatoire que l'abrasion naturelle (Binford 1981; Olsen et Shipman 1988). Repérer la localisation et l'orientation des traces sur l'os devient alors essentiel à l'analyse taphonomique. Aussi, il est préférable d'évaluer différents paramètres si l'on veut pouvoir contrer les problèmes d'équifinalité :

- La fréquence des os affectés par des stries ; elle est relativement faible lors d'activités de boucherie (généralement moins de 20 %), tandis qu'elle peut concerner un plus grand nombre de spécimens dans le cas d'une abrasion naturelle (supérieure à 20 %) (Olsen et Shipman 1988).
- Le nombre de stries par spécimen. Dans le cas d'une abrasion naturelle, l'intensité et le temps d'exposition au phénomène ainsi que le type de sédiment (notamment les grains anguleux) augmenteront le nombre de stries sur un seul et même os (Olsen et Shipman 1988). Dans le cas d'une pratique bouchère, de nombreux caractères intrinsèques et

extrinsèques entrent en jeu, notamment la taille de la carcasse, l'expérience du boucher et le type d'outil utilisé (Domínguez-Rodrigo 2003; Domínguez-Rodrigo et Yravedra 2009). De manière générale, les stigmates de découpe sont moins nombreuses que les stries d'abrasion (Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Olsen et Shipman 1988).

- La taille des stries et les recouvrements ; dans le cas de stries multiples, les traces de découpe devraient être parallèles et de taille relativement similaire en raison de l'utilisation d'un même outil lors de l'activité bouchère (Hockett et Jenkins 2013). Au contraire, des stries multidirectionnelles de profondeur et de largeur variables indiqueront plutôt une abrasion naturelle des ossements. Si un même geste est pratiqué plusieurs fois à un même emplacement, un recouvrement des stries pourra être observé (Monnier et Bischoff 2014), créant parfois une forme de Y à la surface de l'os (Hockett et Jenkins 2013).
- La trajectoire de la trace ; les stries de découpe sont très souvent droites, parfois courbées mais très rarement sinueuses contrairement aux traces d'abrasion ou de vermiculations (Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Hockett et Jenkins 2013; Monnier et Bischoff 2014).
- La morphologie de la trace ; les murs d'une trace de découpe faites avec un outil en pierre ont un profil typique en V qui peut être distingué des profils créés par d'autres agents effecteurs. En outre, les mesures de profondeur et de largeur aident à différencier les traces culturelles des traces naturelles (Bello et Soligo 2008; Boschini et Crezzini 2012; Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Duches et al. 2016; Monnier et Bischoff 2014; Walker et Long 1977). Cette analyse micromorphométrique est développée plus bas.
- « *Shoulder effect* » et « *shoulder flaking* » ; des micro-stries parallèles, associées à la rainure principale (*shoulder effect*), et des micro-arrachements osseux (*shoulder flaking*) peuvent parfois être observés le long d'une trace de découpe (Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Hockett et Jenkins 2013; Monnier et Bischoff 2014). Ces caractéristiques sont plus rares dans les stries d'abrasion naturelle.

- Les micro-stries à l'intérieur d'une rainure ; elles caractérisent les traces faites par un objet en pierre. Elles peuvent être présentes dans les traces de découpe mais aussi dans les stries d'abrasion naturelle (Domínguez-Rodrigo et al. 2009).
- Le poli de surface ; il peut être généralisé lors d'une abrasion intensive au contact d'un sédiment à grains fins (Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Fisher 1995; Olsen et Shipman 1988; Shipman et Rose 1988). Ce polissage devrait pouvoir se distinguer par l'observation de micro-stries multidirectionnelles ou d'un aspect totalement lustrée, généralisés ou localisés sur des portions proéminentes (e.g., surfaces convexes, crêtes, tubérosités). Au contraire, un poli culturel présentera plus généralement des micro-stries parallèles orientées selon un axe principal ou bien une surface complètement lustrée (sans micro-stries visibles), localisées sur une portion osseuse particulière dépendamment de la fonction de l'outil en question (Backwell et d'Errico 2004; Olsen et Shipman 1988; Shipman et Rose 1988).
- La localisation des traces ; tandis qu'elle est très aléatoire dans le cas d'une altération naturelle, elle peut refléter un type particulier d'activité anthropique selon l'anatomie de l'animal exploité (Olsen et Shipman 1988). Le filetage, le prélèvement des tendons ou l'enlèvement du périoste peuvent néanmoins présenter plusieurs longues traces se rapprochant de l'abrasion. Il devient alors nécessaire de connaître l'anatomie de l'animal en question et de se demander si la trace s'inscrit dans un schéma de pratiques culturelles (Olsen et Shipman 1988).
- L'orientation des traces ; elle dépend de la forme de l'os en question et est souvent oblique dans le cas de traces culturelles ou de stries d'abrasion (Domínguez-Rodrigo et al. 2009). Plus particulièrement toutefois, les traces de découpe seront transverses près des joints articulaires et au contraire longitudinales sur les diaphyses d'os longs (Binford 1981) alors que les stries d'abrasion ne montrent aucune orientation préférentielle (Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Olsen et Shipman 1988).

Les deux derniers critères, l'orientation et la localisation anatomiques des traces, sont tout aussi essentiels dans la différenciation des traces naturelles et culturelles que les caractéristiques morphologiques également énoncées. Olsen et Shipman (1988) évoquent la notion d'intentionnalité

qui se cache derrière les traces de découpe ; celles-ci devraient correspondre à une activité bouchère. L'assignation d'une trace de découpe à une fonction particulière selon son orientation et sa localisation sur l'os est toutefois sujette à l'équifinalité et peut mener à une interprétation erronée des pratiques culturelles. A ce propos, Lyman (1987) souligne que les traces résultant du dépeçage, de la désarticulation ou de la décarnisation peuvent apparaître à des endroits très similaires sur l'os. L'auteur insiste également sur la variabilité qui existe dans l'orientation et la localisation des traces de boucherie (Lyman 1987a). Il est donc important de garder à l'esprit cette limitation à laquelle l'archéozoologue peut se retrouver confronté lorsqu'il s'agira d'interpréter les traces de découpe au moyen de comparaisons éthnozoographiques (Abe 2005; Binford 1981; Costamagno et David 2009; Wheat 1979).

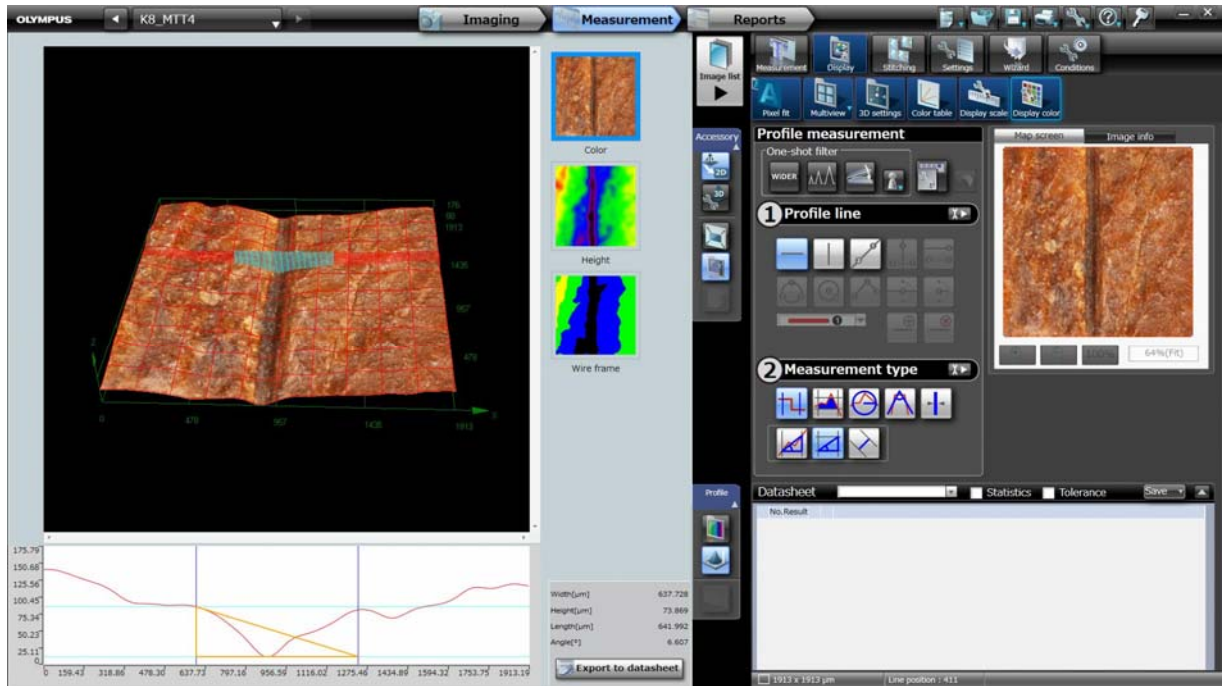
Une analyse morphométrique peut également être requise pour appuyer l'origine culturelle d'une trace (Bello et Soligo 2008; Boschin et Crezzini 2012; Braun et al. 2016; Duches et al. 2016; Greenfield 1999; Krasinski 2010; Merritt 2012; Monnier et Bischoff 2014; Walker et Long 1977). Nous proposons donc de combiner nos observations macro- et microscopiques avec des données quantitatives obtenues selon les méthodes de Bello et Soligo (2008) et Boschin et Crezzini (2012), qui permettent une reconstruction tridimensionnelle de la micromorphologie des stigmates. Les mesures seront effectuées à partir des profils en section perpendiculaire à la trace et dans sa partie médiane si celle-ci n'est pas altérée, auquel cas différentes mesures seront prises à différents endroits. A cet effet, nous utiliserons un microscope Olympus DSX-100, équipé d'un appareil motorisé (objectif 3.6x ; zoom optique 16x ; zoom numérique 30x) et logé au Laboratoire d'écomorphologie et de paléanthropologie de l'Université de Montréal. Des images de hautes résolutions pourront ainsi être capturées et les outils intégrés permettront l'appréciation des mesures suivantes (Figure 38 et Figure 39) :

- L'angle d'ouverture (« *opening angle* »), formé par les deux pans du profil, caractérisant la forme et l'épaisseur de l'objet (Bello et Soligo 2008) ; un outil relativement large sera décrit par un grand angle d'ouverture tandis qu'une lame plus mince sera indiquée par un angle plus fermé. L'usure de l'outil influence ainsi l'ouverture de l'angle (Braun et al. 2016).
- La profondeur (« *depth* »), définie comme la distance entre le fond de la trace et la ligne de surface osseuse initiale (Bello et Soligo 2008). La profondeur est toutefois très variable



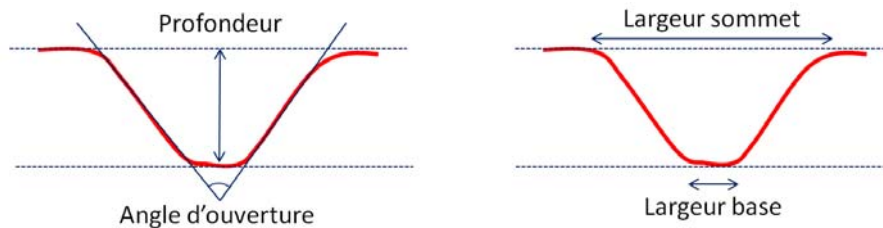
car elle dépend de l'acuité du tranchant, de la force appliquée, du type d'action ou encore de la dureté de la surface osseuse influencée notamment par la condition de la carcasse (e.g., gelée) (Bello et Soligo 2008; Boschini et Crezzini 2012; Braun et al. 2016; Merritt 2012). De manière générale, les stigmates anthropiques sont généralement plus profonds et plus étroits que les traces d'abrasion (Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Monnier et Bischoff 2014).

- La largeur de la trace, tout comme la profondeur, peut aussi grandement varier en fonction des paramètres cités précédemment (Boschini et Crezzini 2012; Merritt 2012). Le rapport entre la largeur au sommet de la trace et à sa base (RTF = *Ratio between the breadth at the Top and the breadth at the Floor*), toutefois, reflète la forme du profil et permet de distinguer l'agent effecteur (Boschini et Crezzini 2012; Duches et al. 2016) : un rapport élevé représente un profil en  $\nabla$  tandis qu'un rapport plus faible se rapproche d'un profil en  $|_ |$ .



**Figure 38 : Interface graphique du microscope Olympus DSX-100 pour l'analyse morphométrique des traces de découpe.**

Illustré à titre d'exemple, un spécimen osseux de cheval avec trace de découpe (objectif 3.6x, zoom 6x) ; (1) *Profile line* permet de dessiner le profil de la trace en section perpendiculaire et dans sa partie médiane ; (2) *Measurement type* offre des outils de mesures de hauteur, de largeur et d'angle.



**Figure 39 : Schématisation des profils et des prises de mesures de profondeur, de largeur et d'angle d'ouverture.**

Nos résultats seront comparés à des référentiels expérimentaux illustrant des profils de traces faites à l'aide d'outils en pierre (éclats retouchés et non retouchés), en métal ou causées par des dents de carnivores (petits carnivores et chiens) (Boschin et Crezzini 2012; Duches et al. 2016). Ces mêmes mesures seront également comparées à des référentiels archéologiques de sites italiens : Trebbio de l'Age du Bronze pour les outils en métal, Grotte Paglicci du Paléolithique supérieur pour les outils en pierre (niveaux 8C, 8D, 9B, 9C, 16A3) et les traces de dents d'hyène tachetée (niveau 23C) (Boschin et Crezzini 2012; Duches et al. 2016). Le rapport de largeur sera notamment utilisé pour distinguer les différents agents. En effet, selon Boschin et Crezzini (2012), les profils de traces faites par un outil en métal se distinguent par un rapport relativement faible ( $|_ |$ ) et une morphologie générale plutôt régulière. Ce rapport est également plutôt faible pour les traces de dents (Duches et al. 2016). En revanche, dans le cas d'un travail à l'outil de pierre, la forme de la trace est plus variable : le rapport de largeur est généralement plus élevé ( $\vee$ ) et l'aspect de la trace peut être très irrégulier (Boschin et Crezzini 2012).

Par ailleurs, nous ne prenons pas en considération l'angle des pentes (« *slope angles* ») et la bissectrice de l'angle d'ouverture (« *bisector angle* »), ni la hauteur du rebord créée par l'incision (« *shoulder height* »). Ces paramètres, tels que définis par Bello et Soligo (2008), dépendent notamment de la position de la main et de la force appliquée ; l'inclinaison de l'outil par rapport à la surface osseuse peut engendrer des profils symétriques ( $\vee$ ) ou asymétriques ( $\vee$ ) (Bello et Soligo 2008; Walker et Long 1977). Ces caractéristiques sont toutefois trop variables pour être mesurées (Boschin et Crezzini 2012). Nous ne considérons pas non plus le rayon du cercle au fond de la trace (« *floor radius* ») utilisé par Bello et Soligo (2008) en raison de sa faible reproductibilité, une constatation également soulignée par Boschin et Crezzini (2012).

#### 4.4.3.3. Méthode d'enregistrement relative au site d'étude

Nous venons de voir à quel point une attention particulière des traces taphonomiques est requise face à une multitude de facteurs d'altération naturels et culturels. Les études taphonomiques associées aux travaux ethnologiques et éthologiques, ainsi qu'à des expérimentations contrôlées et des analyses microscopiques, mettent en garde contre les hypothèses d'une activité humaine souvent trop rapidement considérées. Ces études mettent aussi en avant l'importance du contexte

géologique, sédimentologique et environnemental d'un site afin d'inclure chaque facteur taphonomique sur la liste des agents d'altération potentiels du matériel osseux.

Concernant les assemblages osseux des Grottes du Poisson-Bleu, nous avons débuté l'étude avec le matériel de la Grotte II et nous avons enregistré les traces taphonomiques pour tous les spécimens osseux de longueur supérieure à 20 mm. Les surfaces osseuses ont été observées au stéréomicroscope Olympus SZ-61 (magnification : 6.7x - 45x) sous lumière rasante pour en faire ressortir chaque trace et redessiner l'histoire de la pièce osseuse. Compte tenu du temps requis pour observer chaque fragment au microscope, nous avons décidé d'appliquer la même méthodologie pour le matériel de la Grotte I, mais cette fois-ci pour des fragments de longueur supérieure à 30 mm. Basés sur les méthodes taphonomiques évoquées précédemment, nous avons enregistré les données de la façon qui suit.

La gélifraction, qui peut-être difficilement identifiable dans le cas d'un matériel particulièrement fragmenté, a été décomptée selon la simple présence ou absence des critères définis par Guadelli (2008). Il en a été de même pour la dissolution locale de surfaces osseuses créée par des processus physico-chimiques non déterminés. Les surfaces abrasées de façon naturelle (i.e., par des processus géologiques ou par le piétinement) ont été décomptées de la même façon. Les traces de dents de rongeurs, aisément identifiables, sont également enregistrées selon ces deux catégories :

- ✓ **0** : absent,
- ✓ **1** : présent.

En ce qui concerne l'intempérisation, différentes catégories d'enregistrement sont proposées selon les stades de Behrensmeyer (1978), où 0 correspond à une absence d'altération climatique, et 5 représente une altération maximale (Tableau IX, p. 129). De même, les vermiculations et les colorations de manganèse ont été observées sur de nombreux spécimens avec une intensité variable ; l'impact de ces deux agents a donc été enregistré sous quatre catégories :

- ✓ **0** : aucune altération,
- ✓ **< 1/2** : altération légère, moins de la moitié de la superficie de la pièce osseuse,
- ✓ **> 1/2** : altération moyenne, plus de la moitié de la superficie de la pièce osseuse,
- ✓ **2** : altération sévère affectant la superficie totale de la pièce osseuse.

Dans certains cas, il a été difficile d'attribuer des rainures ou des perforations à des activités de rongement par les carnivores. Nous avons donc choisi d'informatiser les données selon trois catégories :

- ✓ **0** : aucune altération,
- ✓ **1** : traces de dents potentielles,
- ✓ **2** : traces de dents certaines, selon les critères définis par Binford (1981) et Haynes (1980, 1983).

Lorsque les processus taphonomiques n'ont eu qu'un faible impact sur les vestiges osseux, il est aisé d'observer la surface de l'os et de distinguer d'éventuelles traces culturelles. D'autres pièces osseuses peuvent par contre être soumises à un ou plusieurs agents d'altération qui, dans des cas extrêmes, peuvent détruire complètement la surface osseuse et empêcher toute lisibilité de la pièce (e.g., vermiculations envahissantes). Ainsi, nous avons choisi d'attribuer à chaque spécimen un indice de lisibilité qui, bien que légèrement subjectif, nous informe sur la qualité de l'observation des traces taphonomiques à la surface des os :

- ✓ **0** : surface peu ou pas lisible, altération sévère,
- ✓ **1** : la surface osseuse se prête à l'observation des traces.

Pour les spécimens osseux présentant des traces potentiellement culturelles, un microscope Olympus DSX-100 (lentille 3.6x ; zoom optique 16x ; zoom numérique 30x) a été utilisé pour une observation à plus fort grossissement et une prise de photographies à haute définition. En plus des images macroscopiques et microscopiques, des profils de traces et des mesures ont été relevés pour une meilleure reproduction de la trace de façon qualitative et quantitative (Figure 38 et Figure 39). Un degré de confiance fut ensuite attribué à chaque stigmat anthropique (ou potentiellement anthropique) selon les critères évoqués précédemment, soit la micro-morphométrie des traces ainsi que leur localisation et leur orientation sur l'os :

- ✓ Degré de confiance maximal+++ : désigné pour les traces dont la morphologie, la morphométrie, la localisation et l'orientation s'inscrivent clairement dans le cadre de pratiques bouchères, c'est-à-dire qu'une intentionnalité peut être dégagée. Des références ethnographiques doivent pouvoir appuyer ces interprétations.

- ✓ Degré de confiance moyen ++ : désigné pour les traces dont la morphologie parait d'origine culturelle mais dont la localisation et l'orientation laissent difficilement entrevoir une activité anthropique. La raison du geste reste donc obscure et, à notre connaissance, aucune référence ethnographique ne peut véritablement conforter l'origine culturelle de ces stigmates. Nous ajoutons également à cette catégorie les traces dont la morphologie, la localisation et l'orientation semblent répondre à des pratiques culturelles mais dont l'altération générale de la surface osseuse peut laisser prétendre à une origine naturelle des stigmates.
- ✓ Degré de confiance minimal + : toute autre trace généralement fine et superficielle, isolée ou localisée sur un fragment osseux indéterminé ou très altéré ; sous la contrainte de l'équifinalité, l'origine culturelle ne peut être rejetée ni assurément validée.

Finalement, une colonne additionnelle a permis de recueillir toutes autres informations pertinentes, telles que le dépôt rouge d'oxydes de fer (plus rare que le manganèse mais souvent associé), les marques de points d'impact propres à la percussion, les éclats osseux, les spécimens présentant des surfaces polies ou des bords émoussés, ou encore, les os digérés et les traces de brûlures.

#### **4.5. Dater la présence humaine**

Afin de dater précisément l'occupation humaine sur le site des Grottes du Poisson-Bleu, et en raison d'une provenance stratigraphique trop incertaine des spécimens osseux dans le loess des Grottes I et II, de nouvelles datations radiocarbone ont été effectuées sur des spécimens portant des traces indéniablement culturelles (i.e., degré de confiance maximal). Face au poids de la controverse qui pesa sur le site pendant près de 30 ans, nous avons choisi d'envoyer les échantillons au laboratoire de datations radiocarbone d'Oxford (*Oxford Radiocarbon Accelerator Unit*, ORAU). Ce laboratoire détient une accréditation ISO-9001 et se spécialise dans les datations de spécimens osseux en contexte archéologique. Il nous semble être le plus qualifié pour fournir des datations radiocarbone précises, non ouvertes à discussion.

Les échantillons osseux ont été prélevés au Musée Canadien de l'Histoire, avec l'aide de Caroline Marchand, conservatrice au musée. Environ 1000 mg d'os ont été extraits de chaque spécimen à dater (sans en affecter les traces anthropiques) et conservés dans des tubes en verre. Une fois reçus

par le laboratoire d'Oxford, les échantillons ont été soumis à un protocole chimique rigoureux appliquant des techniques d'ultrafiltration (Brock et al. 2010; Brown et al. 1988), puis à des mesures AMS de précision (Bourgeon et al. 2017). Les datations radiocarbone obtenues ont été calibrées à partir du programme OxCal v4.2.4 (Ramsey 2001) et d'après les courbes atmosphériques IntCal13 (Reimer et al. 2013).

## 5. RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats des analyses archéozoologique et taphonomique appliquées au matériel faunique des Grottes I et II. Ces nouvelles données dépeignent le spectre faunique des Grottes du Poisson-Bleu et dévoilent la fréquence relative des taxons ainsi que les profils d'âge et de sexe lorsque l'identification a été possible. Les représentations anatomiques par espèces sont également présentées afin de discuter des modes d'acquisition des carcasses ainsi que des choix de transport opérés par les prédateurs. Les indices de saisonnalité permettent quant à eux de déceler les saisons d'occupation du site. Pour les taxons les mieux représentés, nous proposons également des analyses de régression prenant en compte des indices de densité osseuse et d'utilité économique. Nous continuerons sur une évaluation du taux de fragmentation de l'assemblage faunique et de la possibilité d'une extraction de la moelle et de la graisse par les humains. Finalement, nous terminerons sur une approche taphonomique afin de faire ressortir les facteurs à l'origine des modifications osseuses, et notamment le rôle des humains sur l'assemblage osseux.

### 5.1. Présentation générale des assemblages osseux

Au total, le nombre de spécimens osseux de mammifères ayant fait l'objet de la présente étude s'élève à près de 36 000 pièces dans les Grottes I et II. Rappelons toutefois que les quelques milliers d'ossements de microtinés (N = environ 3500) étudiés par Morlan (1983, 1989) et la petite faune (rongeurs, lagomorphes et mustélidés) contribueraient à enrichir le nombre de vestiges mais n'ont pas été intégrés à nos décomptes. Poissons, amphibiens et oiseaux sont également exclus de la présente étude; pour une liste taxonomique de ces classes de vertébrés, se référer à Harington et Cinq-Mars (2008), et pour une analyse des restes d'oiseaux migrateurs (N = 846), voir McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (1998). Faute de temps, les décomptes n'incluent pas non plus les restes dentaires d'équidés (N = 524); pour une analyse des dents jugales de cheval, se référer à Burke et Cinq-Mars (1996, 1998).



### 5.1.1. Taux de détermination et taux de complétude

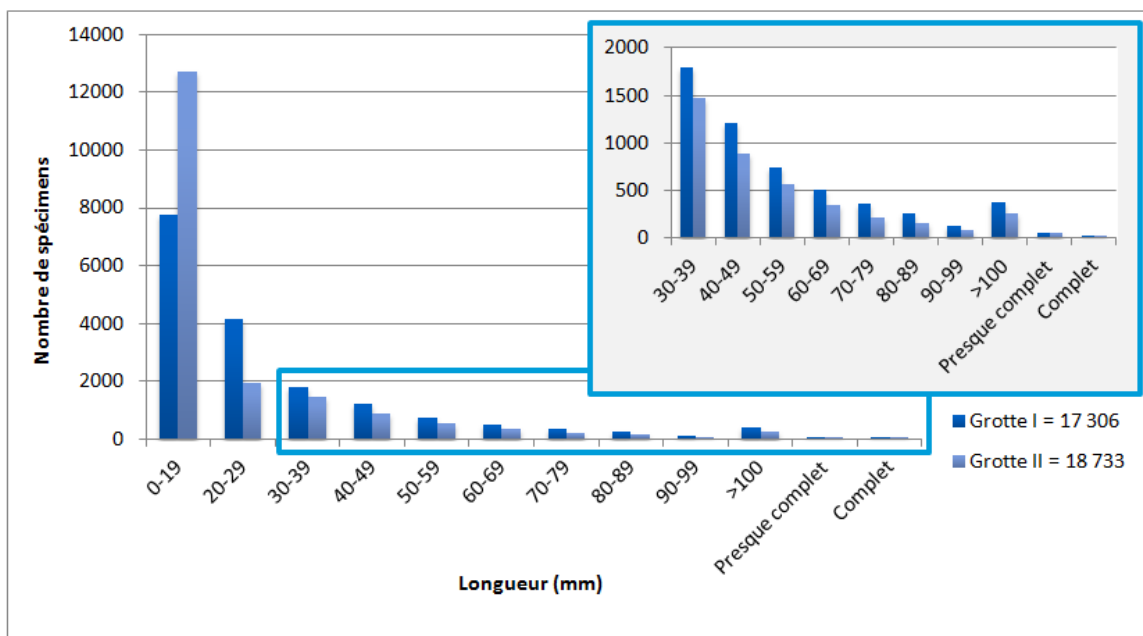
Le décompte des restes (NRT) de mammifères est de 17 306 spécimens pour la Grotte I et 18 733 spécimens pour la Grotte II (Tableau X).

**Tableau X : Décompte des restes de mammifères provenant des Grottes I et II.**

La microfaune et les restes dentaires d'équidés sont exclus (voir texte).

|             | GROTTE I |        | GROTTE II |        |
|-------------|----------|--------|-----------|--------|
|             | NR       | % NR   | NR        | % NR   |
| NRDt        | 1565     | 9,0%   | 1047      | 5,6%   |
| NRDa        | 2430     | 14,0%  | 1267      | 6,8%   |
| NRD (total) | 3995     | 23,1%  | 2314      | 12,4%  |
| NRI         | 13 311   | 76,9%  | 16 419    | 87,6%  |
| NRT         | 17 306   | 100,0% | 18 733    | 100,0% |
| % dèt.      |          | 23,1%  |           | 12,4%  |

Au sein de ce NRT, nous avons déterminé taxonomiquement (NRDt) 1565 ossements dans la Grotte I et 1047 ossements dans la Grotte II. Si l'on y ajoute les ossements déterminés anatomiquement et attribués seulement à une classe de taille (NRDa), le NRD total s'élève donc à 3995 vestiges pour la Grotte I et 2314 vestiges pour la Grotte II. Ces décomptes nous renvoient à un taux de détermination relativement modéré, soit 23,1 % et 12,4 % respectivement (Tableau X). La proportion de fragments est cependant élevée dans les classes de longueur inférieure à 30 mm (Figure 40) : 68,8 % pour la Grotte I et jusqu'à 78,4 % pour la Grotte II. Le nombre élevé de petits ossements au sein de l'assemblage est notamment due à l'efficacité d'un tamisage à sec sur des mailles de 3 mm. Cette quantité de petits éléments indéterminés fait évidemment baisser le taux de détermination (pour un aperçu de la fraction fragmentaire des assemblages osseux, voir Annexe 1).



**Figure 40 : Proportions de spécimens osseux par classes de longueurs dans les Grottes I et II.**

Globalement, le degré de fragmentation peut aussi se refléter dans les calculs du taux de complétude des éléments du squelette postcrânien. Ainsi, le % NRD d'ossements complets est de 4 % pour les ongulés de taille 3 dans les Grottes I et II. Si l'on y ajoutait les spécimens presque complets (> ¾), le pourcentage reste en dessous de 10 % : 7 et 9 % pour les Grottes I et II, respectivement. Pour des ongulés de taille 4, le taux de complétude est bien sûr plus important : soit 8 et 13 %, Grottes I et II respectivement, s'élevant à 15 et 27 % en y ajoutant les ossements presque complets.

### 5.1.2. Déplacements horizontaux et verticaux

Compte tenu du fort degré de fragmentation du matériel faunique, peu de temps a été dépensé dans les tentatives de remontages osseux. Seul un petit nombre de spécimens déterminables a néanmoins permis d'appréhender d'éventuels remaniements du dépôt. Certains spécimens présentent des cassures post-dépositionnelles et ont été recollés par les archéologues après la fouille. Lorsque les numéros de spécimens de ces pièces recollées sont relativement proches (sensiblement le même carré de fouille et le même niveau stratigraphique), une absence de perturbations post-enfouissement est suggérée. Au contraire, quelques spécimens recollés portent des numéros non

apparentés et suggèrent des positions stratigraphiques différentes des ossements. Nous avons tenté de retrouver leur provenance à partir des documents archivés du Musée Canadien de l'Histoire.

Dans la Grotte I, une diaphyse brisée d'humérus de caribou a été retrouvée en deux morceaux espacés d'environ 3 mètres, entre les carrés J9 et K6 (spécimens #J9.G.25 et K6.2.27). Les informations sur leur profondeur n'ont pas été trouvées. En revanche, deux autres fragments indéterminés (spécimens #I8n.12.3 et I8n.16.3) ont été récoltés dans le même carré (I8n) mais à des profondeurs différentes au sein du loess pléistocène; ils suggèrent des déplacements verticaux d'une vingtaine de centimètres.

Dans la Grotte II, le nucléus et l'éclat de mammoth (spécimens #K5.2.3 et H6.3.21 respectivement), tels que qualifiés par J. Cinq-Mars et Morlan (1999), ont été retrouvés à des profondeurs similaires (100 à 110 cm) mais dans des carrés distincts : ils sont espacés d'environ 3 mètres. Par ailleurs, un radius et un ulna de cheval (spécimens #J7.14.5 et J7.7.17 respectivement), deux fragments diaphysaire de tibia de bison (spécimens #H5.3.21 et H5.5.6), ainsi que deux fragments de tibia de caribou (spécimens #D4s.2.8 et D4s.5.8) suggèrent des déplacements verticaux de 10 à 30 cm de profondeur dans le niveau de loess de cette cavité; un radio-ulna de caribou (spécimens #H4.1.1 et H4.8.5) suggère des déplacements verticaux jusqu'à 40 cm de profondeur mais la provenance stratigraphique des deux fragments osseux (loess pléistocène ou humus holocène) est plus incertaine.

## 5.2. Composition faunique

### 5.2.1. Abondance relative des taxons

Les identifications taxonomiques ici réalisées concordent avec les études préliminaires qui annonçaient déjà la diversité taxonomique de la faune des Grottes du Poisson-Bleu (Tableau IV) (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington 2011; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982) : les « trois grands » de la Steppe à Mammoth y sont représentés – le mammoth laineux (*Mammuthus primigenius*), le cheval du Yukon (*Equus lambei*) et le bison des steppes (*Bison priscus*) – parmi une faune de moyens ongulés et de carnivores. La diversité taxonomique des assemblages est sensiblement la même dans les deux cavités. Seul l'ours brun n'a pas été décompté dans l'assemblage faunique de la Grotte I.

A cette liste faunique ont été ajoutées des données quantitatives qui nous permettent d'exprimer l'abondance relative des espèces présentes sur le site. La provenance stratigraphique des spécimens n'étant pas toujours clairement reportée, les décomptes sont exprimés pour l'ensemble des assemblages osseux des Grottes I et II et ne tiennent pas compte des différents niveaux de lœss (cf. chapitre 3.2.1, p. 74). Dans le cas de la Grotte II, les archives du Musée Canadien de l'Histoire nous ont toutefois permis de dissocier les ossements récoltés dans le niveau holocène de ceux récoltés dans le lœss Pléistocène : seuls quelques spécimens (moins d'une cinquantaine) appartenant au caribou et au mouflon sont en effet reportés dans l'humus à cailloutis et se distinguent d'ailleurs du reste du matériel osseux de par leur aspect de surface. Ces spécimens ont été exclus des décomptes pour ne pas influencer l'analyse des restes osseux provenant du dépôt pléistocène. Ils nous permettent cependant de corroborer l'hypothèse d'un appauvrissement significatif de la faune durant l'Holocène (Cinq-Mars 1990). En revanche, dans le lœss pléistocène, daté entre 11 000 et 30 000 cal BP (Tableau V), la faune des Grottes du Poisson-Bleu est dominée par le cheval et le caribou ; le bison et le mammouth laineux sont également bien représentés ainsi que des bovidés plus petits tels que le mouflon et l'antilope saïga. Le bœuf musqué, l'orignal et le wapiti arrivent en bas de liste avec une fréquence relative bien plus faible (Tableau XI, Tableau XII, Figure 41 et Figure 42). Les tableaux détaillés des représentations squelettiques du NRD, NMI et NME pour chaque espèce ainsi que les illustrations schématiques sont insérés en annexes (Annexe 2 à Annexe 29).

**Tableau XI : Représentations taxonomiques en NRD et NMI des assemblages osseux de la Grotte I.**

\*Pour le cheval, les décomptes du NR sont basés sur nos estimations du matériel non dentaire ; le NMI total, néanmoins, prend en compte les estimations de Burke et Cinq-Mars (1998) à partir des restes dentaires.

| GROTTE I                     | Total (os + dents) |               |           |               | Os (dents isolées exclues) |               |           |               |
|------------------------------|--------------------|---------------|-----------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|---------------|
|                              | NRD                | % NRD         | NMI       | % NMI         | NRD                        | % NRD         | NMI       | % NMI         |
| <i>Mammuthus primigenius</i> | 26                 | 1,0%          | 3         | 5,2%          | 26                         | 1,7%          | 3         | 6,1%          |
| <i>Equus lambei</i>          | 391*               | 14,4%         | 25*       | 43,1%         | 391                        | 26,2%         | 16        | 32,7%         |
| <i>Bison priscus</i>         | 47                 | 1,7%          | 3         | 5,2%          | 47                         | 3,1%          | 3         | 6,1%          |
| <i>Ovibos moschatus</i>      | 4                  | 0,1%          | 1         | 1,7%          | 4                          | 0,3%          | 1         | 2,0%          |
| <i>Alces sp.</i>             | 54                 | 2,0%          | 1         | 1,7%          | 53                         | 3,5%          | 1         | 2,0%          |
| <i>Cervus elaphus</i>        | 21                 | 0,8%          | 1         | 1,7%          | 11                         | 0,7%          | 1         | 2,0%          |
| <i>Rangifer tarandus</i>     | 776                | 28,6%         | 14        | 24,1%         | 761                        | 50,9%         | 14        | 28,6%         |
| <i>cf. Ovis/Saiga</i>        | 156                | 5,8%          | 4         | 6,9%          | 144                        | 9,6%          | 4         | 8,2%          |
| <i>Ursus arctos</i>          | 0                  | 0,0%          | 0         | 0,0%          | 0                          | 0,0%          | 0         | 0,0%          |
| <i>Panthera leo</i>          | 2                  | 0,1%          | 1         | 1,7%          | 1                          | 0,1%          | 1         | 2,0%          |
| <i>Canis lupus</i>           | 27                 | 1,0%          | 1         | 1,7%          | 15                         | 1,0%          | 1         | 2,0%          |
| <i>Vulpes vulpes</i>         | 45                 | 1,7%          | 2         | 3,4%          | 33                         | 2,2%          | 2         | 4,1%          |
| <i>Alopex lagopus</i>        | 16                 | 0,6%          | 2         | 3,4%          | 8                          | 0,5%          | 2         | 4,1%          |
| <b>Total</b>                 | <b>1565</b>        | <b>-</b>      | <b>58</b> | <b>100,0%</b> | <b>1494</b>                | <b>100,0%</b> | <b>49</b> | <b>100,0%</b> |
| Large ongulés indèt.         | 424                | 15,6%         |           |               |                            |               |           |               |
| Moyen ongulés indèt.         | 689                | 25,4%         |           |               |                            |               |           |               |
| Canidés indèt.               | 32                 | 1,2%          |           |               |                            |               |           |               |
| <b>Grand total</b>           | <b>2710</b>        | <b>100,0%</b> |           |               |                            |               |           |               |

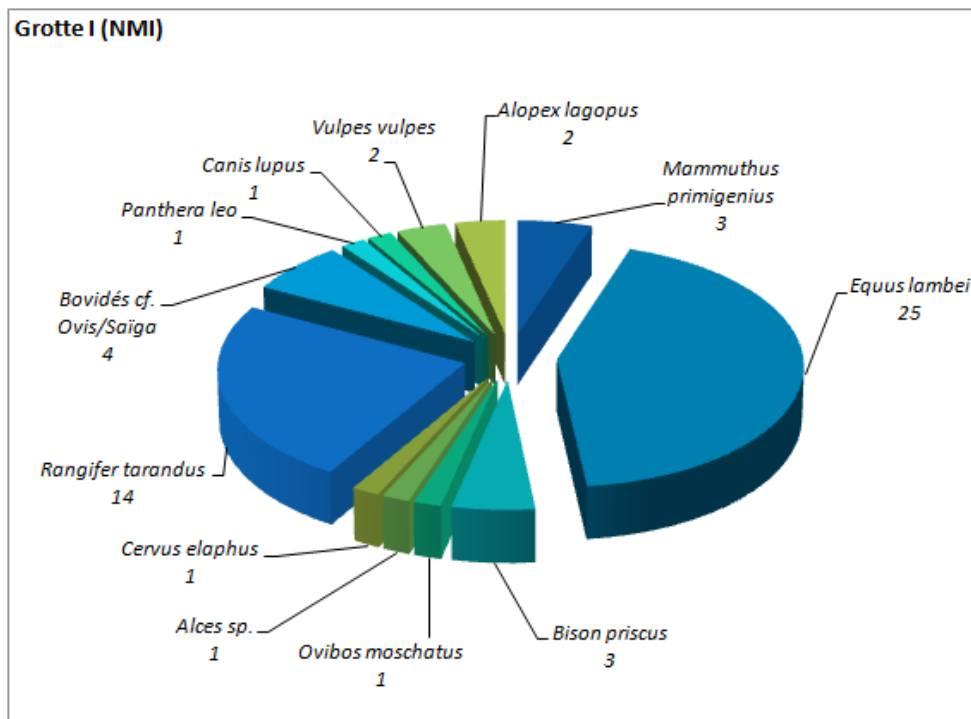
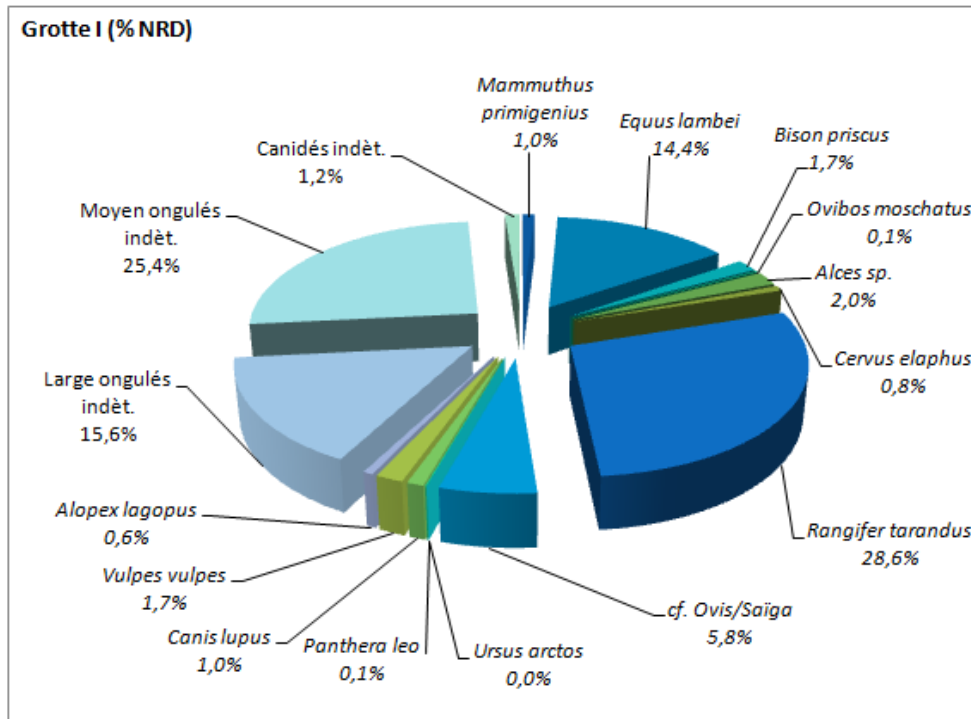
**Tableau XII : Représentations taxonomiques en NRD et NMI des assemblages osseux de la Grotte II.**

\*Pour le cheval, les décomptes du NR sont basés sur nos estimations du matériel non dentaire ; le NMI total, néanmoins, prend en compte les estimations de Burke et Cinq-Mars (1998) à partir des restes dentaires.

\*\*Pour le caribou et le mouflon, les spécimens entre parenthèses proviennent de l'humus holocène (d'après les archives du Musée Canadien de l'Histoire) ; ils figurent ici à titre informatif mais ne sont pas inclus dans les calculs de pourcentages.

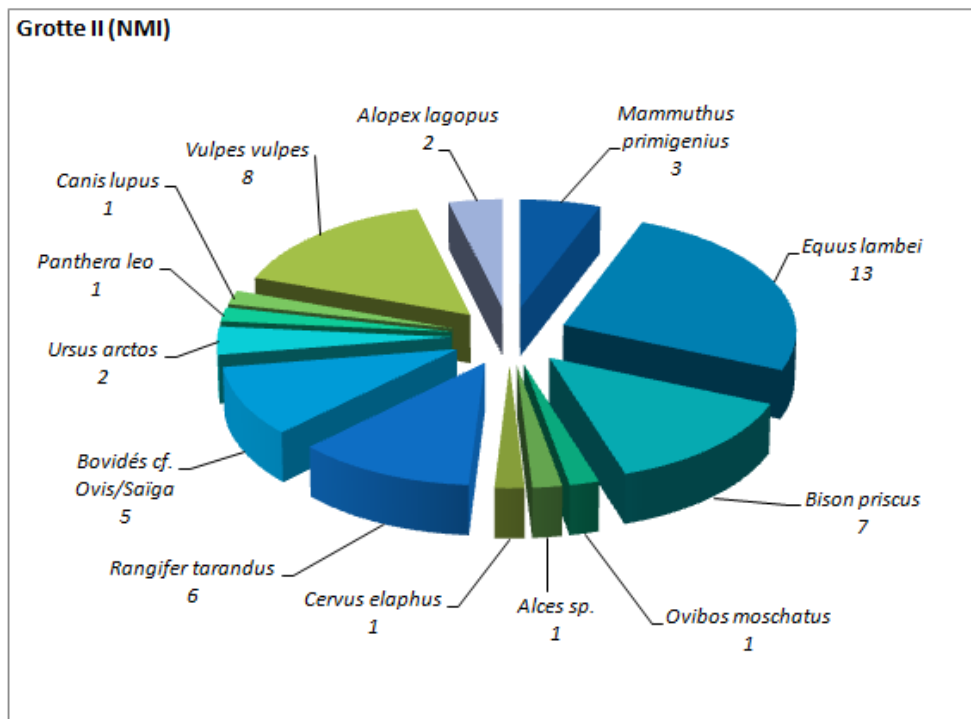
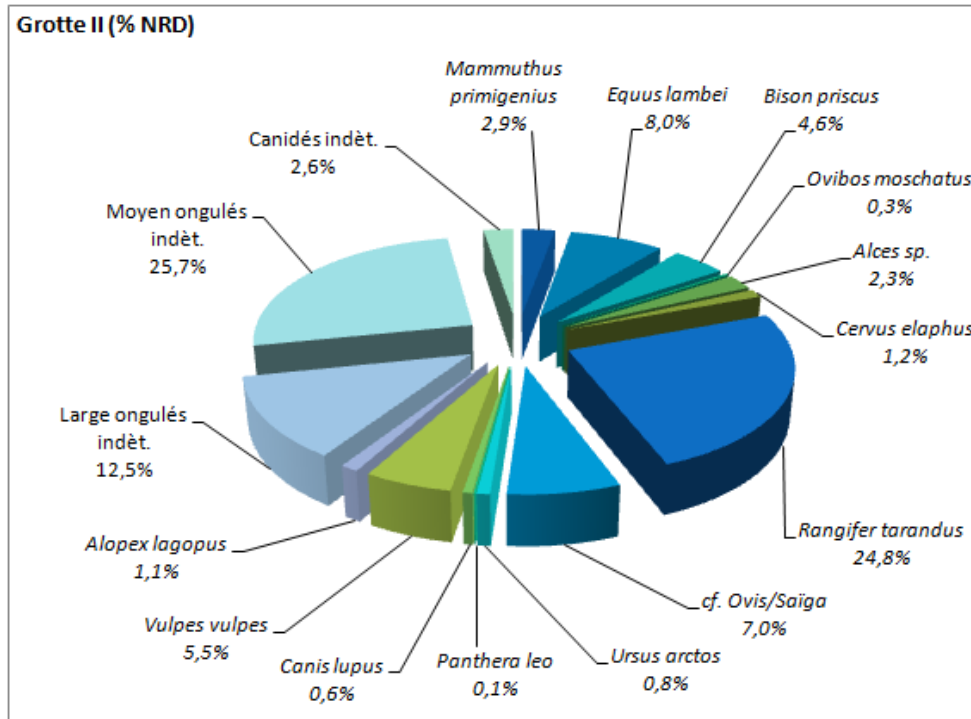
| GROTTE II<br>Taxons          | Total (os + dents) |        |               |               | Os (dents isolées exclues) |               |               |               |
|------------------------------|--------------------|--------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                              | NRD                | % NRD  | NMI           | % NMI         | NRD                        | % NRD         | NMI           | % NMI         |
| <i>Mammuthus primigenius</i> | 48                 | 2,9%   | 3             | 5,9%          | 47                         | 5,3%          | 3             | 8,8%          |
| <i>Equus lambei</i>          | 135*               | 8,0%   | 13*           | 25,5%         | 135                        | 15,4%         | 5             | 14,7%         |
| <i>Bison priscus</i>         | 78                 | 4,6%   | 7             | 13,7%         | 78                         | 8,9%          | 7             | 20,6%         |
| <i>Ovibos moschatus</i>      | 5                  | 0,3%   | 1             | 2,0%          | 5                          | 0,6%          | 1             | 2,9%          |
| <i>Alces sp.</i>             | 39                 | 2,3%   | 1             | 2,0%          | 39                         | 4,4%          | 1             | 2,9%          |
| <i>Cervus elaphus</i>        | 21                 | 1,2%   | 1             | 2,0%          | 18                         | 2,0%          | 1             | 2,9%          |
| <i>Rangifer tarandus**</i>   | 418 (38)           | 24,8%  | 6 (2)         | 11,8%         | 398 (35)                   | 45,3%         | 6 (2)         | 17,6%         |
| <i>cf. Ovis/Saiga**</i>      | 118 (11)           | 7,0%   | 5 (1)         | 9,8%          | 97 (11)                    | 11,0%         | 5 (1)         | 14,7%         |
| <i>Ursus arctos</i>          | 14                 | 0,8%   | 2             | 3,9%          | 0                          | 0,0%          | 0             | 0,0%          |
| <i>Panthera leo</i>          | 1                  | 0,1%   | 1             | 2,0%          | 1                          | 0,1%          | 1             | 2,9%          |
| <i>Canis lupus</i>           | 10                 | 0,6%   | 1             | 2,0%          | 4                          | 0,5%          | 1             | 2,9%          |
| <i>Vulpes vulpes</i>         | 92                 | 5,5%   | 8             | 15,7%         | 44                         | 5,0%          | 2             | 5,9%          |
| <i>Alopex lagopus</i>        | 19                 | 1,1%   | 2             | 3,9%          | 13                         | 1,5%          | 1             | 2,9%          |
| <b>Total</b>                 | <b>998 (49)</b>    | -      | <b>51 (3)</b> | <b>100,0%</b> | <b>879 (46)</b>            | <b>100,0%</b> | <b>34 (3)</b> | <b>100,0%</b> |
| Large ongulés indèt.         | 210                | 12,5%  |               |               |                            |               |               |               |
| Moyen ongulés indèt.         | 432                | 25,7%  |               |               |                            |               |               |               |
| Canidés indèt.               | 43                 | 2,6%   |               |               |                            |               |               |               |
| <b>Grand total</b>           | <b>1683</b>        | 100,0% |               |               |                            |               |               |               |

En tenant compte des problèmes liés au NMI, nous prenons conscience que le nombre d'individus pourrait être plus élevé. A ce propos, Burke et Cinq-Mars (1996, 1998) décomptent, à partir des restes dentaires, un NMI bien plus fort pour le cheval : 25 individus pour la Grotte I et 13 individus pour la Grotte II, contre 16 et 5 individus respectivement d'après nos estimations basés sur les éléments postcrâniens (Tableau XI et Tableau XII). Cet écart entre les NMI est considérable et pourrait résulter d'une fragmentation intensive des ossements. Il est à noter, d'une part, que les restes dentaires se conservent mieux que les os; d'ailleurs, les dents de cheval, denses, compactes et recouvertes de cément, sont quantitativement et qualitativement bien représentées dans le matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu. D'autre part, les dents de type lopho-sélénodonte des équidés sont aisément distinguables des dents de n'importe quelle autre espèce présente sur le site. Au contraire, un fragment osseux, s'il ne porte pas de caractère morphologique particulier pouvant faciliter son identification taxonomique, finira dans une classe de taille sans attribution à la famille, au genre ou à l'espèce. Le NMI peut donc être biaisé par le taux de fragmentation. En outre, considérant les problèmes d'agrégations, le NMI total sur l'ensemble du site des Grottes du Poisson-Bleu (soit la somme des NMI relevés pour chacune des cavités), ne représente pas nécessairement le nombre d'individus réellement présents sur le site : les éléments anatomiques d'un seul et même individu peuvent en effet avoir été dispersés par des agents biologiques (i.e., humains, carnivores) vers différentes cavités.



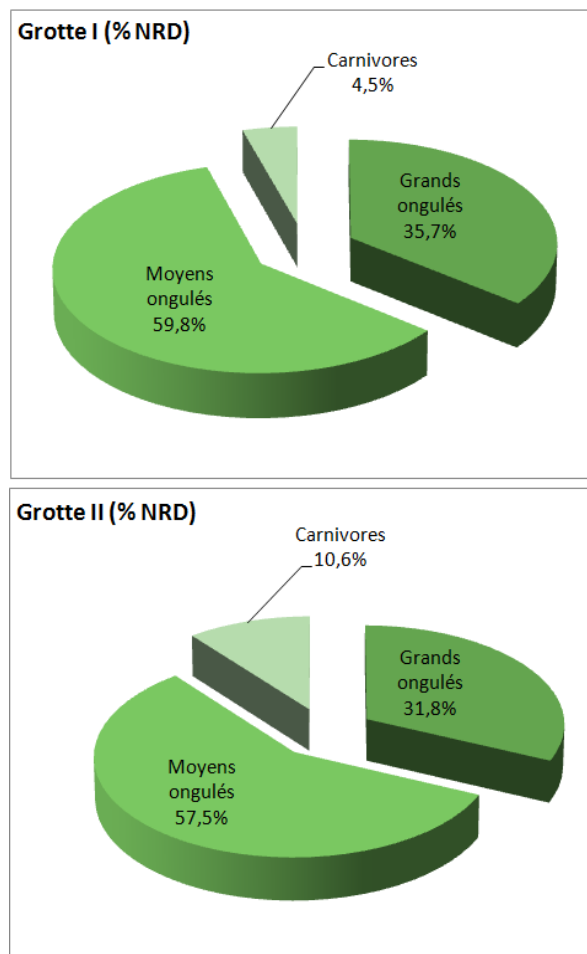
**Figure 41 : Représentation en secteurs du spectre faunique de la Grotte I, en % NRD et en NMI. Le NMI du cheval provient des décomptes de Burke et Cinq-Mars (1998).**





**Figure 42 : Représentation en secteurs du spectre faunique de la Grotte II, en % NRD et en NMI. Le NMI du cheval provient des décomptes de Burke et Cinq-Mars (1998).**

Finalement, nous avons représenté la proportion d'herbivores par rapport à celle des carnivores dans les assemblages des deux grottes à partir du NRD. Les pourcentages de NRD relevés pour les carnivores des Grottes I et II s'élèvent respectivement à 4,5 % et 10,6 % (Figure 43).



**Figure 43 : Proportions de carnivores et d'herbivores en % NRD au sein des Grottes I et II.**

En termes de pourcentages NMI, la proportion de carnivores est de 10,3 % et 27,5 % dans les Grottes I et II, respectivement. Ce dernier taux est d'autant plus élevé que 8 renards roux ont été décomptés dans la Grotte II à partir de la canine mandibulaire gauche. Toutefois, s'il est certain que le renard a pu contribuer à la modification des assemblages osseux, il est moins probable qu'il ait contribué à l'accumulation des ossements de la mégafaune telle que le cheval et le bison. Des études actualistes montrent en effet que le charognage et le transport de parties squelettiques peuvent être

pratiqués par les renards sur des carcasses d'ovicaprinés ou de petits cervidés (Castel et al. 2011; Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008; Mondini 1995); en revanche, le transport d'ossement d'animaux de plus grande taille (e.g., vache) n'a pas été observé (Escalera et Iriarte 2000). Tenant compte de ces remarques, le pourcentage NMI de carnivores pourrait être réévalué en excluant les petits canidés (renard roux et renard polaire); les proportions tombent alors à 3,7 % et 9,8 % pour les Grottes I et II respectivement.

### 5.2.2. Âge et sexe des taxons

#### ***Mammuthus primigenius***

Dans les Grottes I et II, les humérus et tibias comptent parmi les éléments anatomiques les plus abondants de l'assemblage osseux de mammoth. Ainsi nous avons décompté 3 individus de par la présence de ces ossements tant dans la Grotte I que dans la Grotte II. La séquence de fusion des épiphyses (Lister 1994, 1999) nous permet de donner un âge relatif à ces individus : chez les proboscidiens, l'épiphyse distale de l'humérus est en effet la première épiphyse des os longs à se fusionner à la diaphyse, suivie des deux extrémités proximale et distale du tibia qui se fusionnent relativement en même temps.

Sur la base de ces informations, nous pouvons attribuer un humérus et un tibia provenant de la Grotte I à un individu immature (possiblement le même individu) de par l'absence d'épiphyse et la taille particulièrement petite des diaphyses (Tableau XIII). En revanche, le reste du matériel osseux ne permet pas d'estimer l'âge des deux autres individus présents dans l'assemblage : deux tibias présentent une épiphyse proximale fusionnée, tandis que l'extrémité distale a été détruite par le rongement des carnivores et les processus post-dépositionnels. Les deux humérus sont également totalement détruits au niveau des épiphyses. En outre, deux radius proximaux dont l'épiphyse est fusionnée sont également présents ; la fusion se fait généralement tout de suite après l'épiphyse des extrémités du tibia (*op. cit.*). Nous n'avons donc dans nos assemblages que les portions d'os longs dont l'épiphyse se fusionne rapidement chez l'animal ; les portions qui se fusionnent généralement plus tard au cours de la vie du proboscidien (i.e., humérus proximal, fémur distal et proximal, radius distal) (Lister 1994, 1999) sont au contraire absentes des assemblages.

Dans la Grotte II, la présence d'un humérus relativement petit et dont les épiphyses ne sont pas fusionnées confirme la présence d'un très jeune mammouth sur le site (Tableau XIII). Une dent, également récoltée dans le dépôt loessique de cette cavité, pourrait appartenir au même individu : il s'agit d'une dp2 (aussi appelée M1) qui est la toute première dent à se former dès la naissance du proboscidiien et qui tombe durant les premières années de l'individu, poussée par la croissance de la M2 (Jachmann 1988; Laws 1966; Roth et Shoshani 1988). Le spécimen est ici complet, bien que quelque peu affecté par la dissolution créée par les radicelles (Annexe 30). Sur les 30 groupes d'âge proposés par Laws (1966) en fonction de la séquence d'éruption et d'usure dentaire de l'éléphant africain, nous classons notre spécimen dans le groupe I-II en raison d'une quasi-absence de l'usure de l'émail. En combinant les études établies à partir des restes dentaires d'éléphants africains et asiatiques (Laws 1966; Roth et Shoshani 1988), nous estimons l'âge de cet individu à moins de 2 ans. Par ailleurs, un tibia, plus grand et robuste mais dont l'épiphyse distale n'est pas fusionnée, atteste de la présence d'un second mammouth juvénile. L'âge du troisième individu est là encore difficile à estimer : humérus et fémur sont présents mais sous la forme de cylindre diaphysaire dont les extrémités ont été rongées par de grands carnivores.

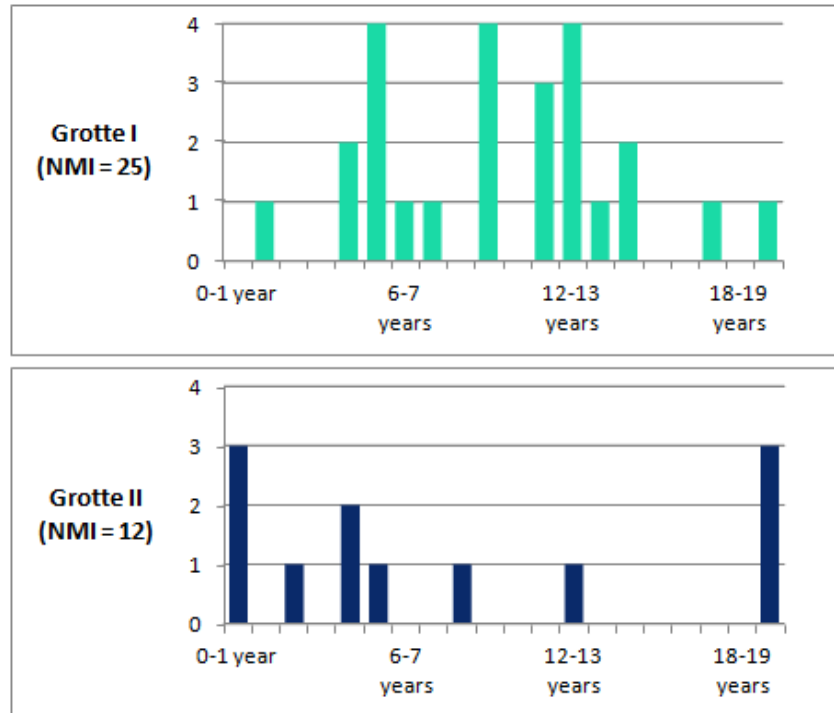
**Tableau XIII : Estimations de l'âge à la mort des mammouths (*M. primigenius*) dans les Grottes I et II.**

|                  | Individu n° | Élément(s)  | Age              |
|------------------|-------------|---|------------------|
| <b>Grotte I</b>  | 1           | 1 humérus droit, épiphyses non fusionnées                 | Juvénile         |
|                  | 1           | 1 tibia droit, épiphyses non fusionnées                   | Juvénile         |
|                  | 2           | Humérus, radius, tibia, épiphyses fusionnées ou détruites | n.d              |
|                  | 3           | Humérus, radius, tibia, épiphyses fusionnées ou détruites | n.d              |
| <b>Grotte II</b> | 1           | 1 humérus droit, épiphyses non fusionnées                 | Juvénile         |
|                  | 1           | dp2 peu usée  | Juvénile < 2 ans |
|                  | 2           | 1 tibia droit, épiphyse distale non fusionnée             | Juvénile         |
|                  | 3           | Humérus, fémur, métaphyses détruites                      | n.d              |

De manière générale, la taille des os longs de mammouth récoltés dans les deux cavités nous paraît relativement petite; les ossements semblent difficilement provenir d'individus mâles adultes. Ils pourraient, en revanche, plus vraisemblablement provenir de mammouths dont la croissance osseuse n'était pas terminée, ou bien de femelles dont la taille corporelle est généralement plus petite que celle des mâles (Lister et Agenbroad 1994). Les spécimens osseux que nous livrent les Grottes du Poisson-Bleu, très fragmentaires, ne présentent cependant pas les caractéristiques nécessaires à l'établissement du sexe chez cette espèce et une analyse ostéométrique sur des éléments squelettiques isolés ne permettrait que difficilement une estimation fiable du sexe des individus (Lister et Agenbroad 1994).

### ***Equus lambei***

Pour ce qui est du cheval, nous utilisons les travaux de Burke et Cinq-Mars (1998) qui mettent en avant les profils de mortalité d'*Equus lambei* dans les Grottes du Poisson-Bleu, à partir des restes dentaires et des tables d'éruption et d'usure dentaire. Les dents de cheval, résistantes et facilement identifiables, offrent un NMI plus élevé que celui établi par les os (16 et 5, Grottes I et II respectivement) et permettent la reconstruction de profils de mortalité plus précis et plus significatifs que les profils obtenus pour n'importe quelle autre espèce d'ongulé présente dans nos assemblages. Ainsi, les auteurs relèvent une courbe dite en U-inversé illustrant une surreprésentation d'individus adultes dans la Grotte I (N = 25), alors qu'un schéma attritionnel (Figure 32, p. 104) est mis en avant pour la Grotte II (N = 12) représentant surtout des individus juvéniles et âgés (Figure 44) (Burke et Cinq-Mars 1998).



**Figure 44 : Profils de mortalité des équidés (*E. lambei*) dans les Grottes I et II établis à partir des restes dentaires, d'après les travaux de Burke et Cinq-Mars (1998).**

Les restes dentaires ont également permis l'identification du sexe chez *E. lambei* selon l'absence ou la présence des canines. Burke et Cinq-Mars (1996) relèvent un pourcentage non négligeable de mandibules et maxillaires d'individus adultes incluant une canine large et bien développée : les proportions de mâles sur le nombre total de spécimens s'élèvent ainsi à 1/1 dans la Grotte I, 3/5 dans la Grotte II, et 11/12 dans la Grotte III (non analysée dans la présente étude). Malgré le faible échantillon des Grottes I et II, l'ensemble des séries dentaires semble montrer une présence quasi permanente de la canine avec un total de 15/18 pour les trois cavités. La possibilité que les canines soient en fait présentes chez les deux sexes pour l'espèce *E. lambei* fut alors proposée par les auteurs (Burke et Cinq-Mars 1996). Malgré des tentatives d'identification du sexe à partir du bassin de cheval (Sisson et Grossman 1975) dans le but de réévaluer cette hypothèse, aucun résultat concluant n'a été obtenu ; le matériel des Grottes du Poisson-Bleu étant particulièrement fragmenté, les os coxaux complets sont rares et sont souvent rongés au niveau du bord iliaque et de la symphyse pubienne. L'échantillon, trop faible, ne permet pas de corroborer ou d'infirmer l'hypothèse proposée par Burke et Cinq-Mars (1996) à partir des canines.

### ***Alces sp. et Cervus elaphus***

Concernant les grands cervidés, un seul wapiti et un seul orignal ont été décomptés dans chacune des cavités. Seuls les restes dentaires du wapiti ont permis des estimations de l'âge à partir de la mesure de la hauteur de la couronne des molaires inférieures (Steele et Weaver 2012). Dans la Grotte I tout comme dans la Grotte II, les individus sont des adultes de 5 à 7 ans (Tableau XIV).

**Tableau XIV : Estimations de l'âge à la mort des wapitis (*C. elaphus*) dans les Grottes I et II.**

|                  | Individu n° | Élément(s)   | Age             |
|------------------|-------------|--|-----------------|
| <b>Grotte I</b>  | 1           | M1 inf., usure modérée, hauteur de couronne = 8,57 mm  | Adulte ~7 ans   |
| <b>Grotte II</b> | 1           | M1 inf., usure modérée, hauteur de couronne = 10,81 mm | Adulte, 5-7 ans |
|                  |             | M2 inf., usure modérée, hauteur de couronne = 17,75 mm |                 |
|                  |             | M3 inf., usure modérée, hauteur de couronne = 18,02 mm |                 |

De même, l'identification du sexe n'a pu être établie que pour le wapiti de par (1) la présence d'un fragment d'os frontal comprenant une partie du merrain et (2) d'un fragment d'os coxal avec un bord ventro-médial relativement épais au niveau de l'acétabulum. Ces deux spécimens ont été récoltés dans la Grotte I et pourraient provenir d'un seul et même individu, un adulte mâle.

### ***Rangifer tarandus***

En ce qui concerne les restes attribués au caribou, la forte présence de métapodes proximaux nous a permis d'évaluer un NMI de 14 pour la Grotte I et un NMI de 6 pour la Grotte II. La fragmentation des restes squelettiques contraint cependant la détermination de l'âge de ces nombreux individus.

Ainsi, les restes dentaires permettent d'estimer l'âge approximatif au décès de 3 individus seulement dans la Grotte I (Tableau XV) : un individu juvénile de moins de 18 mois (d'après la présence de prémolaires déciduales), un jeune d'environ 1 an et demi (d'après la mesure de la hauteur de la couronne de la M3 mandibulaire et du très faible degré d'usure observé sur le lobe antérieur uniquement) ainsi qu'un adulte qui pourrait avoir plus de 5 ans d'après l'usure importante des

molaires supérieures (Pasda 2009). Parmi les restes osseux, deux spécimens pourraient en fait appartenir au même individu juvénile mis au jour grâce aux restes dentaires : un radius dont l'épiphyse proximale n'est pas fusionnée et un humérus dont l'épiphyse distale est en cours de fusion. D'après les tables de fusion des épiphyses, l'individu aurait en fait moins de 18 mois (Pasda 2009). Le matériel squelettique ne fournit malheureusement pas d'information supplémentaire pour estimer judicieusement l'âge des autres individus.

Dans la Grotte II, le matériel dentaire est un peu plus important. Nous avons pu identifier un individu juvénile (M1 sortie avec début d'usure, M2 en cours d'éruption, donc entre 5 à 15 mois) et au moins quatre adultes (d'après la présence de quatre M3 supérieures droites, avec une usure modérée à forte, soit plus de 2 ans). Sur ces quatre adultes, seules deux séries de molaires inférieures permettent des estimations de l'âge un peu plus précises. L'une d'elle présente une M1 brisée en 2 lobes en raison d'une usure totale de la couronne, alors que les M2 et M3 se prêtent aux mesures de la hauteur de la couronne : l'animal, très âgé, devait avoir plus de 10 ans (Morrison et Whitridge 1997; Pike-Tay et al. 2000). L'autre mandibule appartient à un adulte de 3 à 7 ans d'après les hauteurs de couronne des molaires (Morrison et Whitridge 1997; Pike-Tay et al. 2000). Enfin, un sixième caribou provient quant à lui de l'humus datant de l'Holocène et n'aurait pas plus d'une année (Pasda 2009). Ces données issues des restes dentaires semblent consistantes avec le matériel osseux et les observations qui peuvent être faites à partir de la fusion des os (Tableau XV) : un coxal, un tibia, un métacarpe, un métatarse et une phalange proximale pourraient appartenir à un seul et même individu âgé de moins d'une année (Pasda 2009), possiblement le même que révélé par les séries dentaires.



**Tableau XV : Estimations de l'âge à la mort des caribous (*R. tarandus*) dans les Grottes I et II.**

\*Spécimens provenant de l'humus Holocène.

|   | Individu n°  | Élément(s)  | Age                 |
|---|--|---|---------------------|
| Grotte I  | 1  | Dp3 et dp4 sup., isolées  | Juvénile < 18 mois  |
|   |  | 1 radius proximal non fusionné  | Juvénile < 9 mois   |
|   |  | 1 humérus distal en cours de fusion   | Juvénile, 6-18 mois |
|   | 2  | M3 inf. isolée, usure légère, hauteur de couronne = 19,54 mm                  | Juvénile ~1,5 an    |
|   | 3  | Molaires sup., usure forte  | > 5 ans             |
| Grotte II   | 1  | Série dentaire, dp2 à M1 en fonction, M2 en cours d'éruption                  | Juvénile, 5-15 mois |
|   |  | Coxal, tibia, métacarpe, métatarse et 1 <sup>ère</sup> phalange non fusionnés | Juvénile < 1 an     |
|   | 2  | M3 sup. droite, usure modérée à forte   | > 2 ans             |
|   | 3  | M3 sup. droite, usure modérée à forte   | > 2 ans             |
|   | 4  | M3 sup. droite, usure modérée à forte   | > 2 ans             |
|   |  | M1 inf., usure totale, hauteur de couronne = 8,02 mm                          | Adulte, 3-7 ans     |
|   |  | M2 inf., usure totale, hauteur de couronne = 11,83 mm                         |                     |
|   | M3 inf., usure totale, hauteur de couronne = 13,06 mm  |   |                     |
|   | 5  | M3 sup. droite, usure modérée à forte   | > 2 ans             |
|   |  | M1 inf., usure totale, hauteur de couronne = 0 mm                             | Agé > 10 ans        |
|   |  | M2 inf., usure forte, hauteur de couronne = 4,74 mm                           |                     |
| M3 inf., usure forte, hauteur de couronne = 5,86 mm |  |   |                     |
| 6*  | Série dentaire, dp2 à M1 avec usure légère, M2 incluse | Juvénile < 1 an   |                     |

Par ailleurs, une détermination du sexe des individus à partir de fragments d'os coxal (Pasda 2009) a fourni les indices suivants : 2 mâles et 2 femelles dans la Grotte I, 3 mâles et 1 femelle dans la Grotte II. En revanche, l'identification du sexe à partir des bois de renne est plus délicate (Averbouh 2000) : seuls 2 mâles et 2 femelles ont été identifiés dans chacune des cavités. Ainsi, les données combinées issues des fragments d'os coxal et de bois de renne fournissent un sex-ratio (mâles:femelles) minimal de 2:2 pour la Grotte I et 3:2 pour la Grotte II. Compte tenu du caractère fragmentaire de l'assemblage faunique, nous n'avons pas effectué d'analyse ostéométrique pour cette espèce.

### ***Bison priscus***

Un total de 3 et 7 bisons a été décompté dans les Grottes I et II, respectivement. L'âge des individus a été évalué à partir du matériel osseux car aucun reste dentaire n'a été identifié pour cette espèce dans nos assemblages (Tableau XVI). Les restes osseux d'individus immatures sont toutefois rares.

Dans la Grotte I, seul un tibia montre une absence de fusion de ses deux épiphyses et appartiendrait à un individu âgé de moins de 4 ans (Duffield 1973). Par ailleurs, sur trois métatarses droits provenant de cette cavité, un seul porte une épiphyse distale intacte et fusionnée à la diaphyse : il indique la présence d'un individu âgé de plus de 4 ans. En outre, une portion proximale d'un second métatarse droit exhibe un développement osseux important au niveau de l'articulation tarse/métatarse et pourrait provenir d'un individu plus âgé.

Dans la Grotte II, sept tibias distaux gauches fusionnés sont représentatifs de sept individus de plus de 4 ans. En revanche, une épiphyse distale de radius non fusionnée indique, pour cette cavité, qu'un de ces individus pourrait en fait avoir moins de 6 ans (Duffield 1973).

**Tableau XVI : Estimations de l'âge à la mort des bisons (*B. priscus*) dans les Grottes I et II.**

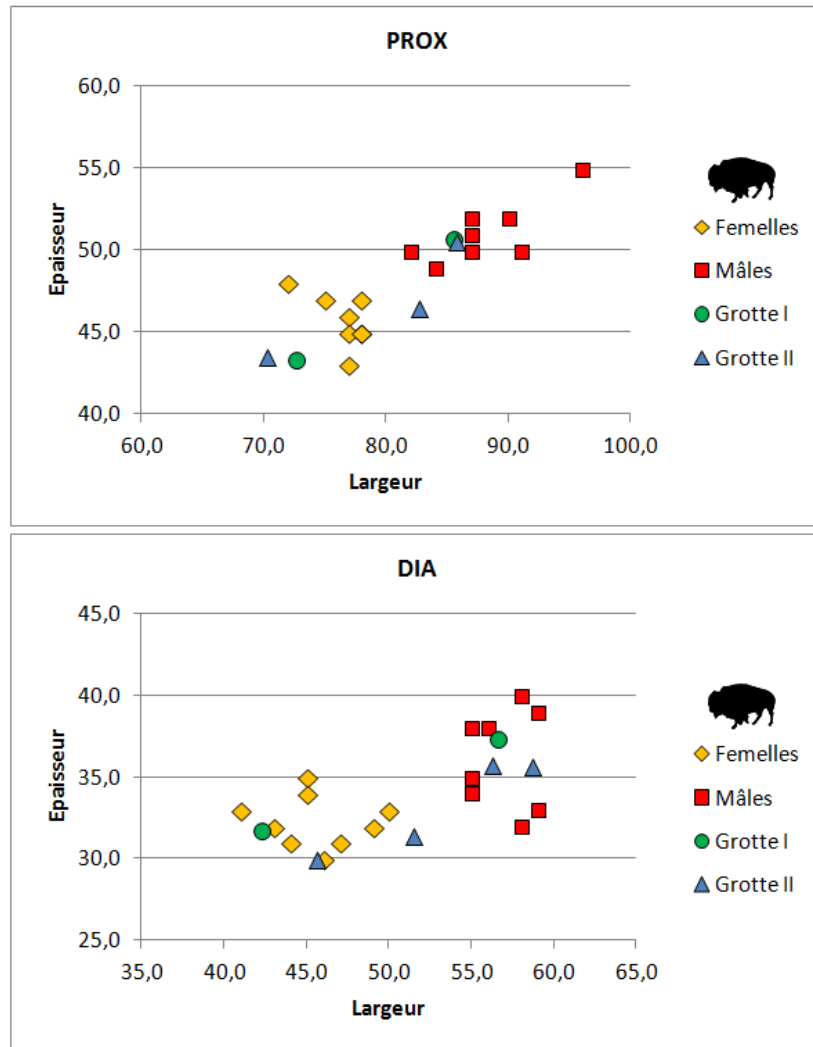
|           | Individu n°                                | Élément(s)   | Age              |
|-----------|--|--|------------------|
| Grotte I  | 1  | 1 tibia droit, épiphyses non fusionnées                            | Juvenile < 4 ans |
|           | 1  | 1 métatarse droit, épiphyses détruites                             | n.d.             |
|           | 2  | 1 métatarse droit complet, épiphyses                               | > 4 ans          |
|           | 3  | 1 métatarse droit, portion proximale seulement, pathologie osseuse | Agé?             |
| Grotte II | 1  | 1 radius gauche, épiphyse distale non fusionnée                    | < 6 ans          |
|           | 1  | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée                         | > 4 ans          |
|           | 2  | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée                         | > 4 ans          |
|           | 3  | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée                         | > 4 ans          |
|           | 4  | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée                         | > 4 ans          |
|           | 5  | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée                         | > 4 ans          |
|           | 6  | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée                         | > 4 ans          |
| 7         | 1 tibia gauche, épiphyse distale fusionnée | > 4 ans  |                  |

Par ailleurs, l'ostéométrie nous a permis d'identifier le sexe des bisons à partir du métacarpe ; nos mesures ont été comparées à celles de l'espèce *Bison priscus* (Drees 2005; Vasiliev 2008). Notre échantillon est extrêmement faible mais il apparaît clairement qu'au moins 1 mâle et 1 femelle sont présents dans l'assemblage de la Grotte I, tandis que 2 mâles et 2 femelles ont été distingués dans la Grotte II (Tableau XVII).

**Tableau XVII : Estimations du sexe des bisons (*B. priscus*) dans les Grottes I et II.**

Les mesures de largeur et d'épaisseur sont prises à trois endroits différents (PROX, extrémité proximale; DIA, mi-diaphyse; DIST, extrémité distale), selon Drees (2005). \*L'os étant légèrement altéré, les mesures pourraient être sous-estimées. \*\*Portion osseuse trop altérée, aucune mesure possible.

|           | Spéc. N°<br>(Grotte) | Longueur | Largeur<br>PROX | Épaisseur<br>PROX | Largeur<br>DIA | Épaisseur<br>DIA | Largeur<br>DIST | Épaisseur<br>DIST | Sexe |
|-----------|----------------------|----------|-----------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------|-------------------|------|
| Gr. I     | G6.2.9               | 215,0    | 72,6            | 43,3              | 42,3           | 31,8             | 74,6            | 31,3              | F    |
|           | I7.15.9              | 227,0    | 85,5            | 50,7*             | 56,6           | 37,4             | 85,1            | 35,1              | M    |
| Grotte II | K7.3.4               | 215,0    | 70,3*           | 43,6              | 45,6           | 30,0             | 77,2            | 31,8              | F    |
|           | L6.1.3               | 208,0    | X**             | 43,2*             | 51,5           | 31,5             | 83,5            | 33,7              | F    |
|           | E6.3.4               | 227,0    | 85,8            | 50,6              | 56,2           | 35,8             | 86,7            | 34,7              | M    |
|           | J8.4.1               | 230,0    | 82,7*           | 46,5              | 58,7           | 35,7*            | 92,4            | 37,8              | M    |



**Figure 45 : Représentations graphiques des mesures de largeur et d'épaisseur prises sur l'extrémité proximale (PROX) et à mi-diaphyse (DIA) de six métacarpes de bison (*B. priscus*), provenant des Grottes I et II, et comparées aux mesures obtenues par Drees (2005) sur le bison des steppes.**

Dans le premier graphique (PROX), une mesure est manquante compte tenu de l'état de préservation d'un des métacarpes de la Grotte II ne permettant pas la mesure de la largeur de l'extrémité proximale.

### ***Ovibos moschatus***

Seuls quelques restes squelettiques ont permis d'identifier au moins un bœuf musqué dans les deux cavités. Parmi ces restes, une mandibule, présentant une série complète de dents (P2 à M3) avec une usure modérée et collectée dans la Grotte II, fournit un âge d'au moins 4 ans et demi (Tableau XVIII) (Henrichsen et Grue 1980).

Le sexe n'a pas pu être déterminé.

Tableau XVIII : Estimations de l'âge à la mort des bœufs musqués (*O. moschatus*) dans les Grottes I et II.

|           | Individu n° | Élément(s)                                     | Age              |
|-----------|-------------|--|------------------|
| Grotte I  | 1           | Ossements divers                               | n.d.             |
| Grotte II | 1           | 1 mandibule droite, P2 à M3 avec usure modérée | Adulte > 4,5 ans |

### ***Ovis/Saiga***

Parmi les restes de petits bovidés, 4 et 5 individus ont été décomptés dans les Grottes I et II, respectivement.

Dans la Grotte I, trois de ces individus appartiendraient à des mouflons de Dall, d'après les caractéristiques morphologiques des restes dentaires; ils proviendraient d'individus adultes, d'après la présence de M3 avec une usure modérée (Hemming 1969). Nous y ajoutons également un individu juvénile, probablement âgé de moins de 5 mois, basé sur la présence d'un métapode proximal non fusionné qui pourrait également appartenir au mouflon de Dall (Tableau XIX). Chez le mouflon canadien (*Ovis canadensis canadensis*), c'est à peu près à cet âge là que les épiphyses proximale et distale des métapodes se fusionnent complètement (Walker 1987).

Dans la Grotte II, les 5 individus décomptés peuvent être divisés comme suit (Tableau XIX) : 4 mouflons adultes (d'après les tables d'éruption de Hemming 1969) dont un relativement plus âgé (d'après l'usure d'une M3 particulièrement prononcée), ainsi qu'un individu juvénile (probablement attribué à la même espèce) que nous estimons à moins d'un an et demi en raison de la présence d'une première phalange et d'un radius dont les épiphyses ne sont pas fusionnées (Walker 1987).

En l'absence des éléments pelviens, le sexe de ces individus n'a pas pu être établi.

Tableau XIX : Estimations de l'âge à la mort des mouflons de Dall (*O. dalli*) dans les Grottes I et II.

|           | Individu n° | Élément(s)  | Age               |
|-----------|-------------|---|-------------------|
| Grotte I  | 1           | 1 métapode, épiphyse proximale non fusionnée (cf. <i>Ovis</i> ) | Juvénile < 5 mois |
|           | 2           | M3 sup. isolée, usure modérée                                   | Adulte > 2 ans    |
|           | 3           | M3 sup. isolée, usure modérée                                   | Adulte > 2 ans    |
|           | 4           | M3 sup. isolée, usure modérée                                   | Adulte > 2 ans    |
| Grotte II | 1           | 1 radius gauche, épiphyses non fusionnées (cf. <i>Ovis</i> )    | Juvénile < 9 mois |
|           | 1           | 1 première phalange, non fusionnée (cf. <i>Ovis</i> )           | Juvénile < 1,5 an |
|           | 2           | Série dentaire inf., usure modérée                              | Adulte > 2 ans    |
|           | 3           | Série dentaire inf., usure modérée                              | Adulte > 2 ans    |
|           | 4           | Série dentaire inf., usure modérée                              | Adulte > 2 ans    |
|           | 5           | M3 inf. isolée, usure quasi-totale                              | Agé               |

### *Ursus arctos*

L'ours n'est représenté sur le site que par des dents isolées retrouvées dans la Grotte II. Si l'on se fie au NMI de combinaison basé seulement sur la latéralité, il semble que nous n'ayons qu'un seul individu dans le gisement de cette cavité. Toutefois, en y incluant les degrés d'usure dentaire, le NMI de l'ours pourrait s'élever à 2 (Tableau XX). En effet, 12 des 14 dents identifiées (I, C, PM et M supérieures) semblent appartenir à un seul et même individu. Sur les tables d'usure dentaire établies pour l'ours des cavernes et l'ours brun (Stiner 1998), notre individu se situerait au stade III, voire IV: les dents sont relativement robustes, les racines complètement développées et l'usure dentaire quasi-absente (Annexe 31 et Annexe 32). Il se retrouve ainsi à cheval entre les catégories « *juvenile* » (stades I-III) et « *prime adult* » (stades IV-VII) proposées par l'auteur. Deux autres dents – des incisives supérieures qui pourraient compléter la dentition de ce premier individu – présentent une usure beaucoup plus forte et arborent une coloration par le manganèse bien plus prononcée (Annexe 33) : il pourrait donc s'agir d'un autre individu, celui-ci plus âgé.

Les déterminations du sexe n'ont pu être établies.

**Tableau XX : Estimations de l'âge à la mort des ours (*U. arctos*) dans les Grottes I et II.**

|                  | Individu n° | Élément(s)                                     | Âge                                |
|------------------|-------------|--|------------------------------------|
| <b>Grotte I</b>  | 0           | -  | -                                  |
| <b>Grotte II</b> | 1           | 12 dents sup. isolées (I, C, PM, M), peu usées | Stade III (juvénile) à IV (adulte) |
|                  | 2?          | 2 incisives sup. isolées, relativement usées   | Adulte                             |

### ***Panthera leo atrox***

Un jeune lion a pu être identifié grâce à un fragment mandibulaire retrouvé dans la Grotte I (Tableau XXI) : les  $p_3$  et  $p_4$  déciduales sont présentes ainsi qu'une première molaire encore incluse mais visible dans son alvéole. Ce spécimen appartient probablement à un individu juvénile d'environ 4 à 8 mois, d'après les séquences d'éruption dentaire (Smuts et al. 1978). Une usure inhabituelle a par ailleurs été observée sur la  $p_4$  inférieure et pourrait résulter du contact de la  $p^3$  ou  $p^4$  supérieure (Annexe 34).

Dans la Grotte II, seule une phalange distale a pu être identifiée à cette espèce (Annexe 35).

Aucune identification du sexe n'a pu être établie.

**Tableau XXI : Estimations de l'âge à la mort des lions (*P. leo atrox*) dans les Grottes I et II.**

|                  | Individu n° | Élément(s)   | Age                |
|------------------|-------------|--|--------------------|
| <b>Grotte I</b>  | 1           | 1 mandibule gauche, $dp_3$ et $dp_4$ en fonction, M1 incluse | Juvénile, 4-8 mois |
|                  | 1           | M1 inf. droite isolée  | Juvénile           |
| <b>Grotte II</b> | 1           | 1 troisième phalange   | n.d.               |

### ***Canis lupus***

Plusieurs dents déciduales mandibulaires ont pu être attribuées à un seul et même louveteau dans la Grotte I (Tableau XXII). Nous convenons qu'il s'agit d'un individu âgé de moins d'un an, selon les méthodes de Gipson et al. (2000), car les racines sont encore bien ouvertes et les traces d'usure n'ont été observées sur aucune des dents (Annexe 36).

Dans la Grotte II, seules quelques incisives et premières prémolaires isolées ainsi que deux mandibules droite et gauche pourraient appartenir à un même individu (Tableau XXII). Les racines sont plus développées et le faible degré d'usure dentaire sur les incisives, les canines et les carnassières indique un âge entre 3 et 6 ans (Gipson et al. 2000).

Si le sex-ratio permet parfois d'expliquer la présence d'ossements de carnivores dans les cavités et l'utilisation potentielle en tant que tanière, aucune détermination du sexe n'a été possible pour ces spécimens.

**Tableau XXII : Estimations de l'âge à la mort des loups (*C. lupus*) dans les Grottes I et II.**

|                  | Individu n° | Élément(s)   | Age             |
|------------------|-------------|--|-----------------|
| <b>Grotte I</b>  | 1           | Fragments mandibulaires (gauche + droit), I, C, PM, M<br>non usées | Juvénile < 1 an |
| <b>Grotte II</b> | 1           | Fragments mandibulaires (gauche + droit), I, C, PM, M<br>peu usées | Adulte, 3-6 ans |

### **Petits canidés**

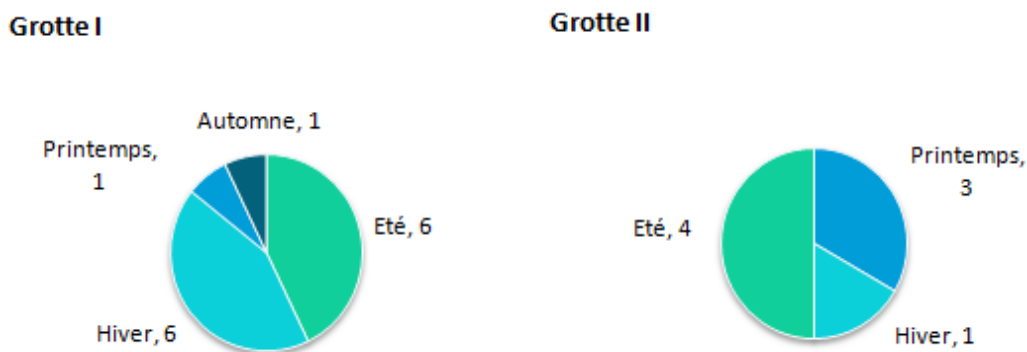
Pour ce qui est du renard roux (*Vulpes vulpes*) et du renard polaire (*Alopex lagopus*), nos assemblages se composent de quelques éléments d'individus immatures, dont des épiphyses non fusionnées et des dents déciduales pour un NMI de 1, ainsi que des dents présentant un fort taux d'usure, indiquant la présence d'individus plus âgés, d'après les schéma d'usure dentaire de la M1 mandibulaire (Stiner 1994). Individus juvéniles, adultes et âgés représentent donc les populations de petits canidés au sein des deux cavités.

### 5.2.3. Saisons d'occupation du site

Les indices de saisonnalité sont maigres et, ici encore, ce sont les études cémentochronologiques de Burke et Cinq-Mars (1998) appliquées aux dents de cheval qui fournissent les meilleures indications quant aux saisons d'occupation du site. Appuyés sur un échantillon dentaire de 30 individus et



couplés à des schémas d'éruption et d'usure dentaire, les auteurs suggèrent ainsi une présence multi-saisonnière de l'espèce équine dans les Grottes I et II (Figure 46).



**Figure 46 : Mortalités saisonnières des équidés (*Equus lambei*) dans les Grottes I et II (en NMI) basées sur les analyses du ciment dentaire d'après Burke et Cinq-Mars (1998).**

Seconde espèce dominante de nos assemblages fauniques, le caribou devrait nous fournir des indices supplémentaires de saisonnalité. Malheureusement, seul l'individu juvénile provenant de l'humus Holocène de la Grotte II nous permet de proposer une saison de décès d'après des séries dentaires mandibulaires et maxillaires complètes et en bon état (Tableau XXIII) : les naissances ayant lieu autour de Mai/Juin (Averbouh 2000; Goss 2012), nous aurions donc une saison de décès vers automne/hiver (M1 sortie avec début d'usure, M2 encore incluse). Les bois de massacre ne sont pas non plus très représentatifs en raison de la faible taille de l'échantillon et du fait que la détermination du sexe ne soit pas toujours aisée (Averbouh 2000). Au total, sur une vingtaine de bois de caribou récoltés dans la Grotte I, 11 sont des bois de massacre et seulement 5 d'entre eux ont fourni une estimation du sexe relativement convaincante. Sur ces 5 bois, deux paires appartiennent à deux individus mâles et un spécimen appartient à une femelle : en raison d'un décalage d'environ 6 mois entre les cycles de développement des bois de mâles et de femelles (Averbouh 2000), une occupation tout au long de l'année peut ici être proposée. Dans la Grotte II, 9 bois de renne ont été décomptés dont 2 bois de massacre ; un seul de ces bois a pu être identifié comme appartenant à un mâle et indique plutôt une saison d'occupation vers été/automne (Tableau XXIII).

Finalement, d'autres indicateurs saisonniers ont été repérés dans la Grotte I (Tableau XXIII). La présence d'un bois de massacre de wapiti suggère une saison de décès vers été/automne : les cerfs

perdent en effet leur bois vers la fin de l’hiver et ceux-ci repoussent immédiatement dès le printemps jusqu’à la fin de l’été (Averbouh 2000; Goss 2012). Chez le mouflon de Dall, un individu immature âgé de moins de 4 mois – d’après les stades d’épiphysation des os du mouflon canadien (Walker 1987) – suggère également une saison de décès estivale, les naissances ayant lieu vers Mai/Juin chez l’espèce *Ovis dalli* (Bowyer et Leslie 1992; Hemming 1969).

**Tableau XXIII : Mortalités saisonnières des ongulés dans les Grottes I et II basées sur l’analyse des restes osseux.**

\* Spécimen récolté dans l’humus Holocène.

| Grotte | Taxon                    | Indices de saisonnalité   | Saison de décès |
|--------|--------------------------|---------------------------|-----------------|
| I      | <i>Cervus elaphus</i>    | Bois de massacre (N = 1)  | Été/automne     |
| I      | <i>Ovis dalli</i>        | Juvénile < 4 mois (N = 1) | Été             |
| I      | <i>Rangifer tarandus</i> | Bois de massacre (N = 3)  | Toute l’année   |
| II     | <i>Rangifer tarandus</i> | Bois de massacre (N = 1)  | Été/automne     |
| II     | <i>Rangifer tarandus</i> | Juvénile < 1 an (N = 1)*  | Automne/hiver   |

#### 5.2.4. Quelques cas de pathologies osseuses

Lors de l’analyse des restes squelettiques, nous avons pu observer quelques pathologies osseuses au sein des deux cavités. Dans la Grotte I, une diaphyse de métatarse d’antilope saïga présente, sur sa face antérieure, un aspect très irrégulier de l’os compact qui pourrait résulter d’une infection osseuse (Annexe 37). Une extrémité distale de phalange d’ongulé de taille moyenne exhibe les mêmes caractéristiques (Annexe 38). En outre, un métacarpe de caribou probablement fracturé affiche un cal osseux sur sa diaphyse. Plus notoire encore, nous avons pu observer, chez le bison, un développement osseux important au niveau de l’articulation des torses et du métatarse, s’apparentant à un cas d’arthrose (Annexe 39). Dans la Grotte II, une première phalange de bison apparaît anormalement dense et présente une surface ventrale boursouflée (Annexe 40). Ces spécimens exhibent tous des traces de dents de carnivores et suggèrent que les individus atteints de telles pathologies devaient constituer des proies faciles aux grands prédateurs.

## 5.3. Représentations squelettiques

### 5.3.1. Fréquence des éléments anatomiques

En ce qui concerne les ongulés de taille 3, le profil squelettique du caribou montre deux pics principaux correspondant aux métacarpes et métatarses. Les éléments crâniens sont relativement bien représentés, suivis des tibias, ainsi que des phalanges bien présentes dans la Grotte II. Les os longs (fémur, humérus, radio-ulna) sont également présents mais moins abondants. Le squelette axial est clairement sous-représenté (Figure 47).

Chez les bovidés de taille 3, les éléments crâniens dominent l'assemblage osseux, suivis des extrémités distales des membres (métapodes, carpes, tarses et phalanges) et de quelques éléments du membre antérieur (humérus, radio-ulna). Le squelette axial est encore sous-représenté (Figure 47). Si certains éléments vertébraux ont pu être attribués aux ongulés de taille 3, l'identification n'a cependant pas toujours été possible.

Pour les espèces de plus grandes tailles, orignal, wapiti et bœuf musqué sont parmi les moins fréquentes de l'assemblage osseux des Grottes I et II. Malgré la faible taille de l'échantillon, il apparaît que les éléments anatomiques qui leur sont attribués correspondent au squelette appendiculaire et au crâne. Ainsi l'orignal n'est illustré que par des fragments osseux appartenant aux membres antérieur et postérieur. Il en est de même pour le wapiti, avec quelques fragments crâniens en plus et une vertèbre cervicale. Pour le bœuf musqué, deux os longs du membre antérieur (humérus et radio-ulna) sont présents dans la Grotte I ainsi qu'une mandibule et des os du tarse dans la Grotte II.

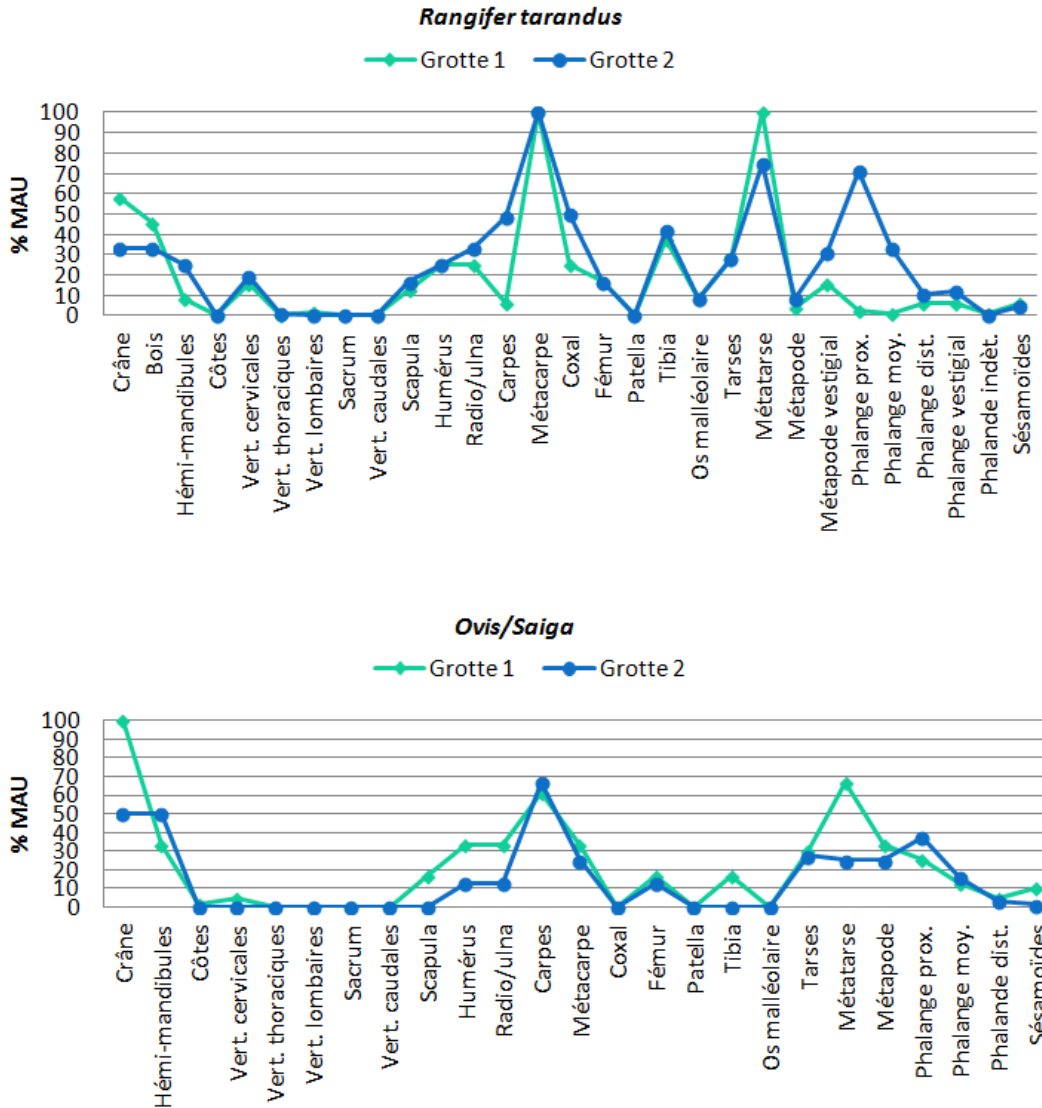
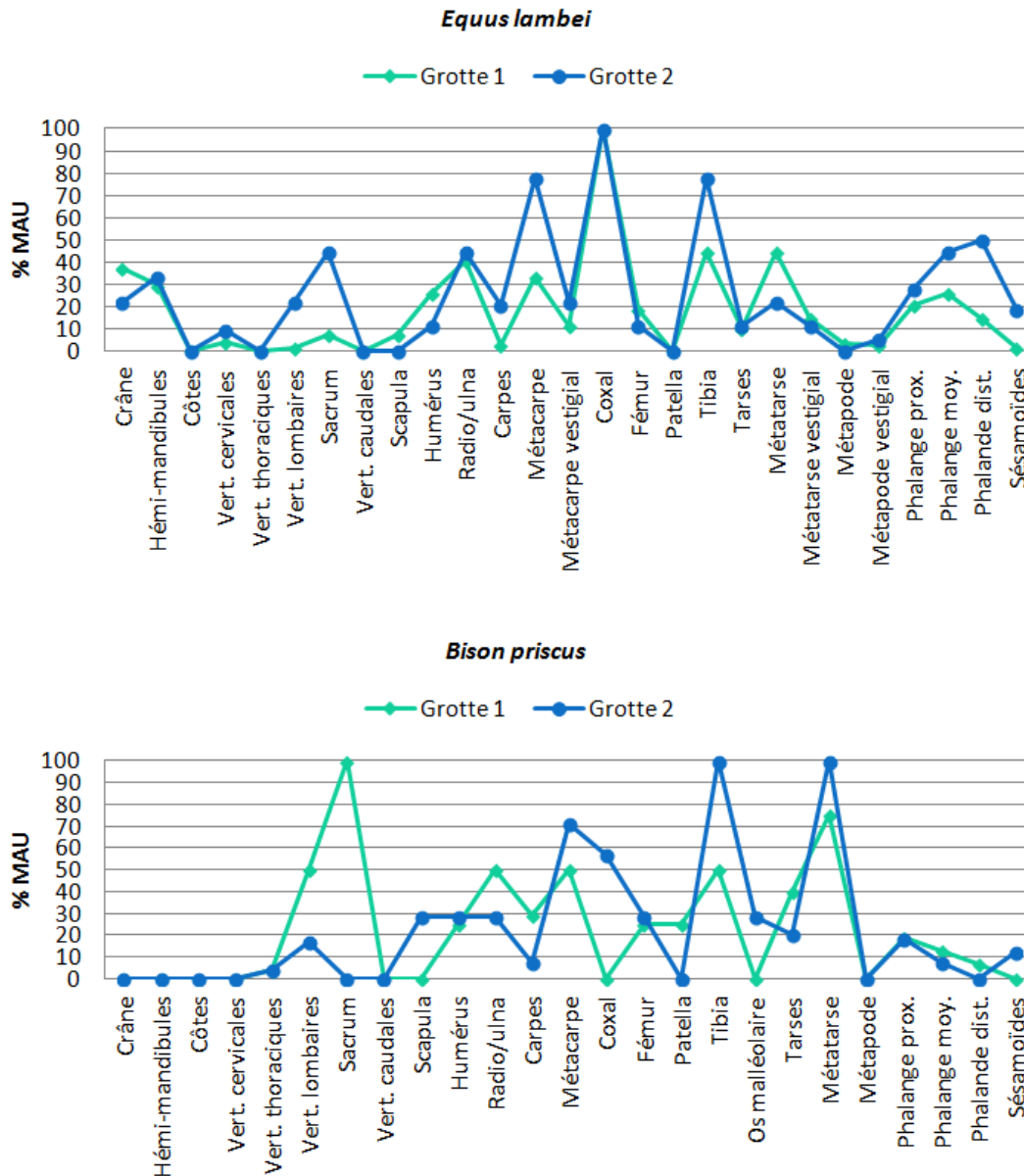


Figure 47 : Représentations squelettiques en % MAU du caribou (*Rangifer tarandus*) et des bovidés de taille 3 (*Ovis/Saiga*), dans les Grottes I et II.

Les trois grandes espèces de la Steppe à Mammouth sont par ailleurs représentées par un plus grand nombre de restes. Ainsi, le profil squelettique du mammouth laineux montre une dominance de l'humérus et du tibia. Quelques éléments additionnels complètent le squelette appendiculaire : radius et fibula dans la Grotte I, scapula, coxal et éléments podiaux dans la Grotte II. Seule une vertèbre thoracique (Grotte I) ainsi qu'une côte et une première molaire (Grotte II) composent le squelette axial et le crâne.

Chez le bison, des vertèbres thoraciques, lombaires et sacrales ont été identifiées. Des éléments du membre postérieur dominant dans la Grotte II, avec notamment le tibia, le métatarse et le coxal. Le membre antérieur est également bien présent. L'assemblage de la Grotte I suit relativement la courbe de la Grotte II. Crâne, mandibule et vertèbres cervicales sont absents de l'assemblage osseux de bison (Figure 48).

Enfin, chez le cheval, espèce la mieux représentée de nos assemblages osseux, les données sont globalement les mêmes pour les deux cavités, illustrant une surreprésentation du coxal, des os longs et des phalanges. Humérus et fémurs sont par contre moins bien représentés que le reste du squelette appendiculaire. Carpes, tarses et sésamoïdes sont également peu fréquents. Les vertèbres sont principalement représentées par les lombaires et les sacrales (Figure 48). Les données de Burke et Cinq-Mars (1996, 1998) contribueraient nettement à la surreprésentation des crânes et des mandibules comparativement au squelette postcrânien; les éléments crâniens étudiés par les auteurs n'ont toutefois pas été réétudiés dans le cadre de la présente étude et ne sont par conséquent pas représentés dans nos graphiques.



**Figure 48 : Représentations squelettiques en % MAU du cheval (*Equus lambei*) et du bison (*Bison priscus*) dans les Grottes I et II.**

Les éléments crâniens du cheval étudiés par Burke et Cinq-Mars (1996, 1998), non inclus dans la présente étude, contribueraient à surreprésenter le % MAU des éléments crâniens comparativement au squelette postcrânien.

De façon générale, les os du crâne et des membres sont donc mieux représentés que le squelette axial pour les ongulés des Grottes I et II. Toutefois, la sous-représentation du squelette axial pourrait

être due au degré de fragmentation et à la complexité des déterminations taxonomiques des fragments de côtes et de vertèbres. Au contraire, certaines portions d'éléments (e.g., fragments de métapodes) se prêtent mieux aux identifications anatomiques et taxonomiques et peuvent tendre à une surreprésentation. Avant d'aller plus loin, nous proposons de vérifier si la sous-représentation du squelette axial est ici due à un problème de détermination taxonomique différentiel. Nous retraçons donc les graphiques de représentations squelettiques cette fois-ci pour les classes de taille (ongulés de taille 3 et taille 4), ce qui nous permet d'inclure les éléments anatomiques non identifiés à l'espèce. Nous nous sommes contentés d'un simple décompte des restes, c'est-à-dire du NRDa. A la différence du NME ou du MAU, le NRDa ne prend pas en compte le taux de fragmentation et n'est donc pas représentatif du nombre d'éléments présents dans l'assemblage ; en d'autres termes, il est possible que certains éléments paraissent surreprésentés. Néanmoins, il nous permet assez rapidement de répondre à notre question : en effet, les vertèbres, bien que présentes, ne s'expriment que faiblement dans les assemblages des Grottes I et II, pour les ongulés de taille 3 et 4 (Figure 49). En revanche, les côtes sont relativement abondantes mais, étant particulièrement fragmentées dans nos assemblages, ne représentent pas le nombre exact de côtes. En conséquence, la sous-représentation du squelette axial n'est pas due à des problèmes d'identification taxonomique. Elle pourrait, en revanche, être due à un transport sélectif par des prédateurs ou bien à une destruction différentielle par des processus taphonomiques. Ces hypothèses seront testées plus loin.

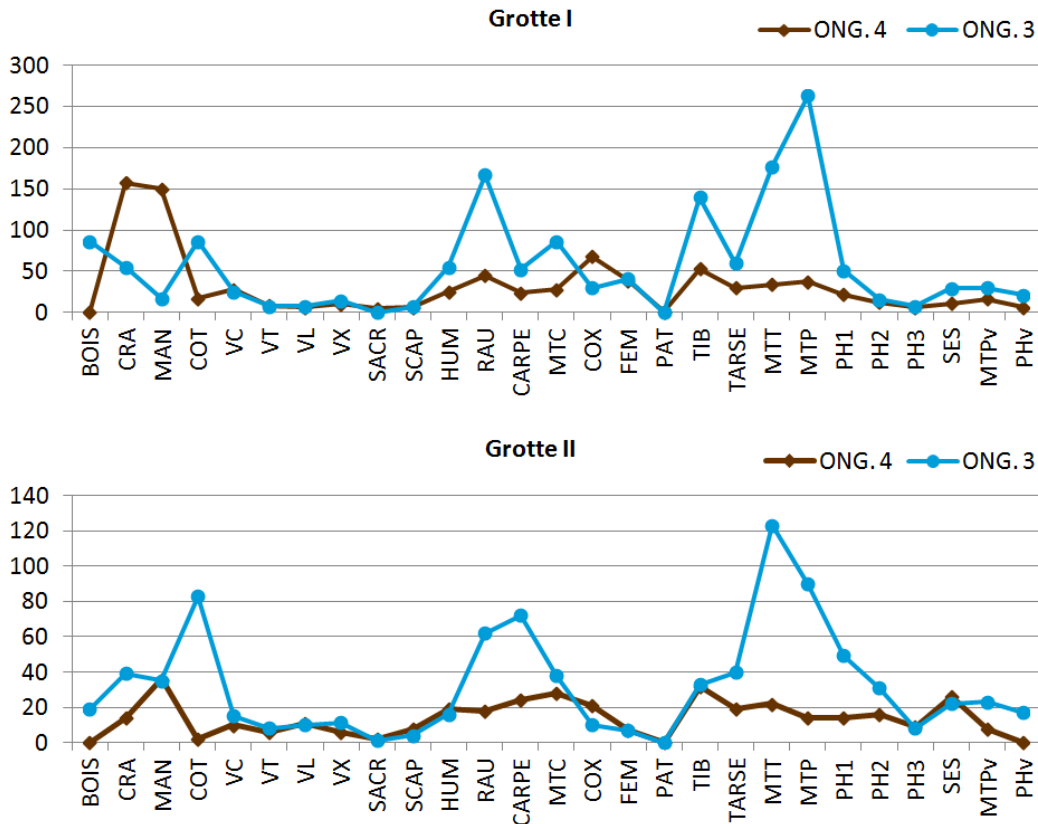


Figure 49 : Représentations squelettiques générales des ongulés de taille 3 et 4, établies à partir du NRD, dans les Grottes I et II.

### 5.3.2. Fréquence des régions anatomiques

Analyser les assemblages en termes de régions anatomiques permet d’appréhender les stratégies de transport en mettant en relief des parties de carcasses qui auraient pu être préférentiellement transportées. Nous insistons ici sur deux espèces en particulier, soit le caribou (classe de taille 3) et le cheval (classe de taille 4), car étant les mieux représentées sur le site des Grottes du Poisson-Bleu. Nos profils de régions anatomiques sont établis à partir des neuf catégories proposées par Stiner (Stiner 1991, 1994) et mettent en jeu un NME standardisé.

Chez le caribou, nous pouvons observer une surreprésentation notable des extrémités distales des membres (i.e., *Lower front, Lower hind, Feet*, Stiner 2002a), tant dans la Grotte I que dans la Grotte II



(Figure 50). Les éléments crâniens et le squelette axial, majoritairement dominés par les vertèbres cervicales et les os pelviens, sont représentés en plus faible quantité. La région « *Upper hind* » indique quant à elle une présence bien plus faible du fémur dans l'assemblage osseux du cervidé.

En ce qui concerne l'assemblage osseux de cheval, nous observons globalement les mêmes tendances, c'est-à-dire une dominance des extrémités distales des membres (i.e., *Lower front, Lower hind, Feet*, Stiner 2002a) contrairement aux extrémités proximales (i.e., *Upper front, Upper hind*, Stiner 2002a) qui sont nettement moins fréquentes (Figure 50). A la différence de l'assemblage de caribou, toutefois, le squelette axial du cheval est relativement bien représenté : ceci est dû notamment à l'abondance des os coxaux transportés dans les cavités, ainsi qu'au sacrum et aux vertèbres lombaires qui se rattachent à la ceinture pelvienne. Les graphiques n'incluant pas les éléments crâniens du cheval étudiés par Burke et Cinq-Mars (1996, 1998), la région « *Skull/mand* » est ici sous-estimée.

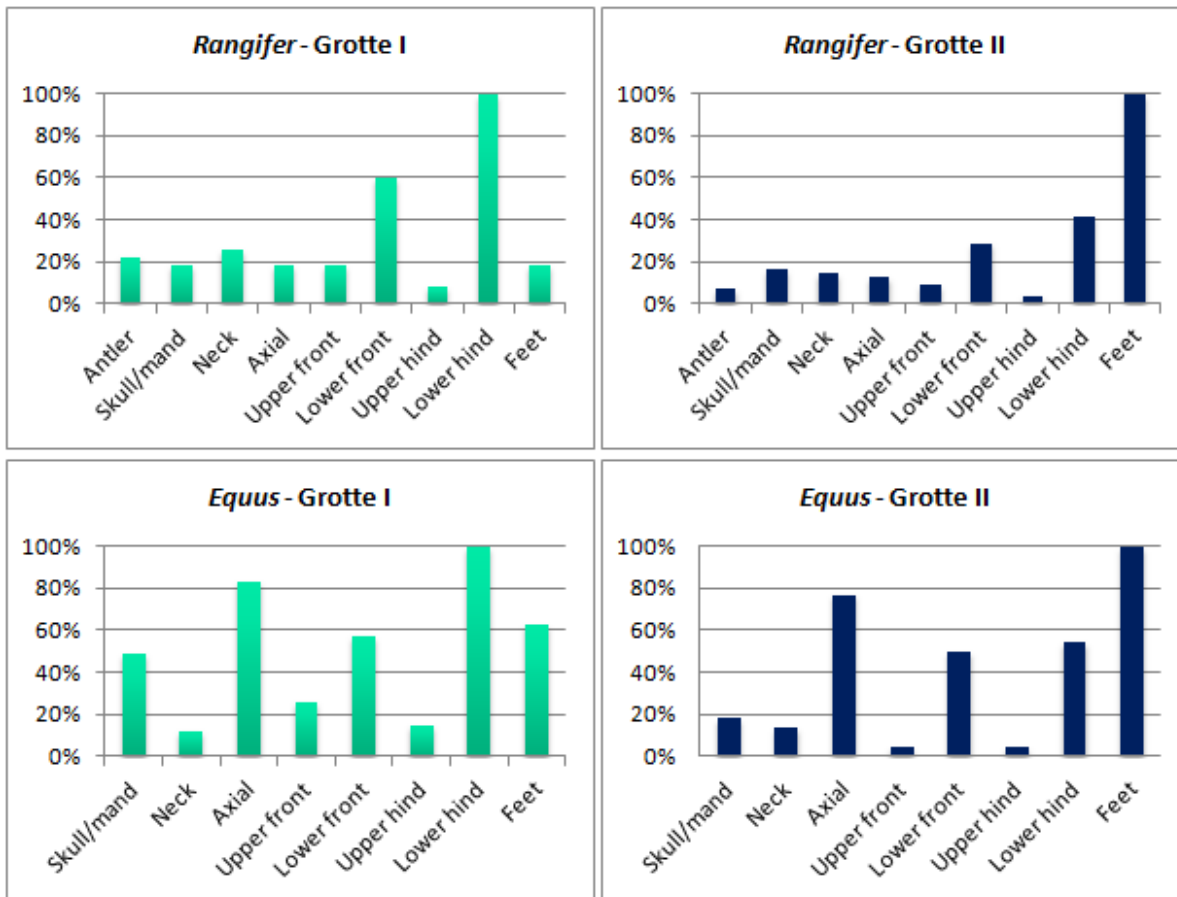


Figure 50 : Représentations squelettiques du caribou (*Rangifer*) et du cheval (*Equus*) en % NME par régions anatomiques selon Stiner (1994).

### 5.3.3. Fréquence des éléments crâniens

Nous évoquons ici un autre indice qui peut s'avérer utile dans la distinction entre les assemblages osseux créés par les carnivores et ceux créés par les humains (Cruz-Uribe 1991) : dans le premier cas de figure, le rapport crânien/postcrânien devrait décroître avec la taille des ongulés (en d'autres termes, les crânes de petits ongulés devraient être mieux représentés que ceux des plus grands ongulés). Dans nos assemblages, les ratios (en % NMI) sont plutôt bas pour les ongulés de taille 3, soit 10/18 (56 %) et 6/11 (55 %) pour les Grottes I et II respectivement (Figure 51). Ces indices sont également faibles pour les ongulés de taille 4 (cheval exclu) : 2/6 (33 %) et 2/9 (22 %), Grottes I et II respectivement. De façon générale, les éléments crâniens semblent donc sous-représentés dans les

deux cavités. En revanche, si l'on considère les NMI dentaires du cheval d'après Burke et Cinq-Mars (1996, 1998), il en ressort une bien meilleure représentation de ceux-ci comparativement aux éléments du postcrânien pour les ongulés de grande taille (27/22 et 15/14, Grottes I et II respectivement) (Figure 51). Il est possible que des problèmes de détermination différentielle des ossements du squelette postcrânien, en raison du taux de fragmentation élevé, soient responsables du fort pourcentage d'éléments crâniens de cheval dans les deux cavités. Néanmoins, les dents d'équidés demeurent représentées en bien plus grande quantité que les restes dentaires de tout autre ongulé sur l'ensemble du site des Grottes du Poisson-Bleu.

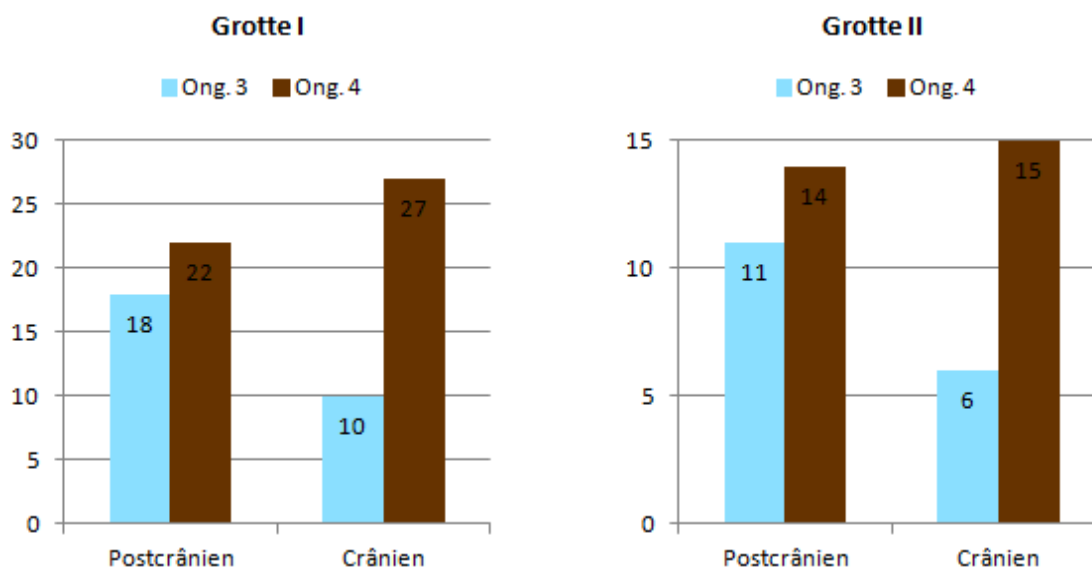


Figure 51 : Fréquence des éléments crâniens comparativement aux éléments postcrâniens (% NMI) pour les ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes I et II.

#### 5.3.4. Fréquence des petits os compacts

Un second critère de différenciation entre les gisements de carnivores et les assemblages archéologiques est également proposé par Cruz-Uribe (1991) : les petits os compacts (i.e., carpes, tarses, sésamoïdes, phalanges) sont généralement sous-représentés par rapport aux éléments du postcrânien dans les assemblages créés par les carnivores. Notre ratio de petits os durs comparés au

reste du squelette postcrânien (basé sur les décomptes du NMI) est relativement faible pour les grands ongulés : 6/22 et 9/15, Grottes I et II respectivement (calcanéus, talus, cubo-naviculaire et phalanges exclus). Il est par contre plus élevé pour les plus petits ongulés de la Grotte I, avec un ratio de 15/18 (calcanéus et talus exclus). Dans la Grotte II, toutefois, le NMI des petits os compacts est plus important que le NMI relevé pour les autres éléments du squelette postcrânien : le ratio est de 11/9 et indique que les petits os durs ne sont pas sous-représentés dans l'assemblage faunique de cette cavité (Figure 52).

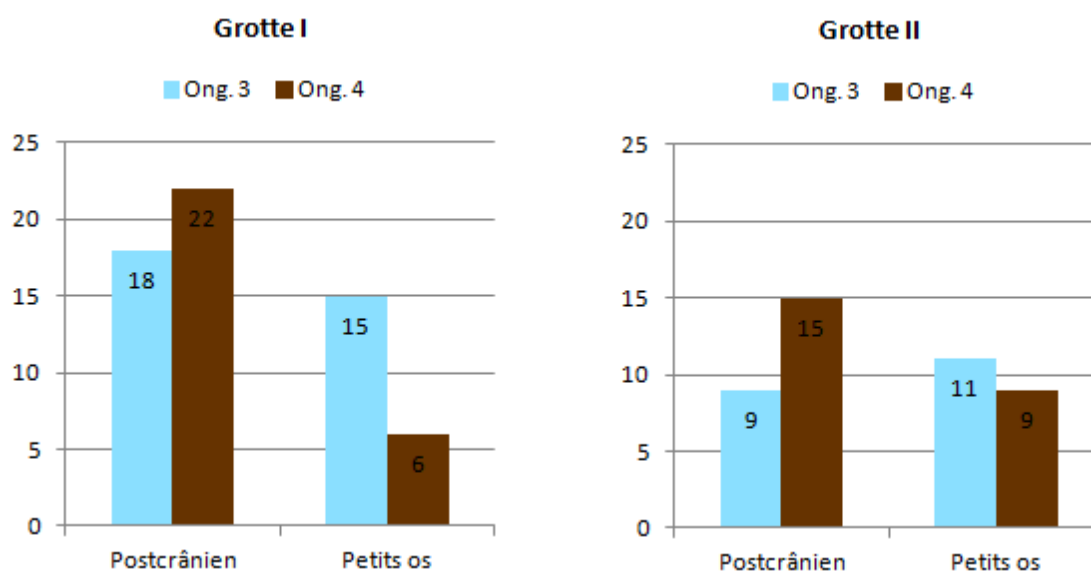


Figure 52 : Fréquence des petits os compacts comparativement au reste du squelette postcrânien (en NMI) pour les ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes I et II.

## 5.4. Origine de la fragmentation

### 5.4.1. Transport sélectif et/ou conservation différentielle

Alors que les représentations squelettiques viennent d'être évoquées, une question se pose : l'abondance relative des éléments osseux est-elle le résultat d'un transport sélectif des régions squelettiques ou la conséquence des effets destructeurs de processus taphonomiques divers ? Afin

d'évaluer l'impact du « *density-mediated attrition* » sur les assemblages osseux, nous avons corrélé la fréquence relative des ossements des trois ongulés dominants avec les indices de densité minérale osseuse (Lam et al. 1999). Les tests statistiques ne montrent aucune corrélation, que ce soit pour la Grotte I comme pour la Grotte II, au sein des assemblages de caribou (Grotte I :  $r_s = 0,248$ ,  $p = 0,085$ ,  $N = 32$  ; Grotte II :  $r_s = 0,263$ ,  $p = 0,076$ ,  $N = 31$ ), de cheval (Grotte I :  $r_s = -0,163$ ,  $p = 0,182$ ,  $N = 33$  ; Grotte II :  $r_s = -0,111$ ,  $p = 0,290$ ,  $N = 27$ ) ou de bison (Grotte I :  $r_s = 0,160$ ,  $p = 0,244$ ,  $N = 21$  ; Grotte II :  $r_s = 0,285$ ,  $p = 0,106$ ,  $N = 21$ ) (Figure 53). Le « *density-mediated attrition* » ne peut donc être tenue pour responsable de la fréquence relative des éléments anatomiques.

Nos valeurs de % MAU ont alors été corrélées à divers indices d'utilité nutritive (Emerson 1990; Lyman 1994b; Metcalfe et Jones 1988; Morin 2007; Morin et Ready 2013; Outram et Rowley-Conwy 1998). En ce qui concerne les indices généraux qui prennent en considération la quantité de viande, de moelle et de graisse (sFUI pour le caribou et le cheval, sMAVGTP pour le bison), les analyses statistiques ne montrent aucune corrélation, au sein des deux cavités, que ce soit pour le caribou (Grotte I :  $r_s = -0,086$ ,  $p = 0,349$ ,  $N = 23$  ; Grotte II :  $r_s = -0,354$ ,  $p = 0,058$ ,  $N = 21$ ), le cheval (Grotte I :  $r_s = -0,031$ ,  $p = 0,448$ ,  $N = 20$  ; Grotte II :  $r_s = -0,288$ ,  $p = 0,139$ ,  $N = 16$ ) ou même le bison (Grotte I :  $r_s = 0,118$ ,  $p = 0,350$ ,  $N = 13$  ; Grotte II :  $r_s = -0,040$ ,  $p = 0,444$ ,  $N = 15$ ) (Figure 54).

Lorsque le % MAU est confronté avec les indices de moelle (UMI), les variables pour le caribou ne sont corrélées dans aucune des deux cavités (Grotte I :  $r_s = 0,336$ ,  $p = 0,120$ ,  $N = 14$  ; Grotte II :  $r_s = 0,161$ ,  $p = 0,292$ ,  $N = 14$ ). En revanche, une corrélation s'observe pour le cheval dans la Grotte I au seuil de signification 0,01 ( $r_s = 0,706$ ,  $p = 0,002$ ,  $N = 14$ ) mais pas dans la Grotte II ( $r_s = 0,092$ ,  $p = 0,378$ ,  $N = 14$ ). De même, le test est significatif pour le bison dans la Grotte I au seuil de 0,05 ( $r_s = 0,587$ ,  $p = 0,048$ ,  $N = 9$ ) mais pas dans la Grotte II ( $r_s = 0,565$ ,  $p = 0,072$ ,  $N = 8$ ) (Figure 55). Toutefois, pour cette même espèce, l'analyse statistique confrontée au BUI indique une absence de corrélation dans la Grotte I ( $r_s = -0,418$ ,  $p = 0,175$ ,  $N = 7$ ) alors qu'une courbe hyperbolique négative se dessine dans la Grotte II avec une corrélation significative au seuil 0,05 ( $r_s = -0,598$ ,  $p = 0,045$ ,  $N = 9$ ) (Figure 56); en l'absence de corrélation avec la densité, cette « *reverse utility curve* » pourrait signaler un transport différentiel des parties squelettiques selon leur valeur nutritive (Binford 1978). Néanmoins, la signification de ces corrélations pour le bison reste faible au seuil de 0,05 et pour un échantillon inférieur à 10. Au contraire, la forte corrélation qui existe entre les indices de moelle et

les abondances relatives des restes d'équidés dans la Grotte I souligne l'exploitation éventuelle de la moelle par les humains dans cette cavité.

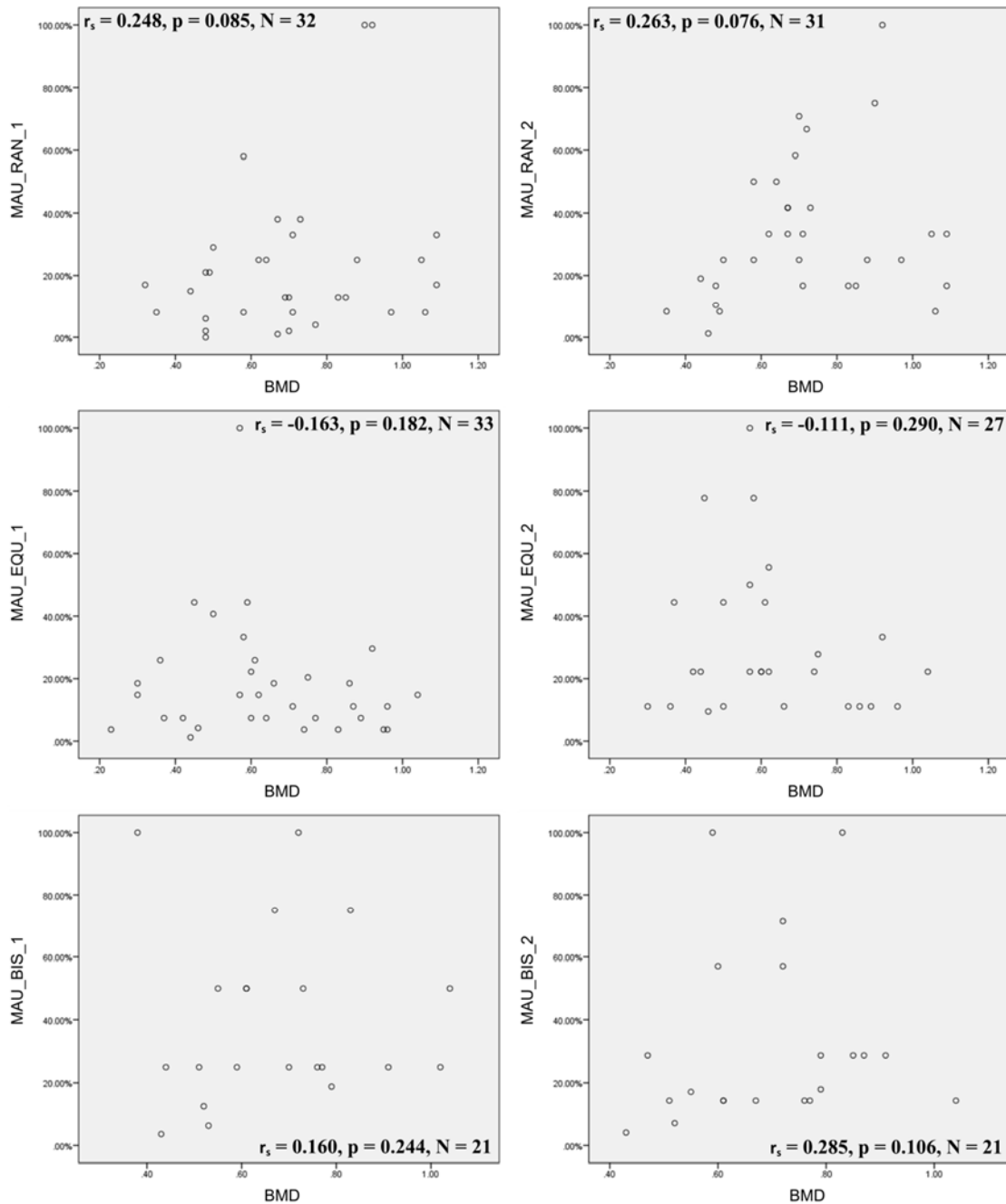
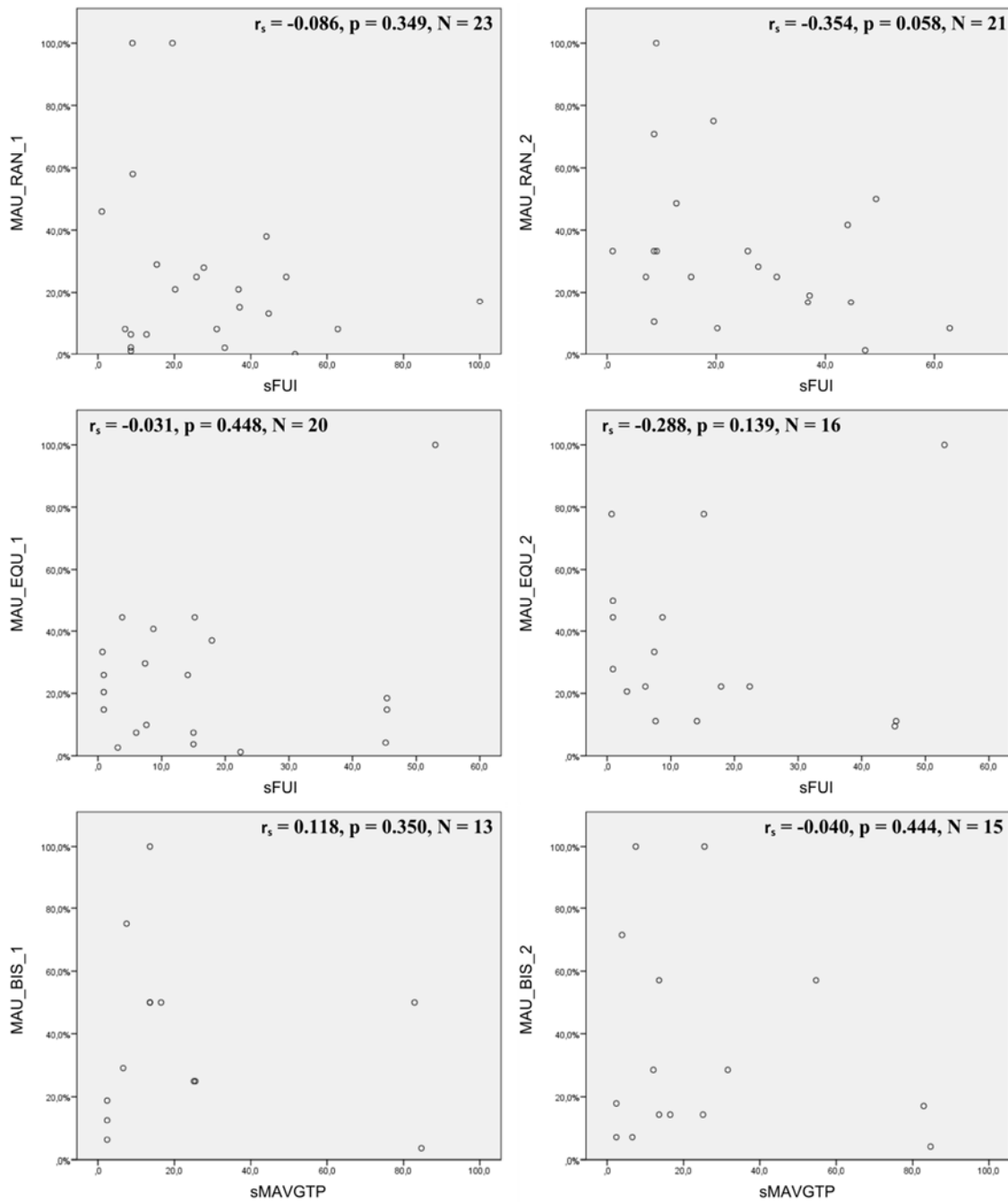


Figure 53 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction de la densité minérale osseuse (BMD) pour le caribou (RAN), le cheval (EQU) et le bison (BIS), dans les Grottes I et II.



**Figure 54 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction des indices d'utilité nutritive générale (sFUI, sMAVGTP) pour le caribou (RAN), le cheval (EQU) et le bison (BIS), dans les Grottes I et II.**

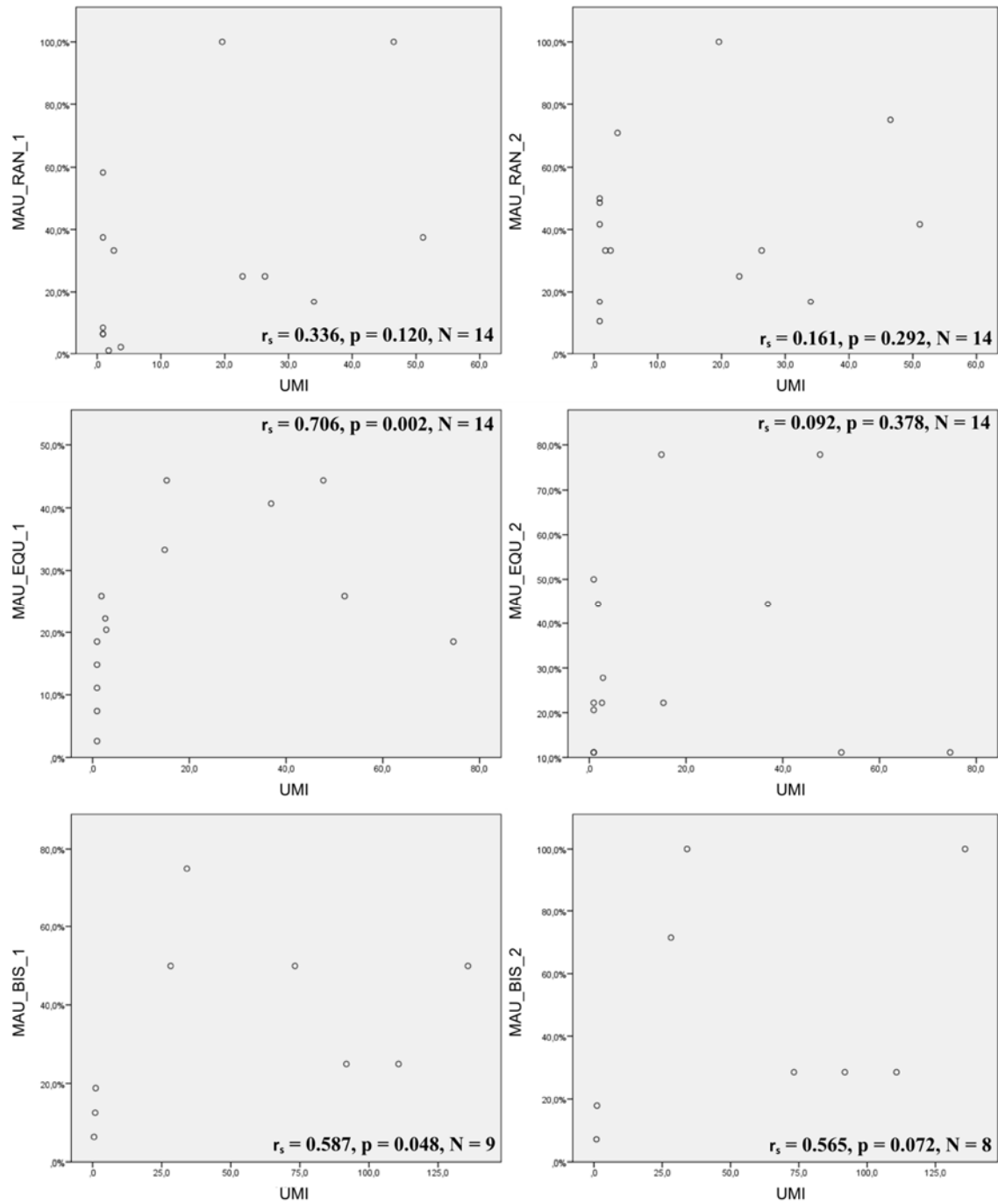
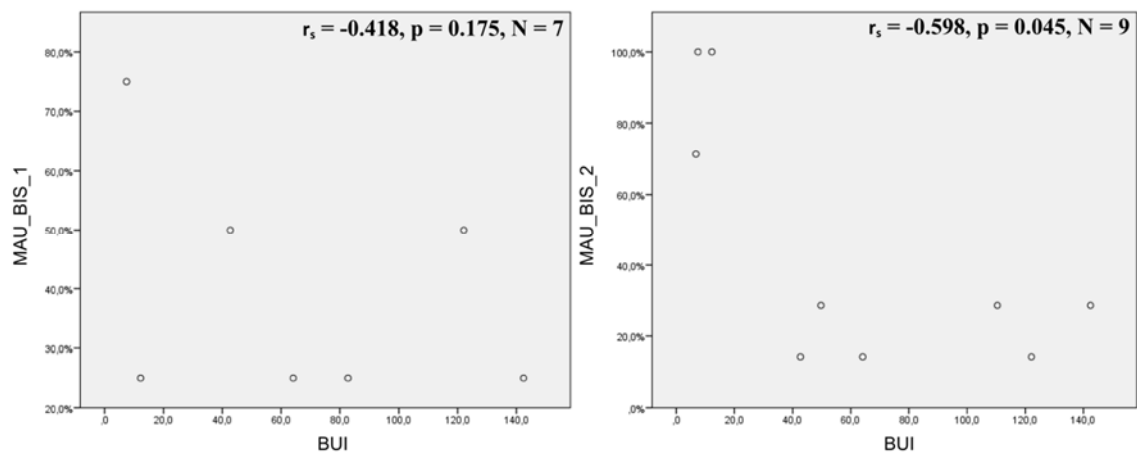


Figure 55 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction des indices de moelle (UMI) pour le caribou (RAN), le cheval (EQU) et le bison (BIS), dans les Grottes I et II.





**Figure 56 : Représentations graphiques de la fréquence des éléments anatomiques (% MAU) en fonction des indices de moelle et graisse (BUI) pour le bison (BIS), dans les Grottes I et II.**

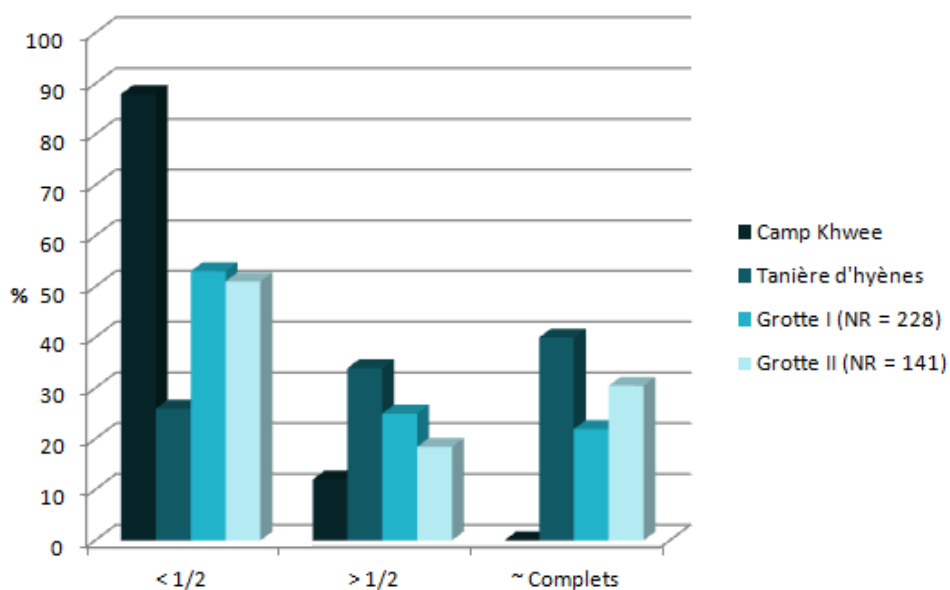
## 5.4.2. Etat de fragmentation des os longs

### 5.4.2.1. Etat de complétude des os longs

Tandis que nous présentions plus haut un taux de complétude général du squelette postcrânien afin de rendre compte de l'intensité globale de la fragmentation osseuse (*cf.* chapitre 5.1.1, p. 156), nous proposons ici une évaluation du taux de complétude des os longs seulement, de manière à établir des comparaisons avec les résultats des travaux de Bunn (1983). L'analyse s'applique à 228 spécimens provenant de la Grotte I et 141 spécimens provenant de la Grotte II, pour les ongulés de taille 3 et 4 confondues (cylindres et fragments diaphysaires exclus). Les décomptes indiquent une bonne concentration (environ 50 % dans les deux cavités) d'os longs très peu complets (moins du quart de la longueur totale). Néanmoins, les éléments complets ou relativement complets (soit plus du  $\frac{3}{4}$  de la longueur totale, comprenant une ou les deux épiphyses) représentent entre 22 et 30 % des os longs analysés ici, Grottes I et II respectivement (Tableau XXIV). Avec un pourcentage élevé d'ossements complets, notre diagramme se distingue du camp Khwee des chasseurs-cueilleurs San et se rapproche du repaire d'hyènes, tels que représentés dans les travaux de Bunn (Figure 57) (Bunn 1983). A titre informatif, nous y avons également reporté un pourcentage extrêmement fort de traces de dents : entre 68 et 79 % des spécimens dans la Grotte I et entre 51 et 70 % des spécimens dans la Grotte II (Tableau XXIV).

**Tableau XXIV : Etat de complétude des os longs (cylindres et fragments diaphysaires exclus) des ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes du Poisson-Bleu et comparaison avec un camp Khwee de chasseurs-cueilleurs San et une tanière d'hyènes tachetées, d'après Bunn (1983).**

| Longueur EPI+DIA       | Grotte I (NR = 228) |      | Grotte II (NR = 141) |      | Khwee | Hyène |
|------------------------|---------------------|------|----------------------|------|-------|-------|
|                        | NR                  | % NR | NR                   | % NR | % NR  | % NR  |
| < 1/2                  | 121                 | 53   | 72                   | 51   | 88    | 26    |
| > 1/2                  | 57                  | 25   | 26                   | 18   | 12    | 34    |
| ± Complets             | 50                  | 22   | 43                   | 30   | 0     | 40    |
| <b>Traces de dents</b> | 68 à 79 %           |      | 51 à 70 %            |      |       |       |



**Figure 57 : Etat de complétude des os longs (cylindres et fragments diaphysaires exclus) des ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes du Poisson-Bleu et comparaison avec un camp de chasseurs-cueilleurs San (Khwee) et une tanière d'hyènes tachetées, d'après Bunn (1983).**

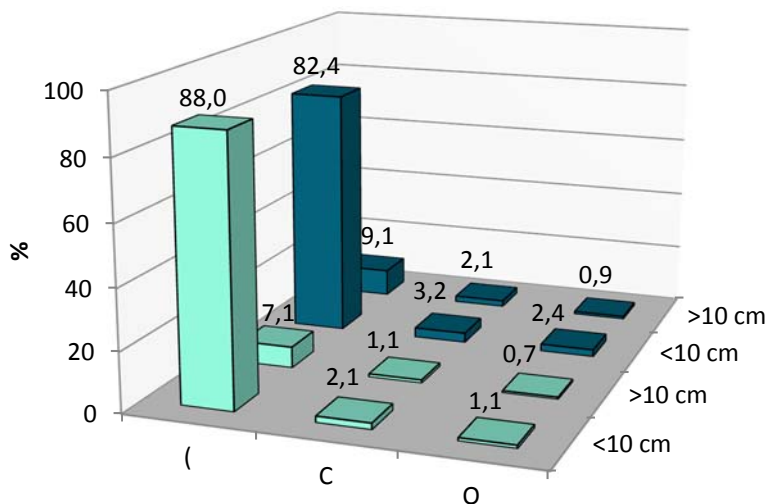
« < 1/2 » : une épiphyse rattachée à la diaphyse mesurant moins de la moitié de la longueur totale ; « > 1/2 » : une épiphyse rattachée à la diaphyse mesurant plus de la moitié de la longueur totale ; « Complets » : os complets ou presque complets, les deux épiphyses sont présentes.

#### 5.4.2.2. Circonférence et longueur des portions diaphysaires

Excluant cette fois-ci les épiphyses, les diaphyses d'os longs sont maintenant évaluées en termes de circonférence et de longueur des fragments afin de caractériser l'origine et le degré de la fragmentation. Considérant tous les fragments diaphysaires, nous obtenons un NR de 848 dans la Grotte I et 340 dans la Grotte II (ongulés de taille 3 et 4 confondus). De cet échantillon ne ressort qu'un très faible pourcentage de diaphyses à circonférence complète (Annexe 41) : 1,8 % et 3,3 %, Grottes I et II respectivement (Tableau XXV et Figure 58). Les fragments réduits à moins de la moitié de la circonférence originelle sont par contre majoritaires : 95,1 % et 91,5 %, Grottes I et II respectivement. Nous y avons relevé ici encore le pourcentage de traces de dents : il y est particulièrement élevé dans la Grotte I (55 à 74 %) mais également dans la Grotte II (26 à 52 %) (Tableau XXV).

**Tableau XXV : Proportions relatives des fragments diaphysaires (épiphyses exclues) selon leur longueur et leur circonférence, pour les ongulés de taille 3 et 4.**

| Fragments DIA          | Grotte I (NR = 848) |        | Grotte II (N = 340) |        |
|------------------------|---------------------|--------|---------------------|--------|
|                        | <10 cm              | >10 cm | <10 cm              | >10 cm |
| (                      | 746                 | 60     | 280                 | 31     |
| C                      | 18                  | 9      | 11                  | 7      |
| O                      | 9                   | 6      | 8                   | 3      |
| <b>Total</b>           | 773                 | 75     | 299                 | 41     |
| <b>Traces de dents</b> | 55 à 74 %           |        | 26 à 52 %           |        |



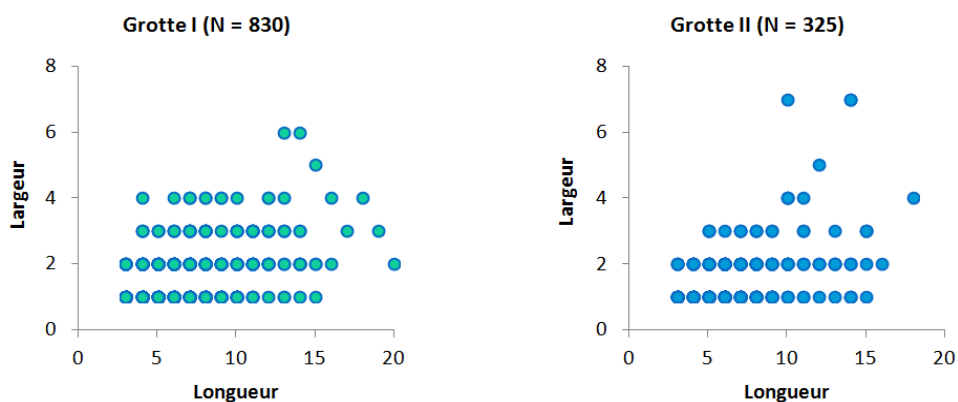
**Figure 58 : Diagramme tridimensionnel illustrant la fréquence relative des fragments diaphysaires (épiphyses exclues) selon leur longueur et leur circonférence, pour les ongulés de taille 3 et 4.**

Au premier plan (en vert pâle), Grotte I ; au second plan (en bleu sombre), Grotte II. « ( » : la circonférence de l'os est inférieure à la moitié de la circonférence totale de l'os ; « C » : la circonférence est supérieure ou égale à la moitié de la circonférence totale ; « O » : au moins une partie de la diaphyse présente une circonférence complète.

En termes de longueur des fragments diaphysaires, il apparaît clairement que les esquilles courtes dominent sur les fragments longitudinaux. Ainsi, nous avons relevé, dans la Grotte I, 90,1 % d'esquilles osseuses (de circonférence incomplète) mesurant moins de 10 cm de longueur (soit environ moins du quart de la longueur totale de l'os) contre 8,2 % d'esquilles longitudinales de plus de 10 cm de longueur. Dans la Grotte II, 85,6 % d'esquilles courtes contre 11,2 % d'esquilles longues ont été décomptées (Figure 58). Les esquilles osseuses allongées, et exhibant des fractures en spirale, sont souvent reportées dans les sites archéologiques où une extraction de la moelle a eu lieu. En revanche, la rareté des longues esquilles et la surreprésentation d'esquilles courtes suggèrent que des processus post-dépositionnels ont pu intervenir dans la fragmentation de l'assemblage osseux (Villa et Mahieu 1991). La prochaine étape sera donc d'analyser l'état des fractures (sur os sec ou os frais), avant de discuter des traces taphonomiques à la surface des os.

De manière à caractériser l'intensité de la fragmentation, les fragments diaphysaires (de plus de 3 cm, circonférence incomplète, épiphyses exclues) peuvent être représentés selon leurs dimensions (Villa

et Mahieu 1991). Dans la présente étude, la taille des fragments a été informatisée selon la méthode d'Outram (Outram 2001), c'est-à-dire en utilisant des classes de longueur et de largeur de 1 cm. Tandis que l'auteur s'arrête à une catégorie « > 10 cm » pour les plus grands fragments, nous avons ici pris les mesures jusqu'à 20 cm. Les graphiques (Figure 59) illustrent ainsi la représentation des esquilles osseuses entre 3 et 20 cm, pour les ongulés de taille 3 et 4, en fonction de leur largeur et de leur longueur. De manière générale, la majorité des esquilles dans la Grotte I ne dépasse que rarement 15 cm de longueur et 4 cm de largeur. La longueur moyenne des fragments est de 6,5 cm et la largeur moyenne est de 1,5 cm dans les deux cavités.

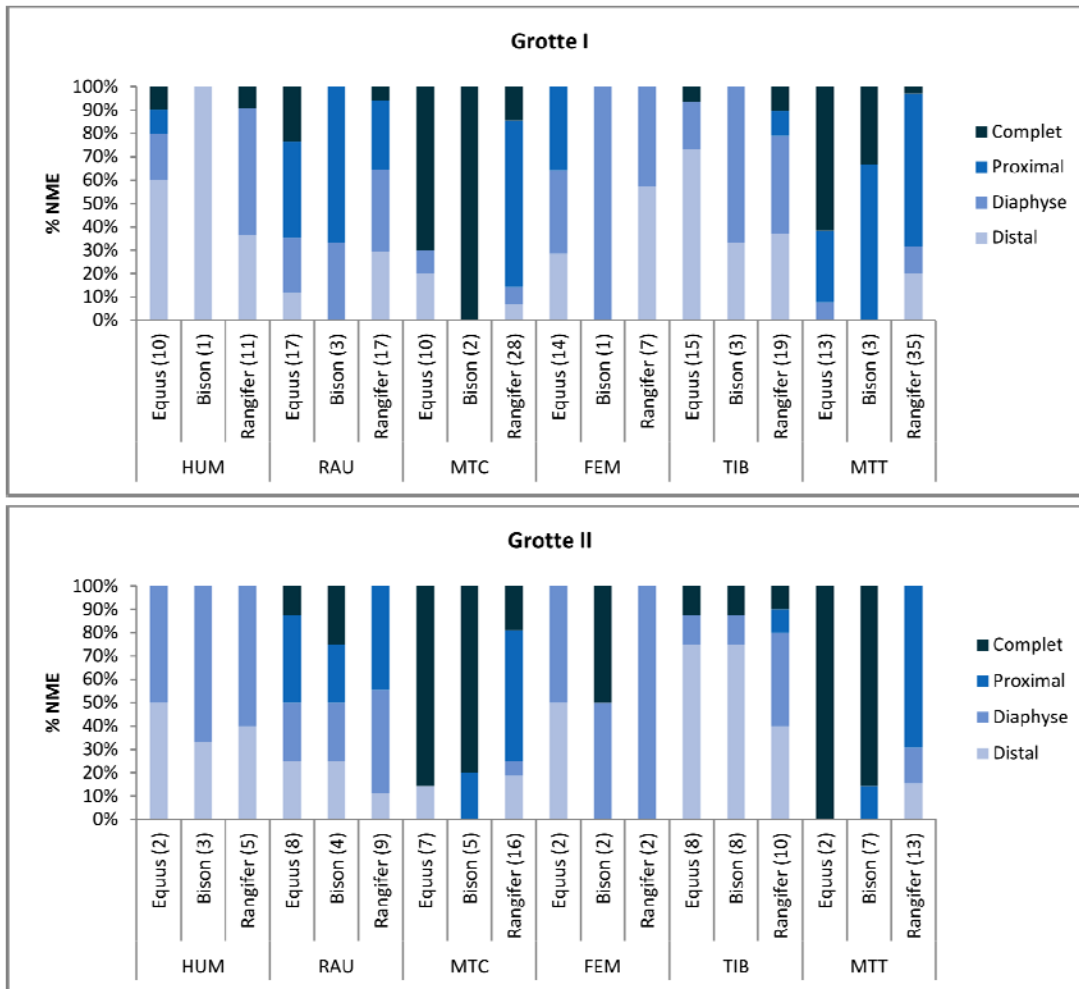


**Figure 59 : Dimension des fragments diaphysaires d'ongulés de taille 3 et 4 dans les Grottes I et II, selon les classes de longueur et de largeur (en cm).**

#### 5.4.2.3. Fréquence des extrémités d'os long

Comme il a été mentionné précédemment, les éléments anatomiques qui constituent le zeugopode et l'autopode (i.e., radius, tibia, métapodes) sont généralement mieux représentés que les éléments du stylopode (i.e., humérus, fémur) dans les assemblages osseux des Grottes I et II. De manière générale, les métapodes sont les éléments les plus souvent complets, notamment pour les grands ongulés (i.e., cheval et bison). Chez les proies de plus petite taille, cependant, un modèle différent se dégage. L'assemblage de caribou illustre une destruction plus importante des ossements, et notamment des métapodes, entraînant alors une rareté des os longs complets.

En termes de fréquence des portions d'os longs, les extrémités proximales de métapodes sont surreprésentées. En revanche, pour ce qui est de l'humérus, du tibia ou du fémur (Annexe 42), les extrémités proximales sont très souvent absentes des assemblages osseux pour les trois espèces principales. Seule l'épiphyse proximale du radio-ulna est généralement bien conservée, bien que l'olécrâne de l'ulna soit souvent rongée. Les extrémités distales, quant à elles, sont bien plus abondantes pour l'humérus et le tibia (Figure 60). Ces schémas de destruction des portions d'os longs coïncident avec les schémas d'altération créés par les carnivores (Haynes 1980, 1983b). En outre, pour certains éléments, l'absence d'une portion d'os long s'explique aisément par l'action de grands carnivores ayant alors laissé de nombreuses traces de dents, larges et profondes, sur tout le pourtour de la diaphyse.

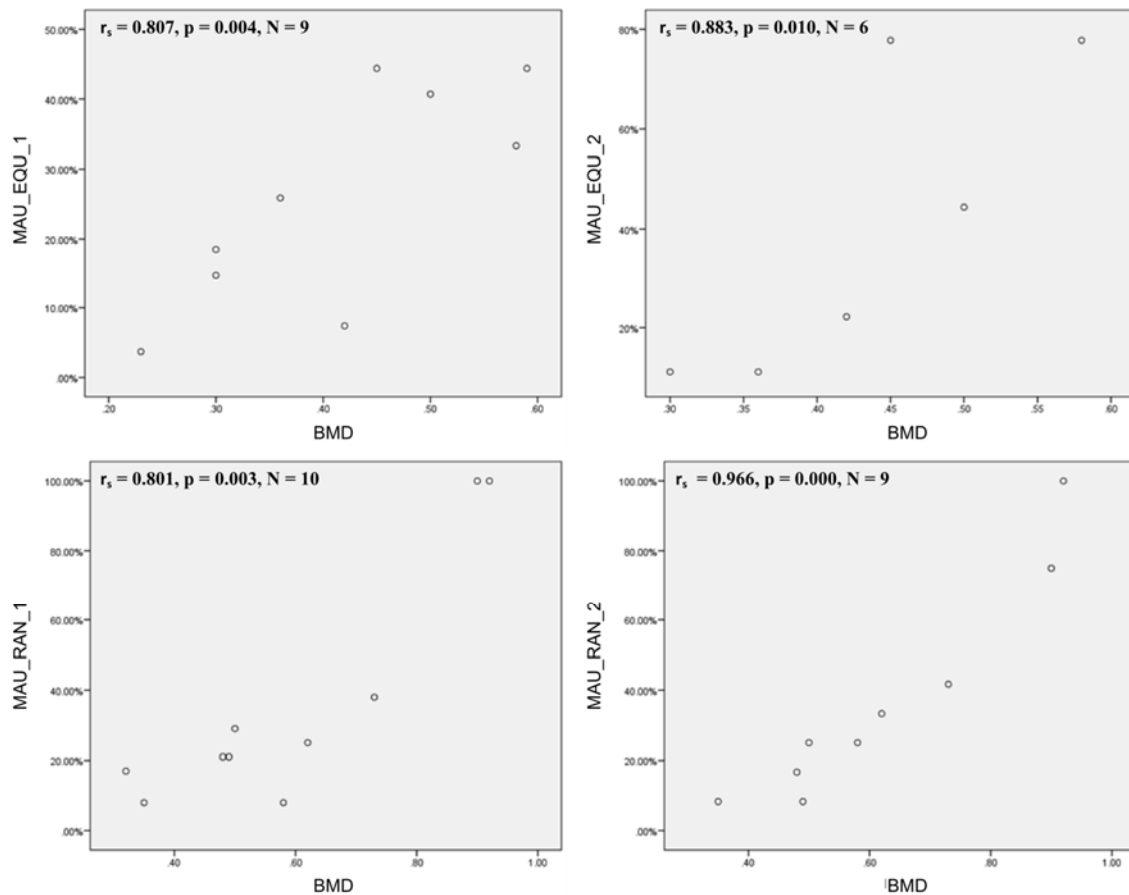


**Figure 60 : Fréquence des portions d'os longs pour le cheval (*Equus*), le bison (*Bison*) et le caribou (*Rangifer*) dans les Grottes I et II.**

Le nombre de spécimens pris en considération pour chaque élément et pour chaque espèce représentée est indiqué entre parenthèse.

L'abondance relative des épiphyses distales de radius et de tibia pourrait suggérer une absence de compétition intra ou interspécifique (Faith et Behrensmeyer 2006; Haynes 1980, 1983b). En ce qui concerne le radius, les épiphyses proximales et distales du cheval, du bison et du caribou, sont représentées en proportions variables et n'indiquent aucune sélection préférentielle des extrémités par les carnivores. Pour ce qui est du tibia, toutefois, près de 70 % de portions distales sont représentées pour le cheval et le bison dans les Grottes I et II, tandis que le caribou n'en présente que 30 à 40 %. L'assemblage osseux de caribou pourrait donc illustrer une plus grande compétition entre carnivores, contrairement aux assemblages de cheval et de bison. Lorsque l'on confronte les indices

de densité avec la fréquence relative des épiphyses pour les deux espèces les mieux représentées (Figure 61), des corrélations positives et très significatives s’observent toutefois dans les deux cavités pour le cheval (Grotte I :  $r_s = 0,807$ ,  $p = 0,004$ ,  $N = 9$  ; Grotte II :  $r_s = 0,883$ ,  $p = 0,010$ ,  $N = 6$ ) et le caribou (Grotte I :  $r_s = 0,801$ ,  $p = 0,003$ ,  $N = 10$  ; Grotte II :  $r_s = 0,966$ ,  $p = 0,000$ ,  $N = 9$ ), et se traduisent par la possibilité de choisir les portions osseuses les plus riches en graisse (et par conséquent les moins denses). Au contraire, une absence de corrélation aurait indiqué une compétition intensive entre carnivores, et donc un degré maximal d’utilisation des carcasses entraînant une destruction plus importante des portions osseuses (Faith et Behrensmeyer 2006; Faith et al. 2007), ce qui n’est pas le cas ici.



**Figure 61 : Représentations graphiques de la fréquence des épiphyses d’os longs (% MAU) en fonction de la densité minérale osseuse (BMD) pour le cheval (EQU) et le caribou (RAN), dans les Grottes I et II.**

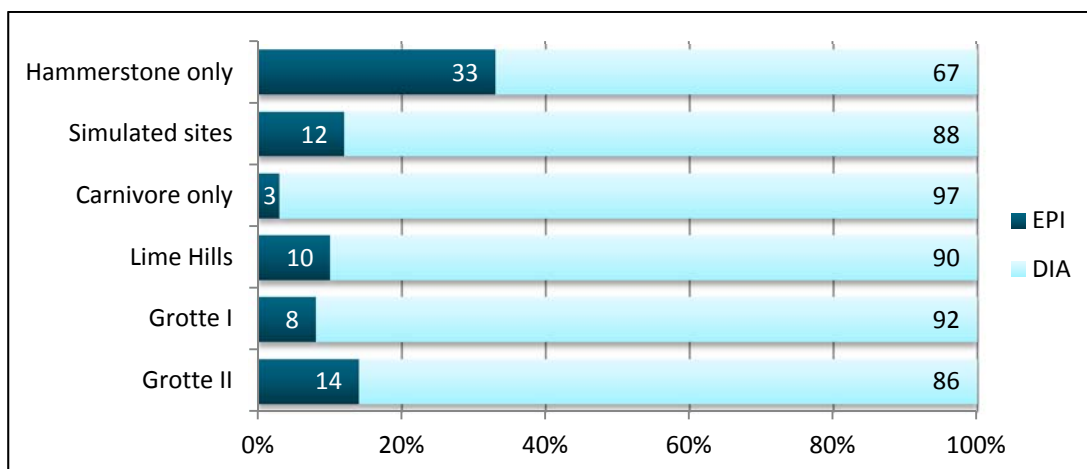


#### 5.4.2.4. Ratio épiphyses/diaphyses

Comme il vient d'être mentionné, les carnivores sont attirés par les portions spongieuses riches en graisse, ce qui tend à sous-représenter ces éléments au sein d'un assemblage osseux au profit des fragments diaphysaires qui seront alors mieux représentés. Autrement dit, le rapport entre le nombre de fragments d'épiphyses et le nombre de fragments diaphysaires devrait pouvoir nous indiquer l'agent causal de la fragmentation (Blumenschine 1988). Dans la Grotte I, le ratio épiphyses/diaphyses est très faible (0,06) pour les ongulés de taille 3 et s'apparente au ratio relevé par Blumenschine sur les assemblages de type « *carnivore only* » (0,03). En revanche, il est de 0,12 dans la Grotte II. Pour ce qui est des ongulés de taille 4, les ratios sont respectivement de 0,13 et 0,17 dans les Grottes I et II (Tableau XXVI). Ces dernières estimations avoisinent quant à elles les ratios obtenus par Blumenschine pour les types « *simulated sites* », où les carcasses ont été exploitées par les humains puis abandonnées aux charognards (Figure 62); dans de tels contextes (i.e., « *fat-rich bones* » et « *fat-depleted bones* »), le ratio moyen est de 0,12 (Blumenschine 1988:489). A titre comparatif, nous avons également reporté le ratio pour l'assemblage osseux de caribou de la Grotte Lime Hills (Alaska), dont l'analyse taphonomique a révélé une forte présence de carnivores (i.e., loup, renard, ours brun) et une occupation humaine de courte durée à la fin du Pléistocène (Figure 62); le ratio épiphyses/diaphyses est de 0,10 (Endacott 2008).

**Tableau XXVI : Ratio épiphyses/diaphyses (EPI/DIA) dans les Grottes I et II pour les ongulés de taille 3 et 4.**

| NRD                  | Grotte I |        |       | Grotte II |        |       |
|----------------------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|
|                      | Ong. 3   | Ong. 4 | Total | Ong. 3    | Ong. 4 | Total |
| Diaphyse             | 2036     | 558    | 2594  | 677       | 232    | 909   |
| Epiphyse             | 130      | 74     | 204   | 84        | 40     | 124   |
| <b>Ratio EPI/DIA</b> | 0,06     | 0,13   | 0,08  | 0,12      | 0,17   | 0,14  |



**Figure 62 :** Proportions de restes épiphysaires (EPI) et diaphysaires (DIA) dans les Grottes I et II pour les ongulés de taille 3 et 4, comparées à trois types de gisements (i.e., *hammerstone only*, *simulated sites*, *carnivore only*) d'après Blumenschine (1988), et un site archéologique en Alaska (i.e., Lime Hills), d'après Endacott (2008).

Les ratios épiphyses/diaphyses sont donc plus proches des ratios obtenus pour les assemblages de types « *carnivore only* » et « *simulated sites* » et ne s'apparentent pas au type « *hammerstone only* » dont le ratio est de 0,33 (Blumenschine 1988). Toutefois, il est possible que des processus naturels ou culturels (e.g., extraction de la moelle) aient entraîné la fragmentation des diaphyses ; le nombre de pièces diaphysaires augmentant, le ratio épiphyses/diaphyses tend alors à diminuer. Il est donc délicat d'interpréter les résultats de cette analyse indépendamment des autres : le pourcentage de traces de dents et la fréquence des stigmates anthropiques et des fractures sur os frais doivent également être pris en considération. En outre, il est également possible que la destruction des épiphyses soit le résultat de processus d'extraction de la graisse par les humains (Costamagno 2013) et non du rongement par les carnivores. Une analyse de la fréquence des traces de dents entre alors en jeu pour distinguer les deux facteurs biologiques. Ces analyses sont développées plus bas.

#### 5.4.2.5. Etat de fractures

Nous venons de voir que les esquilles d'os longs sont nombreuses dans nos assemblages et qu'elles pourraient témoigner d'une activité culturelle sur le site, et plus précisément d'une fracturation des ossements pour en extraire la moelle. Nous proposons donc d'observer l'état de fractures des os longs par l'application du FFI (*Fracture Freshness Index*) (Outram 1998, 2001), qui sert à identifier les

fractures sur os sec et sur os frais. Sont étudiés ici 768 et 361 fragments d'os longs fracturés (diaphyse avec ou sans épiphyse attachée) dans les Grottes I et II respectivement, ongulés de taille 3, 4 et 5 confondues.

Pour les classes de taille 3 et 4, il apparaît que 65 % des fragments de la Grotte I et 68 % de ceux de la Grotte II ont été fracturés alors que l'os était frais ( $FFI < 3$ ) (Annexe 43) : le FFI moyen est de 1,98 et 1,96 pour les Grottes I et II respectivement (Tableau XXVII et Figure 63). Nous pourrions entrevoir, à travers ces scores relativement faibles, des activités d'extraction de la moelle par des groupes humains. D'ailleurs, les analyses de régression élaborées à partir des % MAU et des indices de moelle (UMI, BUI) avaient signalé certaines corrélations significatives, non pas pour le caribou, mais pour le cheval et le bison (*cf.* chapitre 5.4.1, p. 191) : alors que les assemblages osseux du bovidé n'offrent qu'un faible échantillon ( $N < 10$ ) et doivent être interprétés avec prudence, celui du cheval dans la Grotte I observe une corrélation positive et significative au seuil 0,01 ( $r_s = 0,706$ ,  $p = 0,002$ ,  $N = 14$ ) et pourrait confirmer la fracturation intentionnelle des os longs d'équidés dans le but de récupérer la moelle. Toutefois, une analyse taphonomique doit encore être entreprise afin de déceler si des processus naturels (e.g., rongement par les carnivores, chutes de pierres, cycles gel-dégel) peuvent également être en cause de ces fractures sur os frais. D'ailleurs, nos graphiques montrent que des processus post-dépositionnels ont également contribué à la fragmentation de certains spécimens (Annexe 44) ayant alors perdu les propriétés physico-mécaniques qui caractérisent l'os frais, ce qui s'est traduit par des fractures sur os sec ( $FFI > 3$ ) (Tableau XXVII et Figure 63). Ces ossements représentent moins du quart de l'échantillon. Si on y ajoute la catégorie intermédiaire de stade 3, les pourcentages de fractures sur os sec sont de 35 % pour la Grotte I et 32 % pour la Grotte II. A titre informatif, le pourcentage de traces de dents reporté ici est particulièrement élevé : 64 à 80 % dans la Grotte I et 33 à 60 % dans la Grotte II (Tableau XXVII).

Pour la classe de taille 5, soit celle du mammouth laineux, nous avons également évalué les fragments diaphysaires pour la Grotte I (15 fragments pour un NME = 4) ainsi que pour la Grotte II (10 fragments pour un NME = 3) en y incluant les fameux nucléus et éclat qui seront examinés plus bas. Ainsi, dans la première cavité, un FFI de 6 accuse des processus post-dépositionnels de la fragmentation des diaphyses (Tableau XXVII et Figure 63). Alors que presque tous les fragments présentent des stigmates de rongement par les carnivores (Tableau XXVII), il ne semble donc pas que ceux-ci aient participé à la fracturation des os longs de mammouth dans la Grotte I. D'ailleurs, ces fragments

grossiers d'une dizaine de centimètres de longueur, fracturés sur os sec sur moins de la moitié de la circonférence originelle, portent relativement tous les mêmes numéros de spécimen ; ils n'ont donc été que peu dispersés une fois brisés. Il est possible qu'un enfouissement rapide des éléments dans le loess ait empêché la dispersion des fragments. Néanmoins, des facteurs tels que la compaction du sédiment, la gélifraction et/ou le piétinement pourraient être en partie responsable de cette fragmentation. Dans la seconde cavité, les mêmes interprétations pourraient être évoquées à l'exception du nucléus et de l'éclat, seuls spécimens de cet assemblage osseux qui présentent des fractures sur os frais et une absence de traces de dents. Par conséquent, si les processus post-dépositionnels peuvent là encore expliquer la majorité des fractures d'os longs de mammoth, d'autres facteurs (humains inclus) pourraient être responsables de la fracturation de deux d'entre eux, tel qu'évoqué par Cinq-Mars (1990) et Cinq-Mars et Morlan (1999).

**Tableau XXVII : Représentations graphiques de l'état de fracture des fragments d'os longs (diaphyse avec ou sans épiphyse attachée) pour les ongulés de taille 3, 4 et 5, selon l'indice FFI (*Fracture Freshness Index*) défini par Outram (2001).**

| FFI (NR)                   | Grotte I (NR = 768) |             |             |             |     | Grotte II (NR = 361) |             |             |             |     |
|----------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----|----------------------|-------------|-------------|-------------|-----|
|                            | Ong. 3              | Ong. 4      | Ong. 5      | Total       | %   | Ong. 3               | Ong. 4      | Ong. 5      | Total       | %   |
| 0                          | 146                 | 52          | 0           | 198         | 26  | 26                   | 18          | 0           | 44          | 12  |
| 1                          | 174                 | 41          | 0           | 215         | 28  | 99                   | 35          | 1           | 135         | 37  |
| 2                          | 54                  | 21          | 0           | 75          | 10  | 49                   | 11          | 0           | 60          | 17  |
| 3                          | 104                 | 17          | 0           | 121         | 16  | 57                   | 8           | 1           | 66          | 18  |
| 4                          | 30                  | 3           | 0           | 33          | 4   | 17                   | 2           | 0           | 19          | 5   |
| 5                          | 39                  | 9           | 0           | 48          | 6   | 11                   | 0           | 0           | 11          | 3   |
| 6                          | 38                  | 26          | 14          | 78          | 10  | 10                   | 8           | 8           | 26          | 7   |
| <b>Total</b>               | 585                 | 169         | 14          | 768         | 100 | 269                  | 82          | 10          | 361         | 100 |
| <b>Moyenne FFI</b>         | <b>1,94</b>         | <b>2,12</b> | <b>6,00</b> | <b>1,98</b> | -   | <b>2,05</b>          | <b>1,67</b> | <b>5,20</b> | <b>1,96</b> | -   |
| <b>Traces de dents (%)</b> | 59-77               | 82-92       | 93-100      | 64-80       | -   | 28-57                | 49-70       | 70-80       | 33-60       | -   |

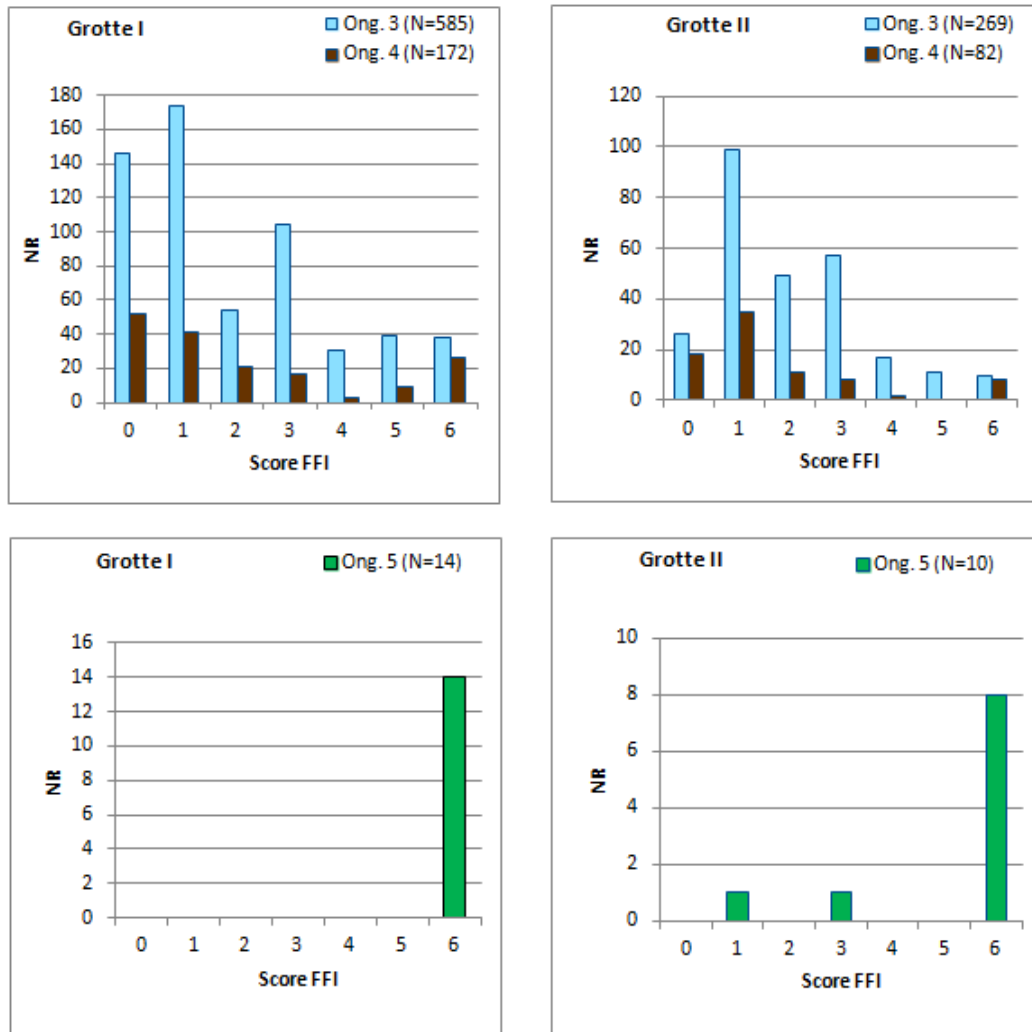


Figure 63 : Représentations graphiques de l'état de fractures des fragments d'os longs (diaphyse avec ou sans épiphyse attachée) pour les ongulés de taille 3, 4 et 5, selon l'indice FFI (*Fracture Freshness Index*) défini par Outram (2001).

#### 5.4.2.6. Proportions de traces de dents

Lors de l'analyse des spécimens d'os longs selon leur état de complétude ou bien, selon la circonférence, la longueur et l'état de fracture des portions diaphysaires, un fort pourcentage de traces de dents a été relevé (*cf.* chapitres 5.4.2.1 à 5.4.2.5, p. 196 à 205). De façon générale, pour tous ces spécimens (qu'il s'agisse de fragments ou d'os complets) et pour toute taille d'ongulé confondue, la fréquence des traces de dents visibles sur les surfaces osseuses varie entre 58 et 75 % dans la Grotte I (NR = 1162) et entre 33 et 56 % dans la Grotte II (NR = 537) (Tableau XXVIII). Nous avons

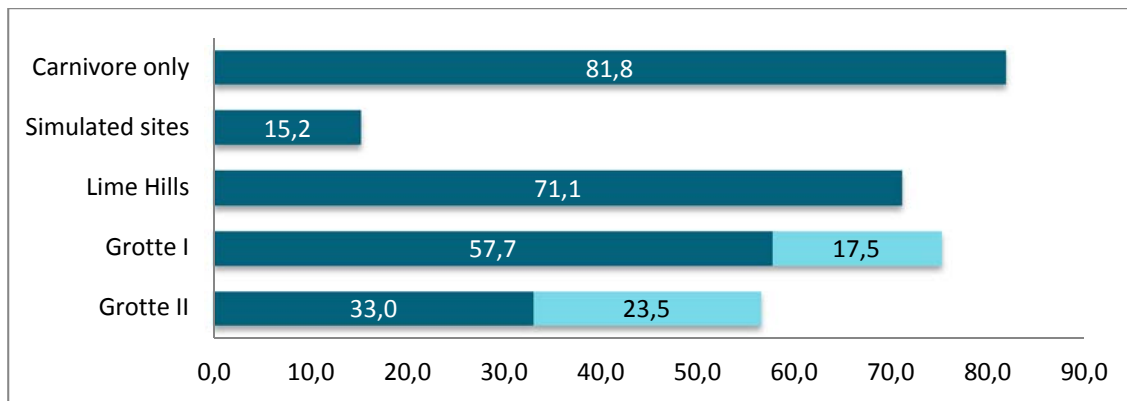
comparé ces estimations avec celles de gisements africains (Blumenschine 1988; Capaldo 1997). Nos pourcentages sont plus importants que les taux reportés pour les assemblages créés par les humains puis modifiés par les charognards (Figure 64), qui comptabilisent jusqu'à 15,2 % (Blumenschine 1988) et 21,7 % (Capaldo 1997) en moyenne de traces de dents. Ils tendent en revanche à se rapprocher du taux reporté par Capaldo (1997) pour l'assemblage créé uniquement par les carnivores, avec une moyenne de 63,7 % de traces de dents et un intervalle de confiance de 95 % compris entre 50,9 et 76,5 % (Capaldo 1997:576, Tabl. 9). Nos résultats ont également été comparés à ceux de la Grotte Lime Hills, en Alaska (Figure 64) : Endacott (2008) relève un pourcentage de traces de dents de 71,1 % sur l'assemblage squelettique de caribou et conclut sur une accumulation osseuse d'origine principalement carnivore (e.g., loup).

Alors que nous avons montré précédemment que le ratio épiphyses/diaphyses est relativement bas comparé au ratio obtenu par Blumenschine (1988) sur un assemblage osseux intégralement soumis au facteur anthropique (*cf.* chapitre 5.4.2.4, p. 204), nous avons souligné que ce faible ratio pouvait être le résultat, non pas d'un rongement par les carnivores, mais plutôt d'une réduction volontaire des épiphyses lors des étapes d'extraction de la graisse par les humains (Costamagno 2013). Le fort pourcentage de traces de dents relevé ici ne soutient pas cette hypothèse. En outre, les restes fauniques ont été catégorisés par type d'os selon la méthode proposée par Outram (2001) et appliquée par Karr et al. (2001) : les fragments d'os spongieux ne concernent que 4,1 % et 7,8 % des assemblages des Grottes I et II, respectivement. De ces proportions, seulement 0,3 % et 0,4 % des fragments des deux cavités respectives proviennent d'épiphyses d'os longs (les 3,8 % et 7,4 % restant ont été attribués au squelette axial ou à de l'os spongieux indéterminé). La consommation des épiphyses par les carnivores pourrait expliquer le faible ratio épiphyses/diaphyses ainsi que le faible pourcentage de fragments d'os spongieux appendiculaire. En conséquence, il n'est pas raisonnable de tester l'hypothèse de l'exploitation de la graisse par les humains à partir des proportions de types d'os tels que définis par Outram (2001).

**Tableau XXVIII : Pourcentages de traces de dents de carnivores décomptés sur les os longs d'ongulés de taille 3, 4 et 5 confondus.**

Carn 0 : aucune trace de dents observée ; Carn 1 : traces de dents probables ; Carn 2 : traces de dents certaines.

| Os longs               | Grotte I    |            | Grotte II  |            |
|------------------------|-------------|------------|------------|------------|
|                        | NR          | %          | NR         | %          |
| Carn 0                 | 288         | 25         | 234        | 44         |
| Carn 1                 | 203         | 17         | 126        | 23         |
| Carn 2                 | 671         | 58         | 177        | 33         |
| <b>Total</b>           | <b>1162</b> | <b>100</b> | <b>537</b> | <b>100</b> |
| <b>Traces de dents</b> | 58 à 75 %   |            | 33 à 56 %  |            |



**Figure 64 : Représentation graphique des pourcentages de traces de dents de carnivores sur les os longs comparés avec deux types de gisements (i.e., carnivore only, simulated sites), d'après Blumenschine (1988) et Capaldo (1997), et un site archéologique en Alaska (i.e., Lime Hills), d'après Endacott (2008).**

En bleu sombre : traces de dents certaines ; en bleu pâle : traces de dents probables.

## 5.5. Impact des agents non anthropiques sur le matériel osseux

L'étude taphonomique a d'abord été appliquée à tous les fragments osseux de longueur supérieure à 20 mm pour la Grotte II, soit un total de 5980 spécimens, équivalant à 32 % de l'assemblage. En vu du nombre élevé de très petits fragments et du temps requis pour l'étude du matériel, les mêmes méthodes d'analyses taphonomiques ont été appliquées pour la Grotte I mais pour des spécimens cette fois-ci de longueur supérieure à 30 mm, soit 5425 restes, correspondant à 31 % de l'assemblage

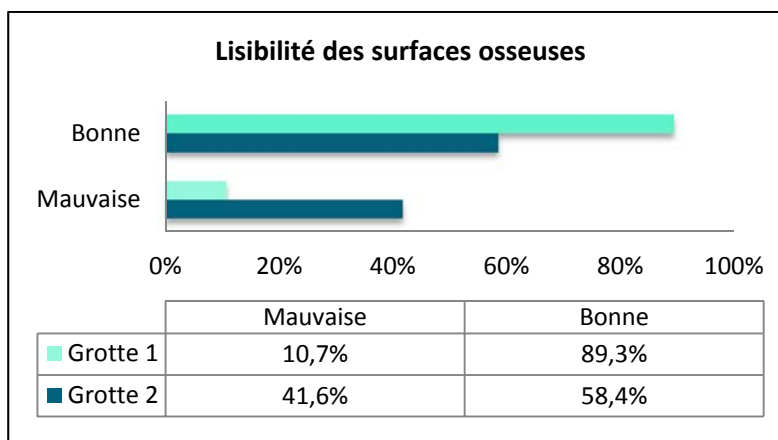
(Tableau XXIX). Les plus petits fragments (< 30 mm dans la Grotte I, et < 20 mm dans la Grotte II) ont été soumis à un examen rapide : seules les stigmates anthropiques (découpes, traces de feu) ont été enregistrées.

**Tableau XXIX : Proportions des pièces osseuses considérées dans l'examen taphonomique.**

|            | <b>Grotte 1</b>             |             | <b>Grotte 2</b>             |             |
|------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|            | <b>fragments &gt; 30 mm</b> |             | <b>fragments &gt; 20 mm</b> |             |
|            | <b>NR</b>                   | <b>% NR</b> | <b>NR</b>                   | <b>% NR</b> |
| Taphonomie | 5425                        | 31%         | 5980                        | 32%         |
| NRT        | 17 306                      |             | 18 733                      |             |

Notre indice de lisibilité (*cf.* chapitre 4.4.3.3, p. 150) nous fournit un aperçu général de l'état des surfaces osseuses : 583 fragments collectés dans la Grotte I présentent une surface osseuse grandement affectée par des processus taphonomiques naturels ayant inévitablement contribué à la disparition d'éventuelles traces anthropiques. Ils ne représentent que 10,7 % des éléments soumis à l'examen taphonomique dans cette cavité. Par contre, 2489 fragments dans la Grotte II ne se prêtent plus du tout à la lecture de traces anthropiques potentielles en raison d'une dégradation extrême de leur surface osseuse par des processus naturels ; ils représentent 41,6 % des éléments de plus de 20 mm de longueur (Figure 65). En d'autres termes, les témoins anthropiques qui auraient pu avoir été laissés sur les os par des groupes humains occupant le site ne pourront pas être observés sur presque la moitié de l'assemblage osseux de la Grotte II.

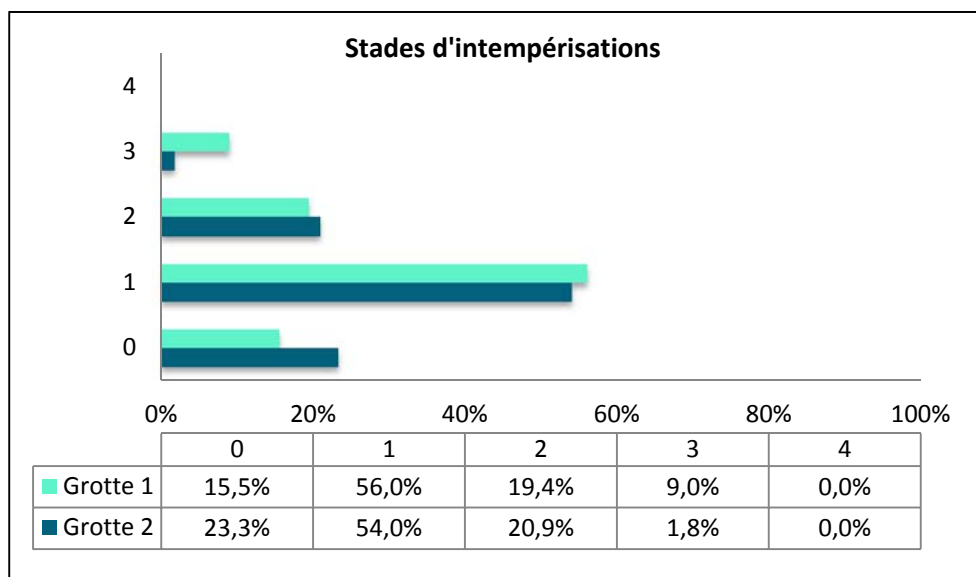




**Figure 65 : Taux de lisibilité des surfaces osseuses (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).**

### 5.5.1. Processus climatiques

Le phénomène d'intempérisation est présent sur une bonne partie du matériel osseux mais reste relativement faible en intensité, ne dépassant que très rarement le stade 2 (Figure 66) ; les vestiges présentent majoritairement des fissures longitudinales plus ou moins profondes sur les os longs et des craquelures en mosaïque au niveau des surfaces articulaires (Behrensmeyer 1978). Une exfoliation de la surface corticale est aussi parfois observée. Les résultats sont sensiblement les mêmes dans les deux grottes avec une légère accentuation sur l'assemblage osseux de la première cavité, probablement due à son ouverture sur le nord ; elle pourrait donc avoir été plus exposée aux vents. Ainsi, environ 75 % des assemblages osseux des Grottes I et II est affecté par ce processus météorologique aux stades 1 et 2, soit un peu plus de 4400 pièces osseuses dans chaque cavité. Les stades 3 et 4 ne touchent que 9 % et 1,8 % du matériel osseux pour les Grottes I et II respectivement (Annexe 45). Au contraire, 15,5 % et 23,3 % des vestiges des Grottes I et II ne présentent aucune altération physique relative à ce phénomène. L'abri rocheux et le dépôt éolien ont certainement contribué à la préservation générale des assemblages fauniques.



**Figure 66 : Pourcentage d'intempérisation présent sur le matériel osseux (N = 5230 et 5811, Grottes I et II respectivement).**

La gélifraction, de son côté, a été plus difficile à déterminer. De 0,6 % à 2,9 % pour le matériel faunique des Grottes I et II (soit 34 et 174 spécimens, respectivement), le processus de gélifraction serait plutôt faible. Toutefois, compte tenu du fort degré de fragmentation de l'assemblage osseux, nous supposons que le taux de gélifraction puisse être ici largement sous-estimé. En fait, des études préliminaires en laboratoire (Guadelli 2008; Guadelli et Ozouf 2000) rappellent que les résultats sont encore expérimentaux et il reste difficile de déceler les effets d'un tel processus sur un assemblage archéologique. Les taux de gélifraction reportés dans notre étude concernent des os sur lesquels nous avons pu observer clairement, et selon les caractéristiques décrites par les auteurs :

- des fissures longitudinales profondes dans le cas des os longs complets ou presque complets,
- une structure en « pile d'assiettes » dans le cas de fragments d'os longs compacts,
- des fragments d'os « en baguette » avec des surfaces de fractures irrégulières.

Cependant, une structure en « pile d'assiettes » risque d'engendrer, à un stade plus avancé, des fragments d'os compact d'épaisseur plus mince, comme des assiettes détachées les unes des autres. A ce stade, le processus de gélifraction est très important mais devient difficilement quantifiable. Précisons également qu'à un certain degré, intempérisation et gélifraction peuvent se confondre à

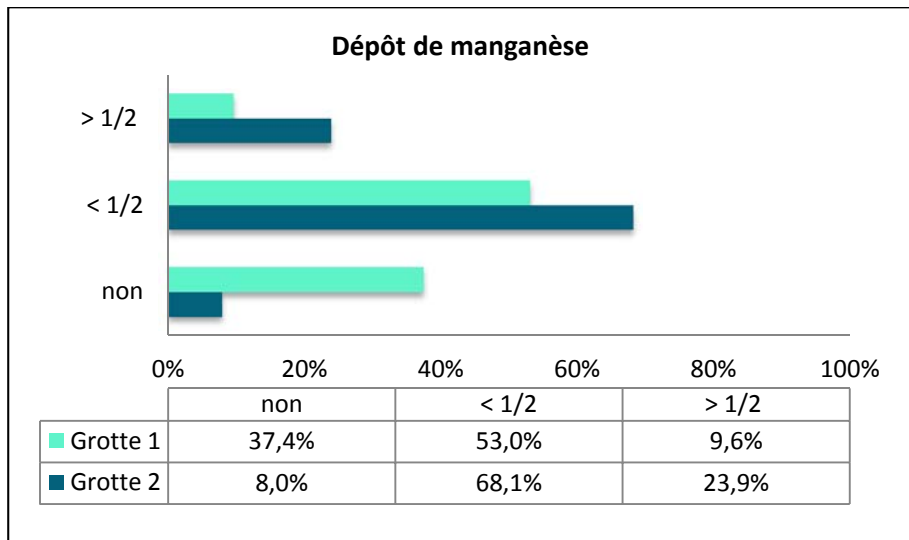
travers des fissurations dans la profondeur de l'os et des exfoliations de surface (Annexe 44) (Todisco et Monchot 2008). Ces exfoliations, lorsqu'elles sont généralisées sur toute la surface osseuse, entraînent la disparition totale de la lame osseuse externe d'un fragment : l'altération devient alors difficilement observable et l'agent causal (intempérisation ou gélifraction) impossible à distinguer. Observant les traces à la surface de spécimens osseux, Haynes (1980:349) notait à ce sujet: « *It is very difficult to detect the loss of circumferential lamellae if the exfoliation is complete* ». Nous insistons ainsi sur le taux de gélifraction reporté dans cette étude, que ce soit pour la Grotte I ou pour la Grotte II, car il pourrait en réalité être bien plus élevé. D'ailleurs, les conditions périglaciaires du site se prêtent bien au processus de gélifraction et des fragments calcaires cryoclastiques sont présents dans le lœss, signe d'une activité du gel/dégel sur les parois des cavités. En revanche, sous les mêmes conditions périglaciaires et avec la protection rocheuse qu'offrent les Grottes du Poisson-Bleu, le processus d'intempérisation ne devrait pas être important. Il nous faut donc remettre en question nos pourcentages d'intempérisation et de gélifraction et accepter la possibilité que les processus aient ici pu être confondus.

### 5.5.2. Processus édaphiques

Nous avons noté deux types de coloration au sein des assemblages (Annexe 46). La coloration par le manganèse est relativement bien présente sur le matériel des deux cavités (Figure 67) : 62,6 % du matériel de la Grotte I, soit 3397 spécimens, présente des tâches dendritiques noires mais ne recouvrant plus de la moitié de la surface osseuse que dans 9,6 % des cas. En revanche, le matériel de la Grotte II est bien plus affecté par ce dépôt minéral qui touche 92 % de l'assemblage, c'est-à-dire 5504 spécimens, et recouvre plus de la moitié de la surface osseuse dans 23,9 % des cas. Ce dépôt dense noir, lorsque trop recouvrant, vient gêner la lecture des traces taphonomiques. Par ailleurs, un dépôt ferrique de couleur rouge/orangé a également été observé sur une plus faible proportion de spécimens : quasi-absent dans la Grotte I avec seulement 5 fragments affectés (0,1 %), il est présent sur 128 fragments de la Grotte II (2,1 %).

Nos estimations s'accordent avec les observations préliminaires de Badone (Badone 1979) qui avait procédé à une analyse par activation neutronique sur un petit échantillon de spécimens provenant de la Grotte I ; ses conclusions décrivaient une corrélation entre l'intensité de la coloration des surfaces osseuses et l'âge des spécimens enfouis dans le sol. En revanche, un petit nombre de pièces osseuses

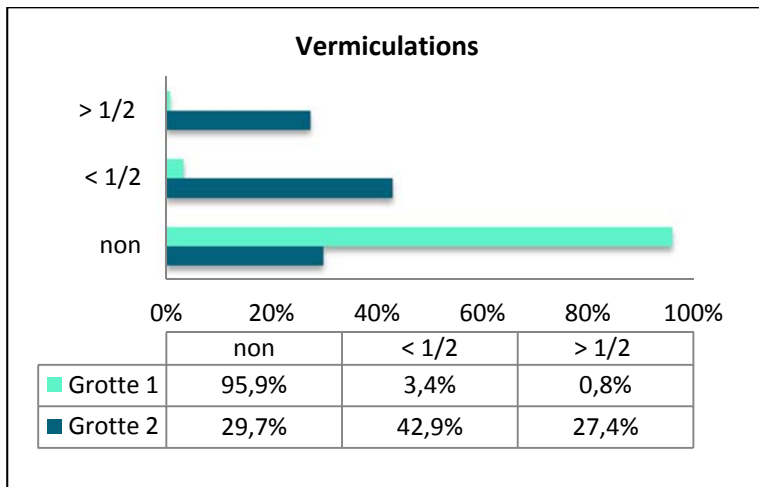
exhibent une coloration noire qui ne nous semble pas provenir du dépôt de manganèse : la couleur noire y est plus dense et un dégradé brunâtre se distingue à la périphérie. Ces quelques spécimens pourraient en fait avoir été brûlés (Annexe 47). Ils sont au nombre de 8 et proviennent des carrés de fouille D6/D7 et E6/E7 de la Grotte I. Lors des fouilles archéologiques, J. Cinq-Mars mentionne qu'un « épisode de feu de forêt, nécessairement Holocène », a pu être décelé « dans des sédiments supérieurs (cryoturbés) de la grotte 1 » (Cinq-Mars 1990). Les rares spécimens reportés ici pourraient résulter de cet événement, bien que leur provenance stratigraphique n'ait pas pu être identifiée. En outre, aucun spécimen blanchi ou bleuté, qui pourrait témoigner de la calcination des os sous des températures plus intenses et pendant un temps plus long (Stiner et al. 1995), n'a été observé.



**Figure 67 : Pourcentage de présence du dépôt de manganèse sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).**

Les radicelles dues au couvert végétal ont affecté les ossements de façon très différente d'une grotte à l'autre (Figure 68). En effet, le matériel de la Grotte I n'arbore que 4,1 % de vermiculations (223 spécimens) et celles-ci ne recouvrent que très rarement plus de la moitié de la surface osseuse. En revanche, le phénomène est beaucoup plus important dans la Grotte II avec 70,3 % du matériel affecté par cet agent naturel, soit 4201 spécimens. Parmi ces restes, 1636 d'entre eux (soit 27,4 % de l'assemblage osseux) présentent des empreintes de racines sur plus de la moitié de la surface osseuse, ce qui réduit considérablement la lecture des autres traces taphonomiques. D'ailleurs, 305

ossements provenant de la Grotte II sont intégralement recouverts par les vermiculations contre seulement 8 dans la Grotte I ; l'état de surface de ces spécimens ne permet aucune autre observation taphonomique (Annexe 48). Ces différences s'expliquent certainement par la configuration morphologique des cavités : tandis que la Grotte I est plus profonde et plus fermée (4 m de profondeur et 3 m de largeur), la Grotte II est plus évasée et s'apparente plus à un porche qu'à une grotte à proprement parler (3 m de profondeur et 4 m de largeur). Elle devait donc être plus encline à l'invasion du couvert végétal. L'orientation sud-ouest de la Grotte II a également dû favoriser le développement végétal. En outre, un remplissage sédimentaire relativement peu profond peut aussi être responsable des altérations osseuses créées par les racinelles.



**Figure 68 : Pourcentage de traces de vermiculations présentes sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).**

D'autres traces de dissolution dues aux propriétés chimiques du sol – telles que l'acidité du sol due au développement de la forêt boréale holocène et non, cette fois-ci, aux racinelles ou à l'activité des sucs digestifs des carnivores) – peuvent affecter une surface osseuse de façon locale ou généralisée. Ainsi, 1,8 % de l'assemblage de la Grotte I exhibe des surfaces dissoutes (99 spécimens) contre 4 % dans l'assemblage de la Grotte II (242 spécimens).

Les surfaces abrasées concernent 3075 fragments, soit 56,7 % des spécimens de la Grotte I (Annexe 49). L'abrasion semble plus modeste dans la Grotte II avec seulement 1079 fragments, soit 18 % de

l'assemblage affecté par ce processus (Figure 69). Ce phénomène peut s'expliquer par des processus géologiques, tels que la solifluxion qui entraîne des déplacements d'éléments squelettiques le long des pentes à l'entrée des cavités, ou par des processus biologiques, comme le piétinement par les mammifères ou les bioturbations par les ursidés. Il dépendra donc du degré de la pente, mais aussi du type de fréquentation animale et de la durée d'occupation. La gélifraction engendre également le détachement de fragments cryoclastiques des parois rocheuses, qui viennent alors se mêler au sédiment ; la proportion, la taille et l'angularité de ces fragments peuvent accentuer l'abrasion des pièces squelettiques. Dans la Grotte I, particulièrement soumise au vent, une plus grande proportion de fragments cryoclastiques a été observée dans le sédiment, comparativement à la Grotte II (Cinq-Mars, comm. pers., 2010), ce qui pourrait expliquer le plus fort taux d'abrasion des pièces osseuses dans cette première cavité. En revanche, le développement végétal freine les effets de la solifluxion ; les vestiges de la Grotte II, exposée vers le sud-ouest, présentent d'ailleurs un fort taux de vermiculations mais un faible pourcentage d'abrasion.

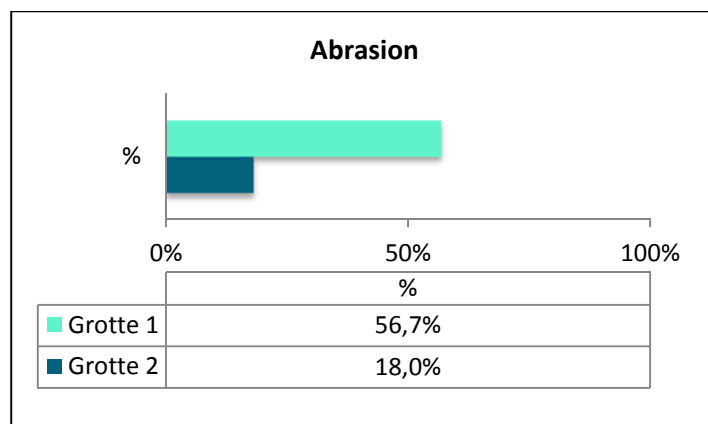


Figure 69 : Pourcentage d'abrasion présent sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).

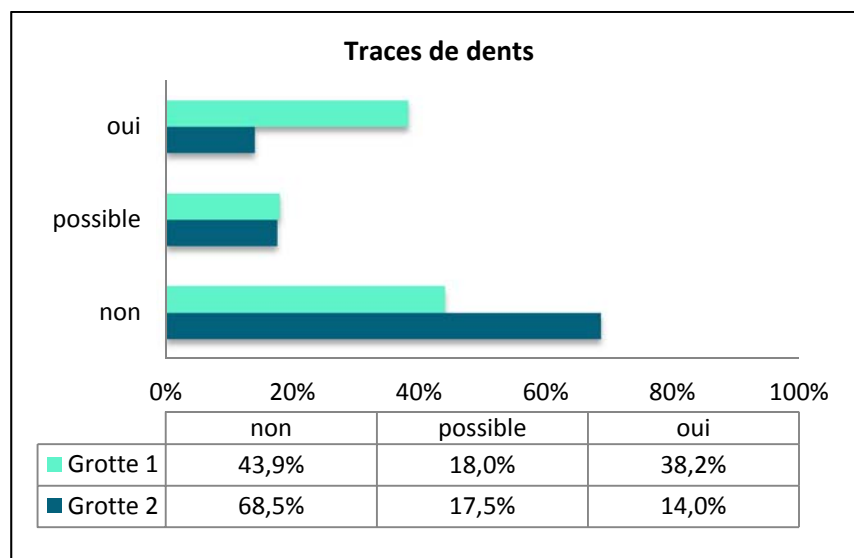
### 5.5.3. Rongeurs et carnivores

Les traces de dents laissées par des rongeurs n'ont que très rarement été observées : au total, seulement 6 fragments présentent les caractéristiques typiques des dents de rongeurs, soit 0,1 % de l'assemblage faunique. Ils proviennent du lœss de la Grotte I et se composent de 3 fragments de

métapodes et d'un cubo-naviculaire attribués à l'original (Annexe 50). Un fragment d'humérus de mammoth porte également de telles traces ainsi qu'un fragment d'os long indéterminé.

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, les traces de dents de carnivores sont présentes sur une bonne partie du matériel, et notamment sur les os longs d'ongulés. Au vu de la taille des marques et de la taille des os qui portent ces marques, nous pensons pouvoir leur attribuer une origine carnivore (i.e., canidés ou félidés) (Annexe 51 et Annexe 52). En revanche, il est possible que des ossements de la petite faune ou de plus petits ongulés, notamment ici le mouflon, portent des traces de dents humaines ; celles-ci devraient néanmoins être minoritaires dans nos assemblages osseux composés principalement d'espèces de grande taille.

En termes statistiques, au moins 2070 fragments (38,2 %) de l'assemblage faunique de la Grotte I illustrent clairement les schémas d'altérations de carnivores tels que mentionnés par Binford (Binford 1981) et Haynes (Haynes 1980, 1982, 1983b). A ce pourcentage, nous pourrions ajouter 974 autres fragments (18 %) susceptibles d'avoir été affectés par ce même agent biologique. Le taux de dents de carnivores présent sur l'assemblage de la Grotte I est donc compris entre 38,2 % et 56,1 % (Figure 70). Des marques de digestion ont également été repérées sur 130 fragments osseux inférieurs à 30 mm de longueur. La Grotte II montre, quant à elle, un schéma similaire d'altération par les carnivores mais en proportions différentes : 836 fragments (14 %) de l'ensemble du matériel faunique portant des traces de dents certaines en plus de 1049 autres fragments potentiels (17,5 %). Le pourcentage de rongement dans la Grotte II s'élève donc de 14 % à 31,5 % (Figure 70). Nous y avons également comptabilisé 44 fragments osseux de moins de 30 mm présentant des traces de digestion. Les proportions d'os digérés pourraient néanmoins être plus élevées. Nos analyses taphonomiques ont effectivement été tournées vers les spécimens de longueur supérieure à 30 et 20 mm (Grottes I et II, respectivement). Pour ces petits fragments osseux, l'attention a été portée principalement sur les stigmates anthropiques plutôt que sur les traces naturelles. L'enregistrement des os digérés, généralement de longueur inférieure à 30 mm, n'a donc malheureusement pas été systématique.



**Figure 70 : Pourcentage de traces de dents de carnivores présentes sur le matériel osseux (N = 5425 et 5980, Grottes I et II respectivement).**

En résumé, il semble que la Grotte I ait été affectée majoritairement par des facteurs biologiques : quelques traces de dents de rongeurs mais surtout des traces de dents de carnivores et des os digérés. L'abrasion y est également plus forte que dans la Grotte II et pourrait être liée aux perturbations générées par l'activité biologique ainsi qu'à la présence non négligeable de fragments cryoclastiques mêlés au dépôt lœssique. La Grotte II présente un plus fort pourcentage d'altération par des facteurs édaphiques (i.e., vermiculations, dépôt de ferromanganèse) qui ont souvent rendu les observations taphonomiques complexes, voire impossibles. Néanmoins, l'impact des carnivores et le taux d'abrasion sont plus faibles que dans la Grotte I. Par ailleurs, les processus climatiques sont difficilement quantifiables et la gélifraction pourrait en fait être bien plus importante que les taux ici reportés ; ce processus de gel/dégel, combiné à l'activité biologique, pourrait être en grande partie responsable du degré de fragmentation des assemblages osseux dans les deux cavités.

## 5.6. Impact des agents anthropiques sur le matériel osseux

Nous présentons ici les stigmates témoignant d'une présence humaine au sein des Grottes I et II du Poisson-Bleu. Les traces de découpe ont été évaluées à l'aide d'un microscope Olympus DSX-100 en prenant compte de multiples critères morphologiques et morphométriques (cf. chapitre 4.4.3.2, p.



144) (Bello et Soligo 2008; Boschini et Crezzini 2012; Domínguez-Rodrigo et al. 2009; Greenfield 1999; Krasinski 2010; Merritt 2012; Monnier et Bischoff 2014; Olsen et Shipman 1988).

### 5.6.1. Interprétation morphologique des traces de boucherie

En raison des problèmes d'équifinalité évoqués dans le chapitre précédent, les stigmates anthropiques ont été classés selon un degré de confiance (*cf.* chapitre 4.4.3, p. 142). Après un examen minutieux et une extrême prudence vis-à-vis des nombreuses représentations taphonomiques, nous comptabilisons avec certitude seulement une quinzaine de traces d'origine culturelle : 10 dans la Grotte I et 5 dans la Grotte II, dont une figurant sur un fragment osseux d'oiseau et signalée antérieurement par McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (2008). Pour les raisons décrites plus bas, nous affirmons que ces stigmates ont été créés par des outils en pierre et ne sont pas le résultat de processus naturels ou de facteurs anthropiques récents (e.g., coup de truelle, Annexe 53). En outre, une vingtaine de restes osseux présentant des traces potentiellement culturelles dans les Grottes I et II pourrait également s'ajouter à ces décomptes. Nos observations et interprétations sont reportées dans les Tableau XXX et Tableau XXXI. Ces traces de boucherie ont été observées principalement sur des ossements de cheval, de caribou et de wapiti et possiblement sur des restes squelettiques appartenant au mouflon, au bison ou même au mammoth ; elles évoquent différentes activités de dépeçage, de décarnisation, de désarticulation et de prélèvement de la langue et des tendons. Les spécimens sont illustrés en annexes (Annexe 54 à Annexe 75). La liste des caractéristiques morphologiques de ces modifications osseuses est également reportée en fin de rapport (Annexe 76 et Annexe 77). Toutefois, nous décrivons plus bas quelques spécimens portant des stigmates anthropiques et méritant des informations supplémentaires.

**Tableau XXX : Inventaire des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques identifiés dans la Grotte I.**

\*Spécimens précédemment datés. \*\*Spécimens datés dans la présente étude.

| Confiance | N° cat.   | Élément                                | Taxon               | Description et interprétation   | Références à l'appui  |
|-----------|-----------|--|---------------------|---|---|
| +++       | T5.26.9   | Prémaxillaire (complet)                | <i>C. elaphus</i>   | Plusieurs stries parallèles, relativement profondes, sur face latérale = enlèvement de la peau autour du museau.                                  | Binford (1981:107) : "[...] cut marks if the head is in fact skinned out [...] around the mouth, particularly in the "chin" area of the mandible." Voir aussi Abe (2005:468, Fig 7.31): marques de boucherie sur un crâne de cerf.  |
| +++       | K7.4.17   | Mandibule (bord rostral de la branche) | <i>E. lambei</i>    | Environ 8 stries transverses courtes, peu profondes; sur face latérale du bord antérieur = désarticulation du crâne et de la mandibule            | Binford (1981:109) : "[...] the masseter muscle was cleaned off the mandible as well as stripped off its insertion points on the skull. This resulted in cut marks around the edges of the masseteric fossa [...]"  |
| +++       | J7.1.1**  | Humérus (diaph. + portion distale)     | <i>E. lambei</i>    | Trois stries fines parallèles et droites (2 courtes et 1 longue plus profonde), obliques à mi-diaphyse sur face antérieure = décarnisation        | Binford (1981:141, Tabl. 4.04) : "Oblique short "chevron" marks clustered on neck of distal end on the anterior face". Voir aussi Wheat (1979:63, Fig 31) : marques de boucherie sur un humérus de bison.   |
| +++       | K8.1.13** | Métatarse (complet)                    | <i>E. lambei</i>    | Une trace longue et oblique, profonde, sur face postérieure entre surfaces articulaires avec les métapodes vestigiaux = prélèvement des tendons ? | Binford (1981:95): "The sheath of tendons running in the ventral channel of the canon bone is stripped up to the proximal end of the bone. Cuts are then made between the sheath and the bone [...]" Voir aussi Wheat (1979:66, Fig 32): marques de boucherie sur un métapode de bison. |
| +++       | J8.4.7    | Tibia (? fragm. de diaph.)             | <i>cf. Equus</i>    | Probable face médiale d'une diaphyse de tibia de cheval. Deux stries courtes, nettes et transverses = section des tendons, décarnisation ?        | Binford (1981:129-130) : "[...] short cut marks frequently made obliquely to the longitudinal aspect of the bone and concentrated on both the anterior and posterior faces. [...] clustered where the shape of the bone is irregular and where they are numerous muscle insertions."    |
| +++       | K8.G.48   | Côte (fragm.)                          | <i>cf. Rangifer</i> | Petite surface striée sur face latérale du corps de la côte = désarticulation/éviscération  | Binford (1981:113) ; Wheat (1979:68) : "Areas of light diagonal scratches were found on the lateral surfaces [...]"   |
| +++       | K6.1.20** | Os long (fragm.)                       | <i>cf. Cervus</i>   | Huit traces parallèles et obliques sur diaphyse d'os long = décarnisation   | Binford (1981:129) : "[...] short cut marks frequently made obliquely to the longitudinal aspect of the bone and concentrated on both the anterior and posterior faces."  |

(Suite)

| Confiance | N° cat.  | Élément                     | Taxon              | Description et interprétation   | Références à l'appui   |
|-----------|--|-----------------------------|--------------------|---|--|
| +++       | K8.1.27**  | Métacarpe (portion distale) | <i>R. tarandus</i> | Une trace courte, oblique proche du condyle, sur bord médial ou latéral = décarnisation   | Binford (1981:140, Tabl. 4.04) : "Short "chevron" marks obliquely clustered on lateral and medial crests, anterior aspect". Voir aussi Binford (1981:132, Fig 4.38) : marques de boucherie sur un métatarse distal de caribou pendant la décarnisation.  |
| +++       | H8(s).7.3  | Sésamoïde                   | <i>R. tarandus</i> | Une strie nette, profonde, orientée longitudinalement = dépouillement   | Costamagno and David (2009:15-16) : "Sur les extrémités des pattes, des stries longitudinales [...] sont consécutives à la découpe de la peau".  |
| +++       | MRT.VI.1   | Phalange proximale          | <i>R. tarandus</i> | Deux stries obliques, profondes, sur face ventrale = dépouillement  | Costamagno and David (2009:15-16) : "Sur les extrémités des pattes, des stries longitudinales présentes sur la face postérieure des métapodes, des premières et deuxièmes phalanges sont consécutives à la découpe de la peau".  |
| ++        | I7.4.4,<br>J6.R.10,<br>J7.C.19,<br>K8.G.19,<br>K8.H.47 | Phalanges (x5)              | <i>R. tarandus</i> | Une à deux stries par phalange, longitudinales à obliques, superficielles ou profondes, proches ou sur surface ventrale = dépouillement probable. Technique des Evenks de Sibérie (différent des Nunamiuts d'Alaska: stries transverses et circulaires) | Costamagno et David (2009:15-16) : "[...] stries longitudinales présentes sur la face postérieure des métapodes, des premières et deuxièmes phalanges [...]<br>La technique de dépouillement des Evenks de l'Amour diffère de celle des Nunamiut, ce qui se traduit par la formation de traces de dépouillement différentes de celles observées par Binford [...]" |
| ++        | I7.1.1   | Phalange (?)                | Ongulé t. 3        | Probable fragment proximal de phalange. Une trace de découpe courte et profonde sur surface articulaire = dépouillement ?   |  |

(Suite)

| Confiance | N° cat.          | Élément                                       | Taxon               | Description et interprétation  | Références à l'appui   |
|-----------|------------------|---|---------------------|--|--|
| ++        | J7.G.15          | Vertèbre caudale                              | <i>R. tarandus</i>  | Deux stries profondes sur surface articulaire = raison du geste incertaine   |  |
| ++        | K8.1.25*         | Métatarse (complet)                           | <i>R. tarandus</i>  | Surfaces striées sur diaphyse + deux stries sur condyle médiale, os très abimé = désarticulation ou altération post-dépositionnelle ?                                  | Costamagno et David (2009) ; Binford (1981:140, Tabl. 4.04) : "Transverse mark across posterior face of both condyles" |
| ++        | H7(e).14.4       | Métatarse (fragm. de diaph., portion distale) | <i>R. tarandus</i>  | Long sillon superficiel, avec micro-striations, prolongé dans l'axe longitudinal sur face latérale, os très abimé = dépouillement ou altération post-dépositionnelle ? | Costamagno et David (2009)   |
| ++        | K6.1.23, K6.1.24 | Os frontal + bois                             | <i>R. tarandus</i>  | Environ 6 marques nettes et profondes sur le bois (raison du geste très incertaine) + une strie isolée, courte et superficielle, proche du pédicule = dépouillement ?  | Binford (1981:136, Tabl. 4.04) : "Cuts circling the base of antlers"   |
| +         | I7.1.119         | Maxillaire (fragm.)                           | <i>cf. Rangifer</i> | Deux stries fines isolées et parallèles sur face linguale  |  |
| +         | L.IV.123         | Fémur (fragm. de diaph.)                      | <i>R. tarandus</i>  | Une strie isolée, très superficielle, transverse à la diaphyse sur face antérieur  |  |
| +         | J8.1.69          | Fémur (fragm. de diaph.)                      | <i>E. lambei</i>    | Une strie courte, profonde, oblique, sur face latérale, difficilement observable à l'œil = décarnisation ?   |  |
| +         | J8.1.139         | Os long (fragm.)                              | Indèt.              | Une strie droite, longue et profonde, oblique sur la diaphyse. Surface osseuse altérée   |  |
| +         | K8.G.55          | Os long (fragm.)                              | Indèt.              | Une marque isolée, large et profonde, transverse à la diaphyse   |  |
| +         | K8.1.43          | Mandibule (fragm.)                            | Indèt.              | Plusieurs stries courtes et transverses sur bord convexe du corps mandibulaire   |  |
| +         | K8.G.51          | Phalange                                      | <i>cf. Bison</i>    | Quelques traces courtes et profondes sur extrémité distale mais spécimen très altéré par des processus post-dépositionnels   |  |

**Tableau XXXI : Inventaire des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques identifiés dans la Grotte II.**

\*Spécimens précédemment datés. \*\*Spécimens datés dans la présente étude.

| Confiance | N° cat.     | Élément                                  | Taxon                              | Description et interprétation   | Références à l'appui  |
|-----------|-------------|--|------------------------------------|---|---|
| +++       | E2.4.1*     | Scapula (fragm.)                         | <i>C. caeruleus</i>                | Cf. McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (2008). Un sillon profond et large avec profil en « V » = décarnisation   |   |
| +++       | I5(e).6.5** | Coxal (fragm.)                           | <i>R. tarandus</i>                 | Trois incisions profondes, droites et parallèles, orientées longitudinalement sur la face latérale de l'ilium = décarnisation   | Binford (1981:129) : "[...] long, longitudinally oriented filleting marks [...] shown on the pelvis [...]". Voir aussi Binford (1981:130, Fig 4.36) : marques produites sur un os coxal de caribou pendant la décarnisation.  |
| +++       | I5(e).2.2   | Radius (fragm. de diaph., port. distale) | <i>R. tarandus</i>                 | Un sillon court, large et profond sur face antérieure, transverse et près de la portion distale = décarnisation ou enlèvement du périoste? (remontage possible avec F5.B.5?)      | Binford (1981:141, Tabl. 4.04) : "chevron marks on anterior face". Voir aussi Binford (1981:133, Fig 4.39), Wheat (1979:63, Fig 31) et Abe (2005:513-515, Fig 7.55) : traces de découpe oblique et transverse sur la face antérieure d'un radio-ulna.   |
| +++       | D2.3.1      | Métacarpe (fragm. de diaph)              | Ongulé taille 3 (cf. <i>Ovis</i> ) | Une trace longue et superficielle, avec micro-striations, orientée longitudinalement sur la face antérieure = décarnisation ou enlèvement du périoste                             | Binford (1981:134) : "[...] longitudinal scratches and striations [...] along the shafts of long bones are commonly produced when bones are prepared for cracking during marrow processing." Voir aussi Costamagno et David (2009:20) : "[...] traces longitudinales, très fines et multiples sur les surfaces diaphysaires qui témoignent du raclage du périoste". |
| +++       | J7.8.17**   | Mandibule (fragm., M2 et M3 incluses)    | <i>E. lambei</i>                   | Multiplés sillons droits et parallèles, fond plutôt large et arrondi, sur face linguale, sous les seconde et troisième molaires = enlèvement de la langue, outil certainement usé | Binford (1981:109) : "When the tongue is removed while the mandible is still attached to the skull marks are usually inflicted on the medial margins of the mandible [...]". Voir aussi Binford (1981:100, Fig 4.07) : traces obliques sous les troisième et quatrième prémolaires d'une mandibule de caribou.  |

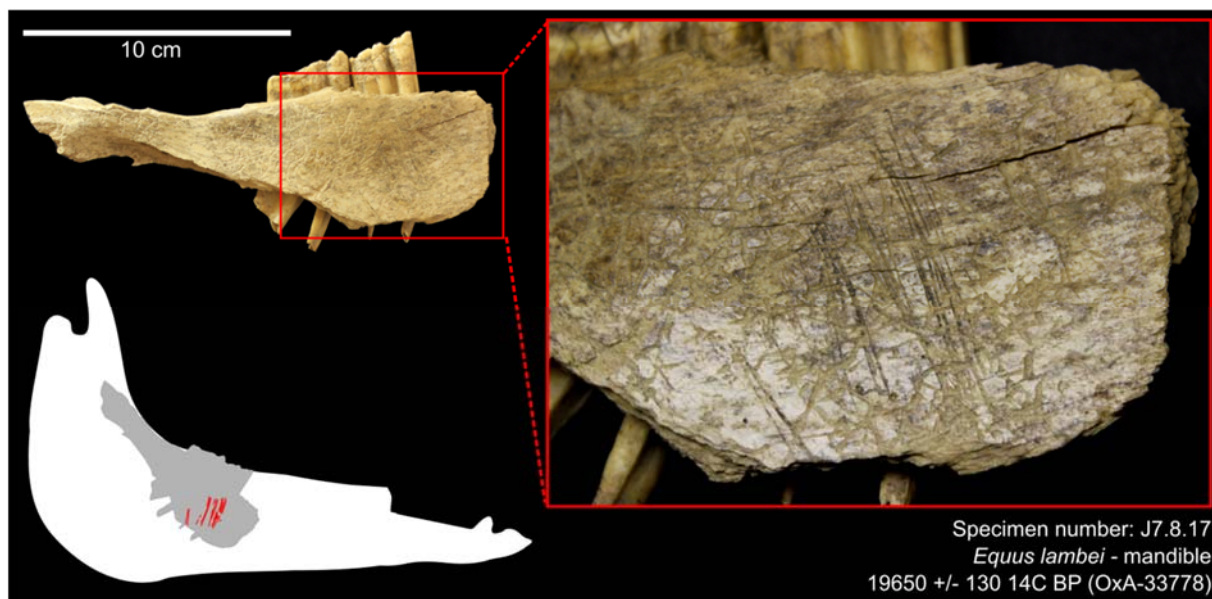
(Suite)

| Confiance | N° cat.            | Élément  | Taxon                 | Description et interprétation  | Références à l'appui  |
|-----------|--------------------|--|-----------------------|--|---|
| ++        | H6.4.22,<br>H6.5.7 | Mandibule (fragm.,<br>x2)                      | Indèt.                | Fragment de mandibule brisé en deux, présente surfaces striées. Possible enlèvement de la langue ? (remontage possible avec J7.8.17?)    | Binford (1981:136, Tabl. 4.04) : "Diagonal cut on medial surface below P-3 and P-4" |
| ++        | H6.3.21*           | Os long (fragm.)                               | <i>M. primigenius</i> | Deux stries, courtes, fines et profondes (cf. partie 6)  |   |
| ++        | F5.B.5             | Radius (fragm. de<br>diaph., port.<br>distale) | <i>R. tarandus</i>    | Bord médial raclé, surface aplanie avec traces de broutage = décarnisation ou biais de la fouille ? (remontage possible avec I5(e).2.2?) |   |
| +         | H6.4.21            | Os frontal + bois                              | <i>R. tarandus</i>    | Une trace courte, isolée, proche du pédicule = dépouillement ?   | Binford (1981:136, Tabl. 4.04) : "Cuts circling the base of antlers"                |
| +         | I5(e).5.2          | Métatarse (port.<br>proximale)                 | <i>R. tarandus</i>    | Deux courtes stries transverses, peu profondes, proche de l'extrémité proximale = désarticulation ?                                      |   |
| +         | C2.2.4             | Scapula (?)                                    | Ongulé taille 4       | Possible bord caudal d'une scapula. Petite surface convexe striée, isolée = décarnisation ou simple abrasion ?                           |   |
| +         | D5.E.14            | Phalange proximale                             | <i>P. leo</i>         | Deux stries courtes sur surface osseuse abîmée = dépouillement ou charriage à sec ?  |   |

Bien qu'ayant concentré le projet sur les espèces de mammifères, nous avons inclus à cet inventaire des stigmates anthropiques un spécimen de la faune aviaire pour son intérêt majeur dans la reconstruction des modes de subsistance des groupes humains. Il s'agit d'un fragment de scapula d'oie des neiges (*Chen caerulescens*, syn. *Anser caerulescens*, *Chen hyperborea*) provenant de la Grotte II (Annexe 69). Ce spécimen avait été identifié par McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (1998) et présenté comme le seul reste aviaire des Grottes du Poisson-Bleu arborant une trace anthropique. Suite à nos observations, nous confirmons la présence de stries profondes au fond en « V », caractéristiques d'une décarnisation à l'aide d'un outil en pierre. Les oiseaux migrateurs fournissent en outre un bon indice de saisonnalité : il est reconnu que l'oie des neiges migre vers les régions arctique et subarctique pour se reproduire durant la belle saison (printemps/été) et repart vers le sud (Etats-Unis, Mexique) pour hiverner (automne/hiver) (Mowbray et al. 2000). Le fragment de scapula, culturellement modifié et daté à  $7780 \pm 60$   $^{14}\text{C}$  BP (Beta-126870), suggère alors une présence humaine dans la Grotte II durant la belle saison.

Une mandibule de cheval provenant de la Grotte II présente également des stigmates anthropiques sur la face linguale du corps mandibulaire, juste en dessous des deuxième et troisième molaires (Figure 71). Le spécimen osseux est particulièrement affecté par les traces de vermiculations qui recouvrent presque la totalité de la surface osseuse. Un faible degré d'intempérisation génère également quelques fissurations dans la continuité des fibres de collagène. Toutefois, les stigmates anthropiques se distinguent par de multiples sillons droits et parallèles (environ une quinzaine), orientés diagonalement par rapport au corps de la mandibule, témoins incontestables de l'enlèvement de la langue (Binford 1981:109). Les stries, observées à plus fort grossissement, ne présentent pas toutes un profil en V évident mais se dessinent plutôt sous la forme de sillons évasés, avec des parois quelque peu irrégulières et un fond rayé de micro-stries : il est possible que le tranchant de l'outil en pierre se soit émoussé à force d'utilisation. La mesure du rayon de cercle au fond de la trace (« *floor radius* ») pourrait permettre de caractériser l'acuité du tranchant : un petit rayon indiquerait un tranchant fin tandis qu'un grand rayon décrirait un tranchant plus large, possiblement usé dépendamment de l'intensité de l'utilisation de l'outil (Bello et Soligo 2008). Néanmoins, en raison de sa faible reproductibilité (Boschin et Crezzini 2012), cette mesure n'a pas été effectuée. Par ailleurs, il est intéressant de noter que les analyses cémento-chronologiques ont révélé pour ce fragment mandibulaire, d'après la première molaire sacrifiée pour l'analyse, une saison de décès vers printemps/été (Burke et Cinq-Mars 1998). En outre, nous verrons plus bas que ce

spécimen, soumis à de nouvelles analyses AMS, fournira la plus ancienne date d'occupation humaine (cf. chapitre 5.7, p. 238). Enfin, deux autres petits fragments présentent des surfaces striées et pourraient appartenir à la même mandibule (Annexe 73).



**Figure 71 : Fragment de mandibule de cheval (*E. lambei*) avec traces de découpe.**

Le spécimen (MCH, numéro J7.8.17) présente des fissures et des traces de vermiculations mais exhibe très clairement, sur sa face linguale, en dessous des deuxième et troisième molaires, de multiples traces droites, profondes et parallèles résultant du prélèvement de la langue.

Nous revenons également sur les restes osseux des extrémités des pattes des ongulés de taille 3 qui présentent des traces, bien que moins diagnostiques, pouvant avoir une origine culturelle. Les traces observées sur les phalanges et le sésamoïde (Annexe 62 et Annexe 63), provenant tous du loess de la Grotte I, ne concordent pas avec les schémas de dépouillement opérés par les Nunamiuts sur les carcasses de caribou et reportés par Binford (1981:107) : les stries y ont été décrites comme transverses et circulaires autour des phalanges et des métapodes. Les observations de Costamagno et David (2009) sur les Evenks de Sibérie suggèrent toutefois des techniques de dépeçage très différentes pour ces groupes sibériens vivant de la renniculture. Dans la Grotte I, des traces longitudinales superficielles ont été identifiées sur la face postérieure des métapodes et des premières et deuxième phalanges et correspondent aux descriptions faites par Costamagno et David (2009). Nous confirmons donc l'origine anthropique des traces relevées, en réponse aux activités de



dépouillement, sur le sésamoïde ainsi que sur au moins une phalange proximale. Les marques observées sur les quatre autres phalanges sont moins déterminantes mais nous n'excluons pas la possibilité qu'elles soient également le résultat d'activités de dépeçage. Par ailleurs, les traces observées sur les diaphyses de métapodes, compte tenu de l'absence de chair autour de ces éléments anatomiques, ne peuvent répondre à des activités de décarnisation (Binford 1981:134). En revanche, il est possible que ces traces soient le résultat d'activités de dépeçage selon les techniques des Evenks de Sibérie, ou bien de pratique de raclage ou de prélèvement des tendons (Costamagno et David 2009).

Dans certains cas, des micro-striations sont également visibles à l'intérieur des stigmates et des rainures au sein d'un sillon principal lui confèrent parfois un profil assez irrégulier. Ces observations fournissent un argument supplémentaire pour corroborer l'origine culturelle des traces faites par un outil en pierre (Boschin et Crezzini 2012; Domínguez-Rodrigo et al. 2009); nous les observons d'ailleurs au sein des stries à la surface de la mandibule de cheval. Au contraire, les traces de dents de carnivores ne montrent aucune striation ou rainure longitudinale au sein du sillon principal, d'après nos propres observations au microscope d'un référentiel taphonomique provenant du Laboratoire d'Archéozoologie (Université de Montréal); nous y avons observé un fond irrégulier et piqueté qui se distingue aisément des traces faites à l'aide d'un outil en pierre.

### 5.6.2. Interprétation morphométrique des traces de boucherie

A nos observations qualitatives, nous avons ajouté des données quantitatives, regroupées dans les tableaux en annexe (Annexe 78 et Annexe 79). Ces mesures ont pu être prises sur les profils de trace en section perpendiculaire, obtenus à l'aide du microscope DSX-100 (Annexe 80 à Annexe 101) ; elles ont ensuite été comparées à des référentiels expérimentaux (*cf.* chapitre 4.4.3.2, p. 144) et sont également présentées en annexe sous forme de tableaux et graphiques illustrant la profondeur relative des stigmates, l'angle d'ouverture et le rapport de largeur (Annexe 102 et Annexe 103).

Bien que les mesures de profondeur ne permettent pas de distinguer le type d'outil utilisé, il semble que nos traces qualifiées de « découpe certaines » soient relativement profondes, avec une moyenne de 95,8  $\mu\text{m}$  et une profondeur maximale de 234,7  $\mu\text{m}$ . En outre, la profondeur moyenne des traces qualifiées de « découpe potentielles » est de 110,4  $\mu\text{m}$  avec un maximum de 348,4  $\mu\text{m}$ . Nos mesures

sont globalement plus élevées que celles reportées par Bello et Soligo (2008) mais tombent dans la variabilité des stigmates de découpe relevés par Boschini et Crezzini (2012). L'angle d'ouverture est également plutôt large avec une valeur moyenne de 138° et 119° pour les traces de découpe certaines et potentielles respectivement, ce qui correspond ici encore à la variabilité des traces anthropiques relevées par les différents chercheurs (Bello et Soligo 2008; Boschini et Crezzini 2012).

Beaucoup plus notoire, la mesure du rapport de largeur (i.e., le rapport entre la largeur au sommet de la trace et la largeur au fond de la trace) offre un aperçu du profil de la trace (|\_| ou V) et permet de distinguer le type d'outil utilisé (Boschini et Crezzini 2012) : les traces faites à l'aide d'un outil en pierre ont ainsi un ratio plus grand (profil en V) que les traces faites avec un outil en métal (profil en |\_|) (Annexe 102). Sur le site des Grottes du Poisson-Bleu, la valeur moyenne du rapport de largeur obtenue d'après nos traces anthropiques certaines et potentielles est de 24,5 et 27,3  $\mu\text{m}$ , respectivement (Annexe 102 et Annexe 103). Ces valeurs sont particulièrement élevées et tendent à se rapprocher de celles obtenues expérimentalement à l'aide d'un éclat en silex (13,3  $\mu\text{m}$ ) et d'un outil retouché (19,2  $\mu\text{m}$ ) ainsi que celles relevées sur le matériel archéologique du site paléolithique de Paglicci en Italie (16,0  $\mu\text{m}$ ) (Boschini et Crezzini 2012). En revanche, nos mesures se distinguent des valeurs obtenues expérimentalement à l'aide d'une lame en métal (5,1  $\mu\text{m}$ ) ou observées sur le matériel osseux du site italien Trebbio (7,8  $\mu\text{m}$ ), daté de l'Age du Bronze. Finalement, nos moyennes diffèrent de celle obtenue pour les traces de dents de carnivores (2,9  $\mu\text{m}$ ) (Duches et al. 2016). En outre, les marques causées par les dents de carnivore ou par l'abrasion sont généralement plus large et moins profonde que les traces de découpe faites avec un outil en pierre (Domínguez-Rodrigo et al. 2009). Ces comparaisons dépeignent le profil en V de nos traces taphonomiques et soutiennent leur origine culturelle. Par ailleurs, nous notons que le rapport de largeur le plus bas que nous avons relevé (8,0  $\mu\text{m}$ ) provient d'une des stries de la mandibule de cheval (Annexe 79) et nous soupçonnons qu'un outil en pierre usé puisse en être à l'origine.

Finalement, les critères morphologiques énoncés au chapitre 4.4.3.2 (p. 144) et exposés dans les Tableau XXX et Tableau XXXI ainsi que dans les Annexe 76 et Annexe 77 suggèrent qu'au moins quinze des traces observées sur les ossements peuvent avoir été créées à l'aide d'un outil en pierre. Elles sont généralement droites, obliquement orientées et relativement profondes avec un profil en V. En outre, la localisation et l'orientation des traces sur ces quinze spécimens ne sont pas fortuites. Nous avons pu les faire correspondre à des pratiques bouchères d'après des études ethnographiques et

expérimentales ; elles seraient donc intentionnelles et ne seraient pas le fruit du hasard (e.g., abrasion naturelle, piétinement). Les mesures de profondeur et d'angle d'ouverture concordent également avec les traces causées par un outil en pierre d'après des données archéologiques et expérimentales (Boschin et Crezzini 2012). De plus, le rapport de largeur illustre bien le profil en V de nos stigmates (Annexe 80 à Annexe 101) et permet de les rapprocher des traces faites avec un outil en pierre (Annexe 102 et Annexe 103). Au contraire, la présence de tels stigmates, de par nos observations morphologiques et morphométriques, ne peut que difficilement s'expliquer par des processus naturels comme les dents de carnivores ou l'abrasion. En définitive, nous appuyons l'origine culturelle d'au moins quinze des spécimens osseux provenant des Grottes I et II (Bourgeon et al. 2017).

### 5.6.3. Fracturation et travail de l'os

Concernant les outils osseux, nous n'en avons identifiés aucun parmi les assemblages des Grottes I et II. De nombreux spécimens présentent des surfaces ou des bords polis qui auraient pu résulter d'une utilisation comme racloir ou perçoir. Cependant, une observation de ces surfaces osseuses à fort grossissement n'a, à aucun moment, permis de déceler un poli d'usure intentionnel. Les polis se dessinent en effet sous la forme de micro-stries multidirectionnelles, localisées sur les crêtes osseuses et les surfaces convexes, qui semblent plutôt être le résultat d'une abrasion naturelle au contact de particules sédimentaires (Backwell et d'Errico 2004; Olsen et Shipman 1988; Shipman et Rose 1988). D'ailleurs, selon Shipman et Rose (1988), l'abrasion est d'autant plus importante que les particules sont fines : le loess a ainsi un pouvoir abrasif assez fort qui peut mener à des polissages de surface exhibant un aspect lustré. En outre, le rongement et le léchage des os par les carnivores peuvent également avoir contribué au polissage de certaines pièces osseuses (Fisher 1995; Haynes 1983b). Nous avons accordé une attention plus particulière à quelques-uns de ces spécimens, des os longs fracturés dans la longueur de l'os et présentant des surfaces polies telles que décrites initialement par les principaux auteurs (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982). Ainsi, nous pensons que le tibia de caribou (Grotte II) – qui fut interprété comme un possible queursoir pour le traitement des peaux et daté à  $24\,820 \pm 115$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDLE-226) – pourrait en fait avoir été fracturé par les carnivores, rongé et léché, voire ultérieurement charrié sur le sédiment ; la modification de ce spécimen n'est donc pas nécessairement d'origine culturelle (Figure 72). Un autre

spécimen, un ulna proximal de caribou (Grotte I), présente une pointe polie similaire aux queursoirs en os que l'on retrouve parfois sur les sites archéologiques. Toutefois, les traces de dents de carnivores présentes sur l'olécrane suggèrent ici que le rongement par les carnivores a pu fracturer l'os dans la longueur et que l'action prononcée du lèchement aurait abouti au polissage de l'extrémité diaphysaire (Figure 73). La pointe ne présente d'ailleurs pas de surface d'utilisation comme outil.



**Figure 72 : Diaphyse de tibia de caribou (H6.6.5) fracturé dans la longueur.**

Si le spécimen (MCH, numéro H6.6.5), daté à  $24\,820 \pm 115$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDLE-226), fut interprété comme un possible queursoir pour le traitement des peaux (Morlan et Cinq-Mars 1982), la présence de traces de dents sur la portion proximale et de surfaces polies pourrait plutôt accuser les carnivores de la modification de ce spécimen osseux. Photos : L. Bourgeon.



**Figure 73 : Portion proximale d'un ulna de caribou (J5.2.1) considéré ici comme un pseudo-artefact.**

L'olécrâne (MCH, spécimen J5.2.1) présente des traces évidentes de rongement par les carnivores et la face caudale (à droite) exhibe une fracture droite résultant possiblement de la pression exercée par les dents de carnivores. Le surface osseuse du spécimen a subi les effets de l'abrasion et de l'intempérisation. En outre, aucune trace d'usure intentionnelle ne permet d'appuyer une éventuelle modification osseuse d'origine culturelle. Photos : L. Bourgeon.

Nous avons observé au sein des assemblages osseux certains spécimens présentant des traces d'impact ayant engendré des fissures dans la longueur de l'os et des cassures sur os sec. Ces stigmates sont nécessairement la conséquence de processus post-dépositionnels, tels que les chutes de pierres sur le matériel osseux disposé à même le sol. En revanche, des points d'impact avec des encoches le long de fracture sur os frais, sur des spécimens dépourvus de traces de dents, pourraient témoigner d'une fracturation anthropique des ossements ; nous n'en avons reportés que deux spécimens dans la Grotte I et seulement I dans la Grotte II, tous attribuables à des diaphyses d'os longs de moyens ongulés. Aucune micro-strie de percussion n'a été observée. D'autres encoches ont également été reportées mais, plus petites et plus étroites, elles seraient plutôt attribuables à l'action de carnivores (Capaldo et Blumenschine 1994). Dans la Grotte II, deux petits fragments entre 2 et 3 cm s'apparentent à des éclats osseux et pourraient provenir de la fracturation pour une extraction

de la moelle. Si d'autres éléments ont été fracturés, il est possible que les stigmates aient été oblitérés par le passage de charognards ou par des facteurs post-dépositionnels divers.

#### 5.6.4. Le nucléus et l'éclat de mammoth réexaminés

Deux autres spécimens doivent encore être examinés ici ; il s'agit d'un fragment d'os long et d'un éclat associé, datés respectivement à  $23\,200 \pm 250$  <sup>14</sup>C BP (RIDDL-225) et  $23\,910 \pm 200$  <sup>14</sup>C BP (RIDDL-224) (Figure 30, p. 92). Qualifiés de nucléus et d'éclat, ils illustreraient une séquence opératoire complexe qui ne pourrait découler de processus naturels mais qui résulterait plutôt d'une industrie osseuse (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). Ils sont tous deux issus de la base du loëss de la Grotte II et ont été retrouvés proche ou sur la roche-mère calcaire à l'entrée de la cavité. Les deux spécimens proviennent d'un os long dont la position anatomique n'a pu être précisément identifiée et pourraient appartenir à un individu dont la croissance osseuse n'était pas terminée, d'après l'aspect irrégulier de l'extrémité spongieuse. Excluant tout facteur naturel comme responsable de la fracturation de ces ossements, les auteurs notent :

*« The flake has been detached longitudinally from the outer compact bone of a fresh proboscidean long bone shaft. Its distal end is hinged, and its proximal end bears traces of extensive bifacial trimming or platform preparation. Cut marks can also be seen on the dorsal face, near the bifacially-retouched proximal area, and near the hinged extremity. [...] The core exhibits three clear flake removal facets originating from the mid-shaft region. The latter, corresponding to the core platform area, is somewhat amorphous, its features having been possibly obscured in part by post-burial taphonomic processes. [...] The flake can be refitted to the central flake scar on the core. Refitting shows that following its detachment the flake was reduced bifacially and diagonally by slightly more than a third of its original size. » (Cinq-Mars et Morlan 1999:204-205).*

Les deux spécimens osseux de mammoth ont été temporairement sortis de la vitrine d'exposition du Hall des Premiers Peuplements du Musée Canadien de l'Histoire pour être examinés et photographiés au même titre que le reste de l'assemblage osseux. Sans affirmer dès à présent l'origine culturelle des modifications osseuses, nous continuons d'employer les termes de nucléus et d'éclat afin de faciliter la lecture.

D'un point de vue taphonomique, la surface osseuse dudit nucléus est cohérente avec le degré d'altération générale des ossements de la Grotte II, causée notamment par les processus climato-édaphiques. L'intempérisation y est faible (stade 2) avec seulement quelques fines fissures

longitudinales. Les traces de vermiculations sont par contre envahissantes, recouvrant même partiellement la surface des négatifs d'enlèvements. Il est clair que ce facteur édaphique empêche toute lisibilité quant à d'éventuelles traces anthropiques. Par ailleurs, l'os spongieux est apparent sur presque la moitié de la surface externe de l'os (Annexe 104). L'éclat, toutefois, présente un aspect tout à fait différent : l'intempérisation ne dépasse pas le premier stade et les vermiculations sont absentes. Contrairement au nucléus, le fort degré de conservation de la surface osseuse de l'éclat permet la lecture des autres traces taphonomiques.

Cinq-Mars et Morlan (1999) avaient également noté l'absence de traces de dents de carnivores sur ces deux spécimens. Dans les Grottes I et II, la plupart des ossements de mammoth présentent des traces de dents de grands carnivores (sous forme de rainures profondes et de bords crénelés aux extrémités) et il est clair que le rongement a contribué à la destruction de certaines épiphyses d'os longs ; alors que la totalité des ossements de mammoth de la Grotte I exhibe des traces de dents, 35 à 58 % des spécimens de la Grotte II montrent les mêmes stigmates. Le nucléus et l'éclat quant à eux ne présentent pas de telles traces. Nous avons cependant observé un certain émoussé sur chaque surface de l'éclat, émoussé que l'on retrouve d'ailleurs sur de nombreux spécimens d'ongulés des Grottes I et II. Cet attribut est souvent associé à des traces de dents de carnivores, soulignant alors un rongement et un lèchement intensif des éléments osseux (Fisher 1995). Dans d'autre cas, les bords émoussés sont caractérisés par des polis de surface généralisés témoignant plutôt d'une abrasion naturelle (Shipman et Rose 1988). Dans le cas de l'éclat osseux de mammoth, il est aussi possible que les nombreuses manipulations par les archéologues et conservateurs aient causé ou intensifié le phénomène. A moins qu'il ne s'agisse véritablement d'une utilisation répétée par les détenteurs d'une technologie osseuse sur os de proboscidiens.

Un autre critère important qui différencie ces deux spécimens du reste de l'assemblage squelettique de mammoth est la nature des fractures. Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'assemblage osseux de mammoth se compose principalement de cylindres diaphysaires (qui accusent un rongement par de grands carnivores) et de fragments de diaphyses exhibant des fractures sur os sec (témoignant de cassures post-dépositionnelles). Au contraire, le nucléus et l'éclat présentent très clairement des fractures sur os frais. Nous attribuons à l'éclat un FFI de 1, en raison de l'irrégularité des pans de fracture, et au nucléus un FFI de 3 : en effet, si les trois négatifs d'enlèvements sur la face externe du nucléus sont caractérisés par des fractures légèrement spiralées et relativement lisses

(Figure 74), la face interne du nucléus présente des pans de fractures longitudinaux sur os sec soulignant une fracturation ultérieure du spécimen par des processus taphonomiques post-dépositionnels.



**Figure 74 : Nucléus (K5.2.3) et éclat (H6.3.21) d'os long de mammoth provenant de la Grotte II et montrant trois négatifs d'enlèvements avec fracturation sur os frais.**

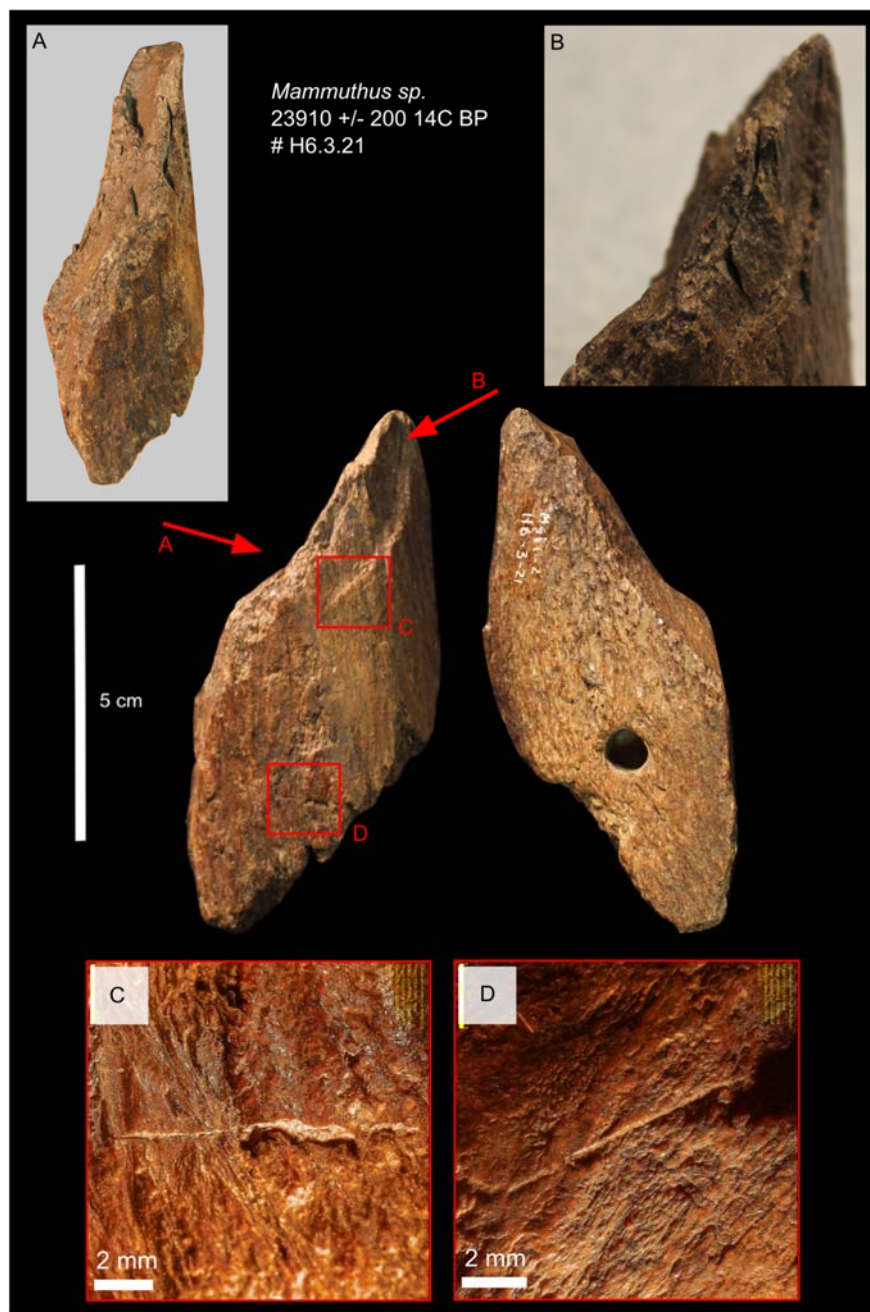
A gauche, le nucléus (MCH, spécimen K5.2.3) montrant trois négatifs d'enlèvements illustrés par des flèches verticales et délimités par des courbes en pointillés. A droite, zoom sur l'extrémité proximale du nucléus : les fractures sur os frais sont bien visibles et l'éclat (MCH, spécimen H6.3.21) remonte parfaitement sur le négatif d'enlèvement central et ne recouvre que le tiers de la surface du négatif ; les flèches horizontales indiquent la localisation de deux traces potentiellement anthropiques. Photos et montage : L. Bourgeon.

Tel que noté plus haut, les fractures sur os frais observées sur le nucléus décrivent trois négatifs d'enlèvements, un assez mince et deux autres plus larges, se profilant tous dans l'axe longitudinal de l'os. L'éclat remonte parfaitement avec le négatif d'enlèvement central et ne recouvre que le tiers de la surface du négatif (Figure 74), tel qu'indiqué par Cinq-Mars et Morlan (1999). S'il est question de



technologie osseuse, les caractéristiques propres au débitage lithique devraient alors apparaître, c'est-à-dire : un plan de frappe, des négatifs d'enlèvements, des contre-bulbes et des contre-ondulations sur le nucléus ainsi que des éclats avec des points d'impact, des bulbes de percussion et des ondulations sur la surface ventrale (Haynes et Krasinski 2010; Holen 2006; Krasinski 2010; Morlan 1984; Patterson 1983; Shipman 1989; Stanford et al. 1981; Villa et D'errico 2001). Cela nécessite également d'établir un plan de frappe présentant un angle aigu avec la face dorsale du nucléus ; de là, un ou plusieurs éclats pourront être détachés en suivant l'orientation des fibres de collagène selon l'axe longitudinal de l'os (Patterson 1983; Stanford et al. 1981). Toutefois, la partie proximale des deux premiers négatifs d'enlèvements observés sur le nucléus ne présente qu'une crête spongieuse et ne caractérise nullement un plan de frappe ayant pu servir à détacher les éclats (Figure 74). La partie proximale du troisième négatif est quant à elle constituée d'os compact sous un aspect très irrégulier, difficilement qualifiable de plan de frappe. Aucun bulbe de percussion n'a par ailleurs été observé sur le nucléus ; l'éclat osseux, ayant été modifié sur sa partie proximale, ne présente pas non plus de contre-bulbe. Les ondulations généralement créées par un impact dynamique sont également absentes. Aucune trace de percussion ayant pu laisser des striations à la surface de l'os n'a été observée. En revanche, l'angle de frappe usuellement requis lors du débitage lithique et osseux nous semble adéquat pour le détachement des éclats. Il est envisageable qu'un éventuel plan de frappe ait été obscurci par des processus taphonomiques post-dépositionnels (Cinq-Mars et Morlan 1999) et qu'il se trouvait alors plus en amont sur la diaphyse.

Enfin, Cinq-Mars et Morlan (1999) avaient observé des stries anthropiques sur l'éclat osseux. Nous en confirmons la présence sur la face externe du spécimen. Les deux traces sont courtes, obliques voire transverses à la diaphyse, fines et relativement profondes (Figure 75). Une des traces est difficilement observable à l'œil nu mais paraît légèrement altérée par des processus taphonomiques. L'autre trace est par ailleurs aisément identifiable et dévoile, au microscope, un sillon profond avec un profil typique en V (Annexe 100 et Annexe 101). En raison des altérations de surface, des mesures ont été prises à différents endroits et font varier la profondeur entre 126 et 348  $\mu\text{m}$  ainsi que le rapport de largeur entre 16 et 56  $\mu\text{m}$  (Annexe 79). Les mesures tendent à se rapprocher de celles obtenues expérimentalement à l'aide d'un outil en pierre d'après Boschini et Crezzini (2012) (Annexe 103).



**Figure 75 : Eclat d'os long de mammoth (H6.3.21) provenant de la Grotte II et exhibant des stigmates potentiellement anthropiques.**

(A, B) vues sur l'extrémité proximale de l'éclat (MCH, spécimen H6.3.21), exhibant des fractures sur os frais et supposée avoir été retouchée d'après Cinq-Mars et Morlan (1999) ; (C) trace droite, fine et profonde, probablement créée par un outil en pierre ; (D) une autre trace potentiellement de nature anthropique, bien qu'un peu plus altérée. Photos et montage : L. Bourgeon.

## 5.7. Résultats des nouvelles datations radiocarbone

Dans le cadre de la présente étude, nous avons entrepris de nouvelles analyses AMS sur six spécimens osseux présentant des stigmates que nous avons attribués, avec un degré de confiance maximal, à une origine culturelle. Les résultats, obtenus par le laboratoire ORAU, s'échelonnent entre 10 490 et 19 650 <sup>14</sup>C BP (Tableau XXXII) (Bourgeon et al. 2017) et s'accordent avec la chronologie du dépôt proposée par les anciennes dates (Tableau V) (Burke et Cinq-Mars 1996, 1998; Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982). Ils renvoient ainsi l'image d'une occupation humaine sporadique dans le nord du Yukon depuis le Dernier Maximum Glaciaire jusqu'à la transition Pléistocène-Holocène, soit entre 12 et 21 ka cal BP dans la Grotte I et entre 22 et 24 ka cal BP dans la Grotte II.

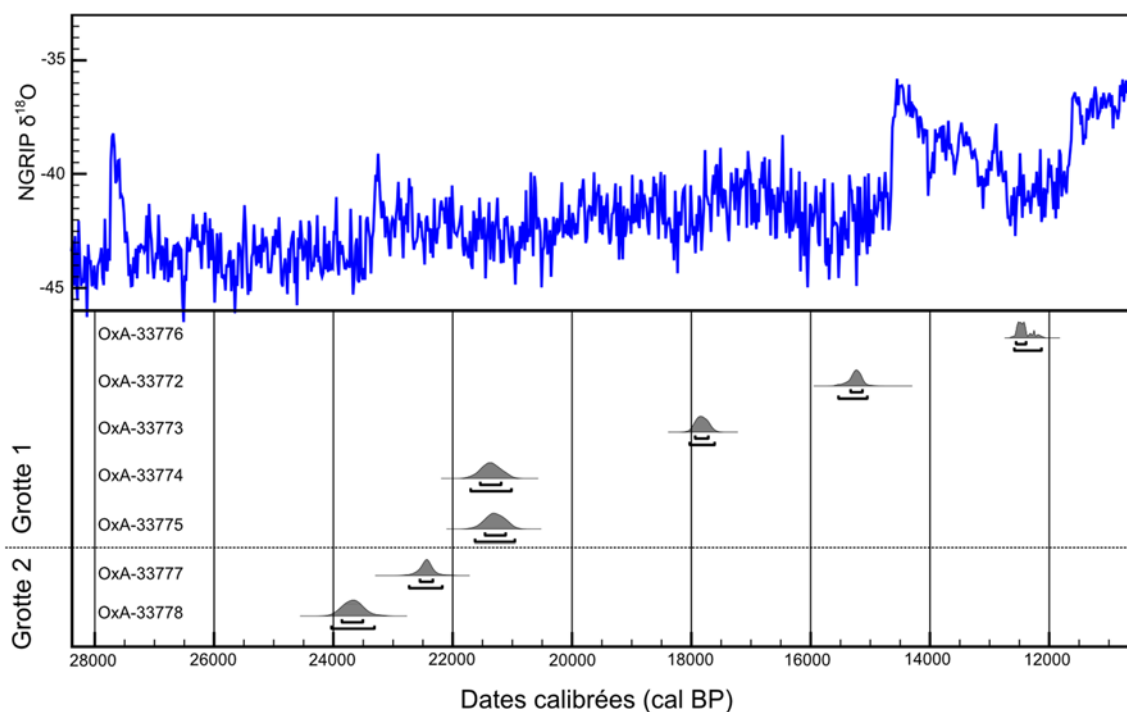
**Tableau XXXII : Résultats des nouvelles datations radiocarbone obtenues sur six échantillons osseux portant des traces de découpe.**

Les âges radiocarbone conventionnels sont exprimés en <sup>14</sup>C BP et les âges calendaires (cal BP) sont calibrés à partir du programme OxCal v4.2.4 et d'après les courbes atmosphériques IntCal13 (Reimer et al. 2013). La provenance stratigraphique est reportée d'après les archives du Musée Canadien de l'Histoire. Tableau reproduit d'après Bourgeon et al. (2017).

| Grotte | N° de lab. | Matériel daté (n° spec.)                 | <sup>14</sup> C BP | Âge (cal BP)  | Prov. strati.   |
|--------|------------|--|--------------------|---------------|-----------------|
| I      | OxA-33772  | <i>R. tarandus</i> , métacarpe (K8.1.27) | 12 790 ± 65        | 15 534-15 051 | Non reportée    |
| I      | OxA-33773  | <i>E. lambei</i> , humérus (J7.1.1)      | 14 645 ± 75        | 18 028-17 610 | Non reportée    |
| I      | OxA-33774  | <i>E. lambei</i> , métatarse (K8.1.13)   | 17 660 ± 100       | 21 700-21 017 | Non reportée    |
| I      | OxA-33775  | <i>E. lambei</i> , métatarse (K8.1.13)   | 17 610 ± 100       | 21 626-20 960 | Non reportée    |
| I      | OxA-33776  | Cf. <i>Cervus</i> , os long (K6.1.20)    | 10 490 ± 55        | 12 586-12 132 | Non reportée    |
| II     | OxA-33777  | <i>R. tarandus</i> , os coxal (I5.6.5)   | 18 570 ± 110       | 22 731-22 176 | "south debris"  |
| II     | OxA-33778  | <i>E. lambei</i> , mandibule (J7.8.17)   | 19 650 ± 130       | 24 033-23 314 | "loess, 142 cm" |

En outre, de manière à vérifier la validité des premières datations radiocarbone obtenues sur le collagène de l'os (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999), nous avons effectué de nouvelles mesures AMS sur un spécimen qui avait déjà été daté par E. Nelson dans les années 80's par un laboratoire rattaché à *Simon Fraser University* (Colombie-Britannique) mais qui n'est aujourd'hui plus

en activité. Il s'agit du spécimen K8.1.13, un métatarse de cheval provenant de la Grotte I (Annexe 57), alors estimé à  $17\,440 \pm 220$   $^{14}\text{C}$  BP (RIDDL-278). Les deux nouvelles dates qui nous sont parvenues du laboratoire d'Oxford confirment la date initiale obtenue par E. Nelson :  $17\,660 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  BP (OxA-33774) et  $17\,610 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  BP (OxA-33775). Ce test nous permettrait de valider les anciennes dates obtenues par le laboratoire RIDDL, bien qu'il ne s'agisse ici que d'un seul spécimen et qu'aucun rapport publié ne décrive véritablement les méthodes de datations ou la précision des résultats obtenus par ce laboratoire.



**Figure 76 : Calibrations des nouvelles datations radiocarbones.**

Calibrations à partir du programme OxCal v4.2.4, d'après les courbes atmosphériques IntCal13 (Reimer et al. 2013). Les intervalles de confiance à 68,2 et 95,4 % sont représentés. Illustration d'après Bourgeon et al. (2017).

Par ailleurs, la mandibule de cheval (Figure 71, p. 227), datée à  $19\,650 \pm 130$   $^{14}\text{C}$  BP (OxA-33778), fut récoltée à la base du dépôt lœssique de la Grotte II, à 142 cm de profondeur (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B3F9). La datation radiocarbone semble donc concorder avec la position stratigraphique du spécimen (Figure 26, p. 78). Malheureusement, l'information concernant la position stratigraphique des autres spécimens datés n'a pu être trouvée dans les documents à

disposition mais la vaste majorité du matériel faunique provient des amoncellements osseux contenus dans les niveaux stratigraphiques inférieurs des cavités (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B2-3) (*cf.* chapitre 3.2.4, p. 79).

## 6. INTERPRÉTATIONS LOCALES – DÉCRYPTAGE D’UN PALIMPSESTE

Dans ce sixième chapitre, nous interprétons les résultats des analyses archéozoologique et taphonomique afin de mieux cibler les différents agents responsables de l’accumulation et de la modification du matériel osseux des Grottes du Poisson-Bleu. Dans un premier temps, nous intégrons des données éthologiques de manière à distinguer l’impact des différents carnivores béringiens sur le site, puis nous interprétons les témoins culturels en inférant les stratégies d’exploitation de la faune par les humains, la fonction du site et la (ou les) saison(s) d’occupation(s). Finalement, une dernière partie est consacrée à la présence d’ossements de mammouth dans les cavités, résultant d’un transport par les carnivores, d’une prédation humaine ou d’une simple collecte d’ossements.

### 6.1. La part des carnivores dans l’assemblage osseux

#### 6.1.1. Ethologie des carnivores et rongeurs béringiens

Avant de reconstruire l’histoire taphonomique des Grottes I et II, nous débutons ici avec une brève révision littéraire des observations éthologiques qui dépeignent le comportement des canidés (i.e., loups et renards), des félidés (i.e., lions et félins à dents de cimeterre), des ursidés (i.e., ours brun et ours à face courte) ainsi que des éréthizontidés (i.e., porcs-épics). Bien que les restes squelettiques de certains de ces carnivores et rongeurs n’aient pas été identifiés parmi les assemblages fauniques des Grottes du Poisson-Bleu, la possibilité que ces espèces aient tout de même affecté le matériel osseux ne peut être exclue.

##### 6.1.1.1. Canidés

#### ***Loups (Canis lupus)***

|                 | Grotte 1 | Grotte 2 |
|-----------------|----------|----------|
| <b>NRD</b>      | 27       | 10       |
| <b>NMI</b>      | 1        | 1        |
| <b>Eléments</b> | Divers   | Divers   |

Les loups sont reconnus pour occuper les abris rocheux, notamment durant la mise bas et le sevrage des petits, soit du printemps au début de l'été (Binford 1981; Mech 1974; Mech et Boitani 2003; Stiner 1994). Les mâles s'occuperont de ramener la nourriture à la tanière pendant que les femelles resteront auprès des petits. Ainsi, l'accumulation osseuse peut devenir relativement importante, avec une surreprésentation notable de restes crâniens et d'extrémités distales des membres (Binford 1981). Le loup est un chasseur opportuniste qui s'adapte à son environnement ; sa diète est variée avec une préférence toutefois pour les ongulés de grande taille. Les classes de taille des proies s'échelonnent du lièvre au bison, avec une emphase sur le caribou, le wapiti et l'orignal en Amérique du Nord (Binford 1981; Mech 1974; Mech et Boitani 2003). Les individus juvéniles ainsi que les individus âgés et vulnérables sont plus souvent victimes de la prédation par les loups (Mech 1974; Mech et Boitani 2003).

Concernant les stigmates laissés sur les os par le loup d'Amérique du Nord, les travaux majeurs de Binford (1981) et Haynes (Haynes 1980, 1983b) décrivent clairement les différentes formes de traces (*cf.* chapitre 4.4.2.2, p. 138) qui peuvent être observées sur différents éléments squelettiques d'une carcasse. Plus récemment, les observations de Burke (2013), rejoignant celles de Haynes, se sont rajoutées au référentiel taphonomique. Ainsi, les loups sont connus pour ronger les bois de cervidés encore couvert de velours et les éléments crâniens, notamment de jeunes ongulés, peuvent être presque entièrement dévorés (Binford 1981; Haynes 1980). Les os nasaux et prémaxillaires sont plus souvent endommagés. Mandibules, vertèbres ainsi que ceintures scapulaire et pelvienne, peuvent également présenter des traces de dents (*op. cit.*). Les os longs sont souvent rongés à leur extrémité proximale : humérus proximal, olécrane de l'ulna et tibia proximal (Binford 1981; Burke 2013; Haynes 1980). L'intensité des dommages créés sur le radius et le fémur peut indiquer le degré d'utilisation de la carcasse (Haynes 1980). Les radius sont en effet rarement consommés par les loups et un rongement intensif des épiphyses pourrait signaler la présence de charognards ayant également profité des restes squelettiques. Dans le cas d'une faible utilisation de la carcasse, le fémur ne sera quant à lui que dépourvu de son grand trochanter. Dans le cas d'une utilisation plus intensive, les condyles distaux seront endommagés par le rongement et la tête fémorale peut être arrachée ne laissant plus qu'un cylindre diaphysaire (Haynes 1980, 1983b). Les métapodes peuvent être fracturés dans la longueur et présenter des traces de dents sur les condyles notamment (Binford 1981; Haynes 1980). Une fois qu'une extrémité est dévorée, la diaphyse peut aisément être brisée et exhiber des traces de dents et des bords crénelés dûs au rongement par les prédateurs et les charognards pour

accéder à la moelle (Haynes 1980, 1983b, 1988). Les bords de fracture peuvent aussi être lisses en raison du rongement et du léchage répété par les loups, ainsi que d'une éventuelle abrasion au contact du sédiment (*op. cit.*).

### **Renards (*Alopex lagopus* et *Vulpes Vulpes*)**

|                 | <b>Grotte 1</b> | <b>Grotte 2</b> |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>NRD</b>      | 73              | 129             |
| <b>NMI</b>      | 4               | 10              |
| <b>Eléments</b> | Divers          | Divers          |

Les grottes et abris sous-roche sont aussi couramment fréquentés par les renards durant le printemps lors de la mise-bas et l'élevage des petits (Binford 1981; Castel et al. 2011; Stiner 1994). Un fort pourcentage de restes attribuables à ces canidés au sein de l'assemblage faunique mais surtout une forte représentation de renardeaux et d'individus âgés est indicatif de l'utilisation du site comme tanière (Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008). Le spectre faunique est généralement très diversifié, avec une dominance vers la microfaune et la mésofaune ; rongeurs, lagomorphes et oiseaux constituent les proies principales chassées par les renards, tandis que la macrofaune est minoritaire et acquise par charognage (Castel et al. 2011; Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008; Mondini 1995). Les renards ne nettoient jamais leur lieu de vie et contribuent ainsi à l'accumulation d'ossements dans le refuge (Castel et al. 2011; Krajcarz et Krajcarz 2012). Alors que les petites carcasses (e.g., rongeurs, lagomorphes) peuvent être ramenées entières sur le site, celles de plus grande taille (e.g., ovicaprinés) sont ramenées par portions squelettiques : ainsi, les parties distales des membres, et parfois même les crânes, sont souvent surreprésentées dans le spectre anatomique (Castel et al. 2011; Escalera et Iriarte 2000; Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008; Mondini 1995).

Les stigmates créés sur les os par les renards se rapportent à ceux décrits par Binford sur les assemblages créés par les loups. Ainsi, enfoncements, perforations, sillons, encoches et bords crénelés ont pu être observés sur des assemblages osseux modernes (Castel et al. 2011; Escalera et Iriarte 2000; Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008). Les dommages peuvent être présents sur toutes les parties squelettiques mais restent plutôt modérés ; les os sont généralement laissés entiers et le taux de détermination est relativement élevé (Castel et al. 2011; Krajcarz et Krajcarz 2012). Malgré la petite taille des renards, il a cependant été observé que les canines d'individus adultes



peuvent causer des dommages de dimensions similaires à ceux créés par de plus grands prédateurs (Krajcarz et Krajcarz 2012). Le rongement est plus présent sur les ossements de proie de grande taille et s’observe principalement au niveau des épiphyses d’os longs et sur les bords fracturés (Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008). Les renards peuvent également digérer des os de proies de petite taille, engendrant ainsi des fragments osseux digérés ne dépassant pas plus de 2 cm de longueur (Castel et al. 2011; Mallye et al. 2008). Par ailleurs, un comportement charognard et/ou de cannibalisme intra-spécifique peut expliquer la présence de traces de dents sur les os de renards (Mallye et al. 2008).

#### 6.1.1.2. Félidés

##### ***Lions des steppes (Panthera leo atrox)***

|                 | <b>Grotte 1</b> | <b>Grotte 2</b>         |
|-----------------|-----------------|-------------------------|
| <b>NRD</b>      | 2               | 1                       |
| <b>NMI</b>      | 1               | 1                       |
| <b>Éléments</b> | Mandibule + M1  | 3 <sup>e</sup> phalange |

Parmi les grands carnivores d’Amérique du Nord, le lion américain (*P. leo atrox*) s’imposa sur le continent jusqu’à la fin du Pléistocène. En Alaska et au Yukon, il persista jusque vers 13 300 cal BP ; son extinction coïncide avec l’amélioration climatique annonçant le début de l’Holocène, qui aurait pu entraîner une réduction du nombre de proies (Barnett et al. 2009; Stuart et Lister 2011). Les lions ne sont pas connus pour habiter les grottes. Selon Diedrich (2011), le lion des cavernes d’Europe et d’Asie (*P. leo spelaea*) se serait spécialisé dans la chasse aux ours durant la période hivernale ; la présence de restes attribués à cette espèce dans des cavités a ainsi été interprétée comme le résultat d’un conflit entre lions et autres grands carnivores (e.g., ours, hyénidés). Selon Fox-Dobbs et al. (2008), le lion béringien aurait néanmoins consommé tout type de proies (e.g., cheval, bison, caribou). Un nombre important de charognards en milieu ouvert peut contraindre les lions à consommer rapidement une carcasse et à l’abandonner, tandis qu’ils s’attarderont plus longtemps auprès de la carcasse dans un milieu forestier ou dans un espace protégé à l’abri des autres carnivores (Domínguez-Rodrigo 1999). Les travaux de Brain (1981) ont d’ailleurs montré que les léopards d’Afrique peuvent transporter des carcasses d’ongulés sur plusieurs centaines de mètres pour les consommer parfois en haut d’un arbre, parfois dans des endroits reclus tels que des grottes,

participant ainsi à l'accumulation d'ossements. Si les Grottes du Poisson-Bleu n'ont pas servi de tanières aux lions du Pléistocène, elles auraient alors pu servir d'abris pour la consommation des proies. Guthrie (1990:100-107) suggère que les lions de la Béringie orientale devaient avoir un comportement similaire à celui des lions modernes africains (*Panthera leo*) et devaient être, avec l'ours géant (*Arctodus simus*) un des plus grands chasseurs de bison de la fin du Pléistocène. Selon l'auteur, ces lions des steppes devaient également être plus solitaires que les lions modernes, chassant par groupe de deux ou trois des bisons adultes isolés du troupeau (Guthrie 1990). Les lions peuvent en effet s'attaquer à des proies de grandes tailles dont les proboscidiens, et notamment les jeunes individus isolés ou les adultes âgés ou affaiblis (Joubert 2006; Loveridge et al. 2006).

En ce qui concerne les modifications osseuses, les lions du Pléistocène ne devaient pas infliger de lourds dommages sur des restes squelettiques de grands ongulés à moins que les proies soient rares ou difficiles à tuer (Haynes 1983b). N'intéressés que par la chair, les lions ne génèrent pas de dommages significatifs sur les diaphyses d'os longs et ne les fractureront pas pour en extraire la moelle comme le font très souvent les canidés et hyénidés (Domínguez-Rodrigo 1999). Des marques de dents peuvent par contre être observées sur les épiphyses, généralement proximales, des os longs (Burke 2013; Domínguez-Rodrigo 1999; Haynes 1983b). Les éléments crâniens et ceux de l'autopode, parties du squelette les moins charnues, sont très souvent laissés intacts (Domínguez-Rodrigo 1999; Guthrie 1990). Les côtes sont les éléments les plus endommagés durant l'éviscération et les vertèbres thoraciques et lombaires peuvent également être très affectées. Les marques peuvent être larges et profondes dues à la taille des carnassières, mais toutefois moins nombreuses sur l'os que celles produites par les loups (Haynes 1983b). En comparaison avec un autre félinidé d'Amérique du Nord, le puma (*Felis concolor*) est un chasseur solitaire dont la diète est constituée à 70 % d'ongulés chez les populations modernes (Stiner et al. 2012). Tout comme pour le lion africain, la fragmentation d'un assemblage osseux reste limitée après le passage d'un puma et les mêmes portions d'os longs sont affectées, à savoir l'épiphyse proximale de l'humérus, l'olécrane de l'una, le proximal du fémur ainsi que la jointure fémur distal / tibia proximal (Burke 2013; Domínguez-Rodrigo 1999; Stiner et al. 2012). Vertèbres et côtes sont également fortement endommagées. Stiner et al. (2012) concluent sur une apparente similarité entre la séquence de consommation et les dommages osseux créés par les lions des montagnes et les lions africains.

### **Félinés à dents de cimenterre (*Homotherium serum*)**

|                 | Grotte 1 | Grotte 2 |
|-----------------|----------|----------|
| <b>NRD</b>      | 0        | 0        |
| <b>NMI</b>      | 0        | 0        |
| <b>Éléments</b> | Aucun    | Aucun    |

Dans la liste des prédateurs ayant potentiellement affecté le matériel osseux des Grottes du Poisson-Bleu, un autre félin, aujourd'hui éteint, mérite d'être mentionné ici. *Homotherium serum* est un félin à dents de cimenterre, phylogénétiquement proche du plus connu tigre à dents de sabre (*Smilodon fatalis*), mais néanmoins membre unique de la sous-famille des Machairodontinae à avoir vécu sur les terres de la Béringie orientale. Récemment, les données radiocarbones et isotopiques sur des fossiles d'*Homotherium serum* retrouvés à Fairbanks indiquent que ce félinid se serait éteint en Alaska autour de 36 000 <sup>14</sup>C BP (Fox-Dobbs et al. 2008) suggérant ainsi que cette espèce ne pourrait être responsable ni de l'accumulation ni de la modification de l'assemblage osseux présentement à l'étude. Toutefois, la rareté des fossiles et des datations ne permet pas de savoir s'il s'agit d'une extinction locale ou régionale. Au Yukon, de très rares spécimens ont été identifiés dans les régions de Dawson et du bassin d'Old Crow et sont présumés dater du Wisconsin moyen à récent (50-11 ka cal BP) (Harrington 2003, 2011). Compte tenu de l'incertitude de la distribution chronologique de *H. serum* en Béringie orientale, il est donc nécessaire de mentionner brièvement quelques particularités éthologiques importantes de cette espèce vis-à-vis d'un assemblage osseux. Un des sites majeurs pour appréhender les stratégies alimentaires de *H. serum* est la Grotte Friesenhahn, au Texas, qui renferme une importante collection osseuse appartenant à cette espèce (Marean et Ehrhardt 1995). Le site fut interprété comme une tanière dans laquelle le félinid venait s'abriter pour se nourrir et mettre-bas. En l'absence de données actualistes due à l'extinction globale des félinid à dents de cimenterre, les informations qui suivent ne sont que spéculatives.

L'assemblage faunique de la Grotte Friesenhahn se compose majoritairement de restes osseux appartenant à *H. serum* ainsi qu'au mammoth de Colomb (*Mammuthus columbi*), parmi quelques rares spécimens d'autres carnivores et ongulés. Les représentations taxonomiques et les profils de mortalité laissent penser que ce félin à dents de cimenterre était un prédateur hautement spécialisé dans la chasse aux mammoths juvéniles et qu'il transportait ses proies jusque dans la grotte (Marean et Ehrhardt 1995). Les auteurs de cette étude taphonomique précisent également que

*H. serum* désarticulait les carcasses sur place et ne transportait que les parties riches en viande (i.e., humérus, fémur, tibia) jusqu'à des aires de consommation relativement sécurisées (Marean et Ehrhardt 1995) ; une pratique également observée chez les grands félidés modernes (Brain 1981; Domínguez-Rodrigo 1999). De plus, les traces de dents sur les os sont aussi fréquentes que ce qui a été observé sur les assemblages osseux laissés par les léopards (Brain 1981) et les dommages causés s'observent principalement au niveau des épiphyses. Par contre, les diaphyses d'os longs étant peu attractives pour les félidés, les marques de dents ne pénètrent que très rarement la surface de l'os cortical et n'entraînent pas de fracture osseuse (Marean et Ehrhardt 1995). Si *H. serum* semble s'être spécialisé dans les jeunes mammoths sur le site texan, Fox-Dobbs et al. (2008) suggèrent une diète tout à fait différente pour ce félidé en Alaska : en effet, les études isotopiques révèlent une alimentation plutôt généraliste, éventuellement spécialisée dans le cheval et le bison. L'étude suppose également que la compétition intra-spécifique (avec le lion et l'ours à face courte) et le déclin des populations d'ongulés auraient mené *H. serum* à l'extinction en Béringie orientale.

#### 6.1.1.3. Ursidés

##### ***Ours brun (Ursus arctos) et ours noir (Ursus americanus)***

|                 | Grotte 1 | Grotte 2                           |
|-----------------|----------|------------------------------------|
| <b>NRD</b>      | 0        | 14                                 |
| <b>NMI</b>      | 0        | 1 ou 2                             |
| <b>Éléments</b> | Aucun    | Dents isolées ( <i>U. arctos</i> ) |

Les ours se retirent très souvent dans les grottes pour hiberner. Celles-ci sont donc occupées par les ursidés principalement durant les saisons hivernales, soit entre Décembre et Mars (Stiner 1994). Vulnérables durant l'hibernation, ils ne constituent généralement pas un facteur d'accumulation et tendent plutôt à éviter de ramener des ossements dans les tanières pour garder l'espace sans odeur attractive pour les prédateurs. Un repaire d'ours régulièrement utilisé sera caractérisé par une abondance d'éléments anatomiques propres à l'espèce dans l'assemblage faunique et notamment une abondance de jeunes individus (Fosse et al. 2002). Les mortalités naturelles durant l'hibernation impliquent de retrouver toutes les parties anatomiques au sein de l'assemblage faunique. Ces mortalités *in situ* sont généralement le résultat de malnutrition, de maladie ou de sénescence et sont représentées par des individus jeunes et âgés (Stiner 2002b). La présence d'ossements d'ours peut

aussi s'expliquer par une prédation intra- ou interspécifique, comme une attaque par un autre ours, par les loups (Stiner 2002b), les lions des steppes (Diedrich 2011) ou même les humains (Sattler 1997). Les restes osseux d'ursidés dans les grottes peuvent alors présenter des traces de prédation ou de charognage et peuvent se retrouver dispersés, voire éliminés du site si d'autres ursidés sont venus réoccuper le repaire et modifier la zone de repos en se débarrassant des déchets osseux (Stiner 2002b). L'activité des ursidés, de par l'aménagement de leur espace de repos, les creusements et le piétinement, peut entraîner des déplacements de restes squelettiques en surface ou enfouis dans le sol et ainsi mener à leur altération par le charriage à sec, voire à leur fragmentation. Le nombre d'esquilles de petite taille peut alors devenir très abondant (Fosse et al. 2002). L'utilisation récurrente des cavités peut également mener à la disparition des éléments osseux, en raison de l'intensité des perturbations post-dépositionnelles, et ne laisser plus que des dents isolées (Fosse et al. 2002).

Outre les déplacements et la fragmentation des éléments anatomiques, les ours peuvent représenter un agent de modification non négligeable des restes squelettiques transportés par d'autres prédateurs. Généralement omnivores, ils peuvent aussi consommer de la viande qui représente une source potentielle de protéine (Saladié et al. 2013a). Le charognage est souvent pratiqué au printemps lorsque les plantes et baies n'ont pas encore poussées, mais peut aussi être pratiqué à l'automne si les ressources nutritives ont manqué durant l'année. La chasse n'est que rarement pratiquée et dépend notamment de la disponibilité des ressources alimentaires. Si les ours ne s'en tiennent généralement qu'à la viande, la peau, les viscères ou le cartilage, les périodes de stress alimentaire peuvent les mener à s'attaquer à l'os pour en extraire la graisse (Haynes 1980, 1983b; Saladié et al. 2013a). Les dommages créés par les dents d'ours peuvent être similaires à ceux d'autres grands carnivores – incluant des écrasements, des dépressions et rainures ou même des arrachements osseux et des bords crénelés et émoussés par léchage (Burke 2013; Haynes 1983b; Saladié et al. 2013a); ils peuvent s'avérer important sur des os fragiles, immatures ou de petits ongulés (i.e., porc, mouton) (Saladié et al. 2013a). Si l'année a été pauvre en ressources nutritives, les ours peuvent également causer des fractures d'os longs et consommer entièrement des épiphyses de petits ongulés (i.e., porc, mouton). En revanche, pour des os d'ongulés de plus grande taille (i.e., boeuf), les ours ne devraient laisser que des dommages relativement faibles (Saladié et al. 2013a). Ils pourraient, néanmoins, fracturer des os longs de bison adulte si l'os a déjà été fragilisé lors du rongement d'une épiphyse par un autre prédateur (Haynes 1980, 1983a, b). A ce sujet, Haynes (1983a:108) décrit dans ses travaux :

« After wolves have abandoned the remains and bears have scavenged them, long bones may have been broken into three to eight fragments each, each greater than 5 cm long, with only one or a few exhibiting tooth markings. »

#### **Ours à face courte (*Arctodus simus*)**

|                 | <b>Grotte 1</b> | <b>Grotte 2</b> |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>NRD</b>      | 0               | 0               |
| <b>NMI</b>      | 0               | 0               |
| <b>Éléments</b> | Aucun           | Aucun           |

Espèce aujourd'hui éteinte, l'ours à face courte (*Arctodus simus*) occupait également les terres béringiennes jusqu'à il y a quelques 20 000 ans (Barnes et al. 2002; Schubert 2010). Hautement carnivore et charognard (Matheus 2003; Sorkin 2006), il pourrait être responsable de dommages importants sur un assemblage osseux. Cet ours géant devait être capable de fracturer des os longs de grands ongulés sans trop de difficulté. Haynes (1983b) suppose que des os aussi épais que ceux de mammoth et ayant déjà subis un rongement antérieur des épiphyses pourraient aussi avoir été fracturés par un *Arctodus* affamé en période de stress alimentaire. L'hypothèse reste cependant non approuvée et difficilement vérifiable. Par ailleurs, tout comme les ours noirs et les ours bruns, il semblerait que les femelles *Arctodus* utilisaient les grottes comme tanière (Schubert et Kaufmann 2003). Si cette espèce ursine pourrait être responsable des accumulations osseuses dans les grottes (Guthrie 1988), l'hypothèse n'est toutefois pas confirmée et peu d'informations dévoilent les stratégies alimentaires de cette espèce.

#### 6.1.1.4. Eréthizontidés

|                 | <b>Grotte 1</b> | <b>Grotte 2</b> |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>NRD</b>      | 0               | 0               |
| <b>NMI</b>      | 0               | 0               |
| <b>Éléments</b> | Aucun           | Aucun           |

Le porc-épic d'Amérique du Nord (*Erethizon dorsatum*) est un rongeur ayant la particularité bien connue d'amasser et de ronger des ossements sur son lieu d'habitation. Il peut ainsi occuper des terriers, des abris sous-roche ou des grottes et y accumuler divers restes squelettiques en quantité parfois non négligeable (Brain 1981), qu'ils soient sec ou encore frais (Rabinovitch et Horwitz 1994).

En raison de leur petite taille, les porcs-épics sont incapables de transporter des os trop lourds ou trop grands : ils peuvent déplacer des éléments pesant jusqu'à 750 g et de longueur généralement comprise entre 3 et 15 cm (Brain 1981). N'affichant aucune préférence à l'espèce ou au type d'os, les porcs-épics amassent n'importe quel élément squelettique de taille raisonnable (Rabinovitch et Horwitz 1994). S'ils ne sont donc pas responsables de l'accumulation d'ossements de grands mammifères, il semble toutefois qu'ils aient une préférence à ronger les os de grande taille (Brain 1981).

Les porcs-épics laissent des traces très distinctes à la surface des os, témoins de leur action sur l'assemblage faunique. Les traces observées couramment sur les protubérances et les crêtes osseuses s'apparentent à des sillons plats et peu profonds, parcourus de stries parallèles caractéristiques des incisives de rongeurs (Maguire et al. 1980; Rabinovitch et Horwitz 1994). De petites « fenêtres » peuvent parfois être créées sur les diaphyses osseuses à force de rongement et des « ronds de serviette » peuvent s'observer sur le pourtour de la diaphyse. Les traces de rongement de porc-épic ne peuvent être confondues avec les dépressions, perforations et rainures causées par les dents de carnivores (*op. cit.*). En outre, l'action des porcs-épics n'entraîne ni fracture diaphysaire, ni éclat osseux (Maguire et al. 1980).

### 6.1.2. Les Grottes du Poisson-Bleu : des occupations mixtes

C'est à la lumière des observations éthologiques qui viennent d'être évoquées que nous pouvons dès à présent évaluer la part des carnivores dans les assemblages osseux des Grottes I et II. Nos résultats d'analyses sont ici interprétés selon différents critères tirés d'études actualistes et archéologiques (Bourdillat 2008; Brugal et Fosse 2004; Cruz-Uribe 1991; Fosse 1996; Pickering 2002; Stiner 1994).

**Composition faunique :**

Critère 1 : Fréquence relative des carnivores

Critère 2 : Profils de mortalité des carnivores

Critère 3 : Diversité spécifique des ongulés et taille des proies

Critère 4 : Profils de mortalité des proies et sex-ratio

**Représentations squelettiques :**

Critère 5 : Taux de détermination des ossements

Critère 6 : Fréquence des éléments squelettiques

Critère 7 : Fréquence des portions d'os longs

Critère 8 : Os complets, cylindres diaphysaires et esquilles osseuses

Critère 9 : Etat de fractures

Critère 10 : Rapport crânien / postcrânien

Critère 11 : Rapport petits os compacts / postcrânien

**Taphonomie :**

Critère 12 : Présence d'os rongés et digérés

Critère 13 : Présence de coprolithes

Critère 14 : Effets dépositionnels (bioturbation, piétinement)

➤ ***Critère 1 : Fréquence relative des carnivores***

Différents carnivores sont présents dans les Grottes du Poisson-Bleu durant le Pléistocène, notamment le lion, le loup, l'ours, le renard polaire et le renard roux, ce qui corrobore les déterminations taxonomiques précédemment établies (Tableau IV, p. 80) (Harington 2011; Harington



et Cinq-Mars 2008). En revanche, la présence du puma (*Felis concolor*) n'est pas certifiée ; bien que celle-ci ait été suscitée dans la Grotte III par Youngman (1993), aucun spécimen appartenant à cette espèce n'a été identifié au sein des assemblages osseux des Grottes I et II. En fait, une seule phalange, récoltée dans la Grotte III et sacrifiée pour datation ( $18\ 970 \pm 1490$   $^{14}\text{C}$  BP, TO-1266), ainsi qu'un fragment d'humérus collecté en Alaska ne sont que deux rares spécimens attribués au puma dans ses régions béringiennes (Youngman 1993) ; l'espèce est toutefois mieux connue sous la latitude 60° N (Pierce et Bleich 2003). Finalement, nos pourcentages de NMI relevés pour les carnivores des Grottes I et II s'élèvent respectivement à 10,3 % et 27,5 % mais tombent à 3,7 % et 9,8 % lorsqu'on y exclut les canidés de petites tailles (i.e., renards) (cf. chapitre 5.2.1, p. 158). La présence des carnivores est donc plutôt faible.

Une accumulation d'origine animale devrait être indiquée par un taux plus élevé de carnivores ; il est par exemple de plus de 20 % du NMI total dans les repaires d'hyènes (Cruz-Uribe 1991; Klein et Cruz-Uribe 1984; Pickering 2002). Sur un site d'origine anthropique, en revanche, nous devrions nous attendre à un pourcentage de carnivores relativement faible, ne dépassant pas 10 à 13 % du NMI total d'après Klein et Cruz-Uribe (1984:82-84). Nos taux dans les Grottes du Poisson-Bleu sont d'ailleurs bien en dessous du seuil proposé par ces auteurs. Ce seuil a cependant été remis en question par certains chercheurs ayant observé une variabilité de la fréquence des carnivores au sein des assemblages osseux, dépendant notamment de la durée d'occupation des cavités et du contexte environnemental (Kuhn et al. 2010). Le pourcentage de prédateurs peut donc être relativement faible sans pour autant exclure l'hypothèse d'une utilisation des grottes comme tanière pour les carnivores. Outre la fréquence de ces taxons au sein d'un assemblage osseux, les classes d'âge pourront nous fournir de plus amples informations sur la fréquentation des grottes par les carnivores, et les observations taphonomiques permettront de dévoiler l'impact de ses occupants sur le matériel squelettique.

#### ➤ **Critère 2 : Profils de mortalité des carnivores**

La présence de restes d'individus immatures parmi les restes de carnivores compte parmi les points les plus convaincants pour appuyer l'idée que les cavités aient constitué un refuge pour les carnivores (Cruz-Uribe 1991; Kuhn et al. 2010; Pickering 2002; Stiner 1994). De nos assemblages squelettiques, seules des dents isolées récoltées dans la Grotte II ont été attribuées à l'ours, possiblement à un jeune adulte et à un individu plus âgé (Tableau XX, p. 178). Leurs présences suggèrent que les ours

auraient séjourné dans la Grotte II et y seraient morts soit de cause naturelle (maladie, sénescence ou malnutrition), soit de prédation intra ou interspécifique durant la période hivernale (Diedrich 2011; Fosse et al. 2002; Stiner 2002b), prédation impliquant également l'humain dans la chasse aux ours en hibernation (Sattler 1997). L'absence d'éléments anatomiques additionnels ne permet cependant pas d'en juger. Les restes dentaires, plus résistants que l'os aux processus post-dépositionnels, constituent les seuls survivants de l'histoire taphonomique de l'assemblage ursin. Malgré la rareté des vestiges attribués aux ursidés, il est possible que les Grottes I et II aient été occupées de façon régulière pendant les périodes hivernales, notamment par des ours bruns voire, également, par des ours à face courte (Schubert et Kaufmann 2003). Une utilisation récurrente des cavités peut alors entraîner des bioturbations majeures (e.g., déplacements et fragmentation des vestiges osseux), ne laissant paraître plus que des dents isolées et des esquilles osseuses (Fosse et al. 2002).

Deux autres éléments squelettiques ont quant à eux été attribués au lion : un fragment de mandibule dans la Grotte I et une phalange distale dans la Grotte II (Tableau XXI, p. 178). Leur présence peut s'expliquer en partie par une attaque avec d'autres carnivores ; Diedrich (2011) signale qu'un conflit entre un lion tentant de chasser un ours adulte dans une cavité pourrait entraîner la mort du félidé. Un transport des éléments squelettiques dans les grottes par des charognards est tout aussi possible. Toutefois, le fragment mandibulaire que nous avons attribué à un lionceau de 4 à 8 mois laisse suggérer que la Grotte I ait pu être occupée comme tanière par ces lions des steppes. L'hypothèse est difficile à confirmer n'ayant en main qu'un spécimen isolé.

Un louveteau âgé de moins d'un an a également été identifié dans la Grotte I (Tableau XXII, p. 179). L'utilisation des cavités par les loups est mieux reconnue (Binford 1981; Mech 1974; Mech et Boitani 2003) et il est donc possible que cette cavité ait été utilisée alternativement comme tanière par différents canidés au printemps et jusqu'au début de l'été (Stiner 1994). Dans la Grotte II, seul un loup âgé de 3 à 6 ans a pu être identifié (Tableau XXII, p. 179). L'absence de restes de jeunes loups (ou jeunes lions) n'exclut pas l'hypothèse du refuge pour cette cavité. La seule présence de restes squelettiques d'individus adultes peut par contre indiquer une confrontation entre carnivores ou bien refléter une conservation différentielle des vestiges osseux à la défaveur des éléments squelettiques plus fragiles des juvéniles (Brugal et Fosse 2004; Cruz-Uribe 1991). Par ailleurs, la présence en plus forte proportion de restes de petits canidés attribués à des individus juvéniles et âgés de renard roux

et de renard polaire dans les deux cavités indique que celles-ci devaient probablement être utilisées comme lieu de mise-bas et de nurserie (Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008).

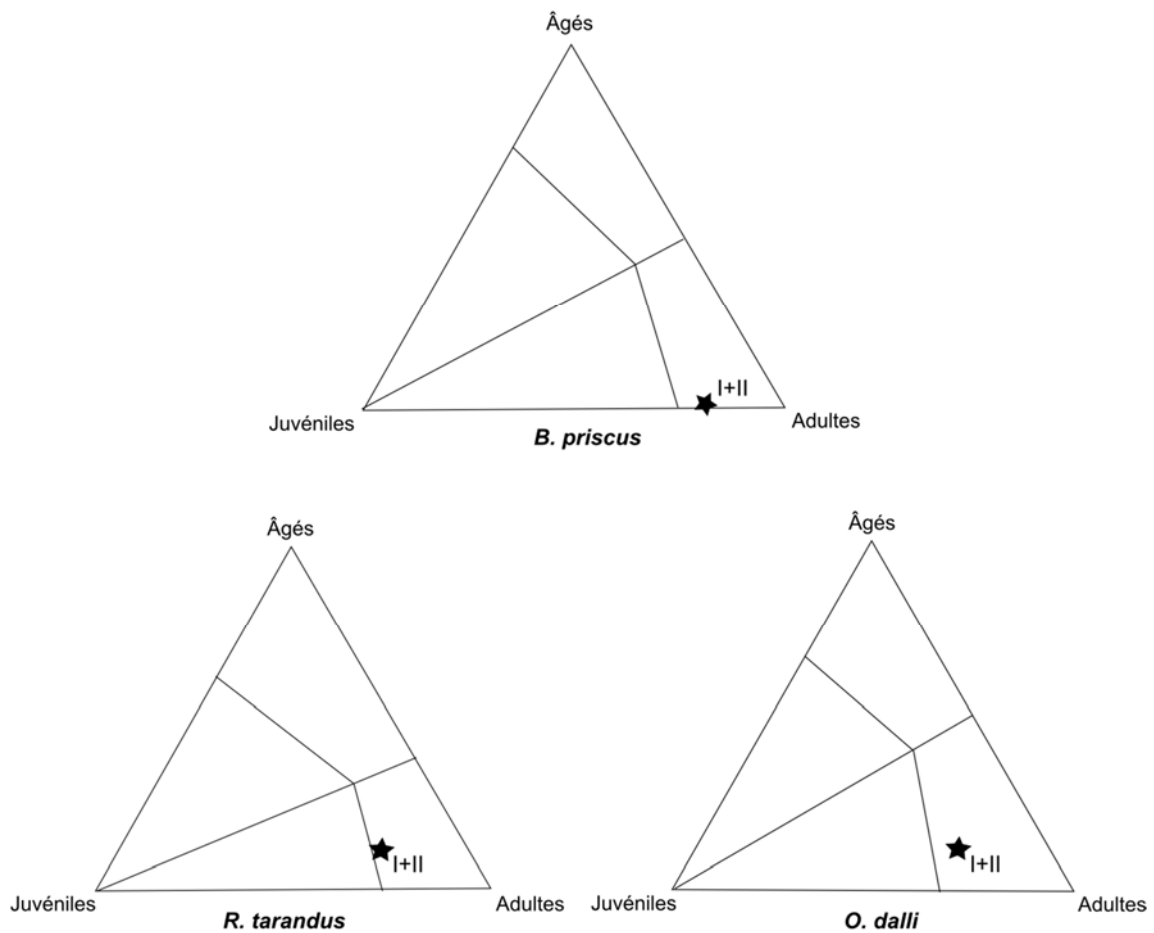
➤ ***Critère 3 : Diversité spécifique des ongulés et taille des proies***

Nos assemblages osseux présentent une liste taxonomique variée typique de la Steppe à Mammouth du Pléistocène (Guthrie 1990), avec un total de neuf espèces d'ongulé de moyenne et grande taille, dominées notamment par le cheval, le caribou et le bison (Tableau XI, Tableau XII, Figure 41 et Figure 42, p. 160 à 164). L'accumulation d'une faune si diversifiée pourrait refléter une prédation non sélective orientée vers des proies de taille moyenne à grande. Les grands canidés, tels que le loup, ont une diète particulièrement variée tournée vers les espèces de toutes tailles ; en Amérique du Nord, les loups chassent notamment le caribou et le wapiti mais peuvent également s'attaquer au bison ou à l'original (Binford 1981; Fox-Dobbs et al. 2008; Mech 1974; Mech et Boitani 2003). En outre, les félidés peuvent chasser des espèces de la taille du bison et de l'éléphant (Fox-Dobbs et al. 2008; Guthrie 1990; Joubert 2006; Loveridge et al. 2006) et il est donc possible que les éléments squelettiques de mammouth présents dans les Grottes du Poisson-Bleu aient été ramenés par les lions ; les stades d'épiphysation et la taille relative des ossements indiquent d'ailleurs la présence de jeunes mammouths sur le site. Les ours bruns, en revanche, ne sont pas reconnus pour transporter des ossements dans les cavités mais la question reste ouverte en ce qui concerne l'ours à face courte (Guthrie 1988). Finalement, les humains ont incontestablement contribué à l'accumulation des restes squelettiques ; les profils de mortalité et les stigmates anthropiques devraient pouvoir nous indiquer si cette accumulation résulte d'une chasse sélective ou généraliste (cf. chapitre 6.2, p. 270).

➤ ***Critère 4 : Profils de mortalité des proies et sex-ratio***

Les déterminations de l'âge et du sexe des ongulés ont été fortement contraintes par le taux de fragmentation conduisant à un échantillon trop faible pour offrir des interprétations concluantes (cf. chapitre 5.2.2, p. 166). Les travaux de Burke et Cinq-Mars (1996, 1998) sur les restes dentaires ont fourni les informations les plus intéressantes et nous permettent de discuter des profils de mortalité et de sex-ratio du cheval. En revanche, la médiocrité de la taille de nos échantillons pour les autres espèces se prête difficilement à de telles interprétations, et ce, malgré la simplification des classes d'âge en trois catégories (i.e., juvéniles, adultes, âgés). Pour ce qui est du caribou, du mouflon et du bison, nous proposons donc de combiner le nombre d'individus des Grottes I et II de manière à

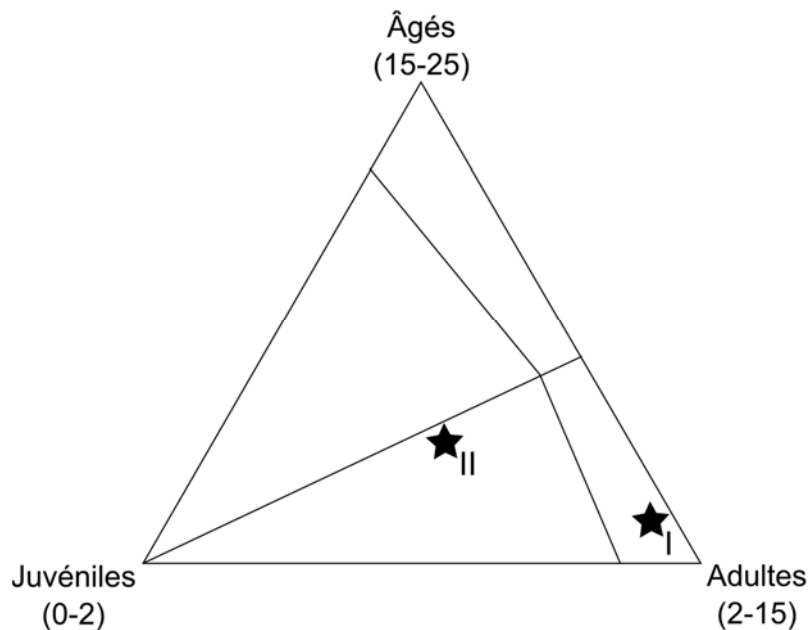
obtenir un échantillon de taille plus conséquente (Figure 77). Néanmoins, le nombre d'individus reste largement en-dessous du seuil suggéré par de nombreux auteurs (Discamps et Costamagno 2015; Klein et Cruz-Urbe 1984; Lyman 1987b; Stiner 1998). Les interprétations qui suivent sont donc à retenir avec une extrême précaution : les assemblages pour ces trois espèces, réunissant les individus des deux cavités, se regroupent tous dans la zone « P » (*Prime*) (Figure 32, p. 104) et proposeraient ainsi une surreprésentation des individus dans la force de l'âge.



**Figure 77 : Profils de mortalité dessinés pour le caribou (NMI = 9), le mouflon (NMI = 9) et le bison (NMI = 11), Grottes I et II confondues.**

Diagrammes ternaires établis d'après Discamps et Costamagno (2015).

Les courbes de mortalité du cheval, obtenues à partir du cément dentaire, fournissent des résultats nettement plus convaincants (Burke et Cinq-Mars 1998). Avec 25 individus comptabilisés dans la Grotte I, l'échantillon respecte les conditions établies par Klein et Cruz-Urbe (1984) et Lyman (1987). Celui de la Grotte II, avec seulement 13 individus, est plus faible mais reste au-dessus du seuil proposé par Stiner (1998). Les histogrammes, établis par Burke et Cinq-Mars (1998), sont ici repris sous forme de diagramme ternaire (Figure 78), selon les données de Discamps et Costamagno (2015). De ces deux types de représentation graphique découlent les mêmes interprétations : la Grotte I illustre clairement une dominance des individus dans la force de l'âge, tandis que l'échantillon de la Grotte II tombe dans la catégorie « JPO » (*Juveniles-Prime-Old*), qui inclut les courbes en « L » mais aussi les courbes en « U » (Figure 32, p. 104) (Discamps et Costamagno 2015), et évoque plutôt, d'après Burke et Cinq-Mars (1998), un modèle attritionnel.



**Figure 78 : Profils de mortalité du cheval pour les Grottes I (NMI = 25) et II (NMI = 13).**

Représentation sous forme de diagramme ternaire d'après Discamps et Costamagno (2015) et obtenue à partir des histogrammes de Burke et Cinq-Mars (1998).

Dans le cas du cheval de la Grotte II, le modèle attritionnel (en U) suppose des stratégies de prédation tournées vers les individus les plus vulnérables, c'est-à-dire les plus jeunes et les plus âgés. Au

contraire, les individus dans la force de l'âge sont plus difficiles à atteindre (Klein et Cruz-Urbe 1984). Les prédateurs sociaux pouvant traquer leurs proies sur de longues distances (i.e., *social cursorial predators*), comme c'est le cas du loup, sont souvent impliqués et peuvent participer au transport de parties squelettiques jusqu'à la tanière (Mech 1974; Mech et Boitani 2003; Stiner 1994). Les individus jeunes et âgés sont également plus enclins aux maladies, aux accidents ou à la malnutrition. Dans ce cas, un modèle attritionnel peut aussi manifester la pratique de charognage d'animaux morts de causes naturelles (Klein et Cruz-Urbe 1984; Stiner 1991). Ici, le loup mais également les humains peuvent être impliqués (Cruz-Urbe 1991). Burke et Cinq-Mars (1998:110) commentent :

*« Mortality patterns for horse in Caves II [...] reflect a random sampling of the local populations, comprising both bachelor and family herds. These caves may have operated as both a focus point of natural deaths and a focus for the activities of several different carnivore and scavenger species over a relatively long period of time. »*

En revanche, le modèle "adultes dominants" (en U inversé) indique une sélection préférentielle des proies plus profitables, dans la force de l'âge. Ce type de profil est généralement associé à des prédateurs sociaux chassant par embuscade (i.e., *social ambush predator*), c'est-à-dire les humains (Stiner 1994). Pour ce qui est des courbes obtenues pour les bovidés et cervidés, il est certain que le fort degré de fragmentation du matériel osseux et l'impact des facteurs taphonomiques laissent présager une destruction des éléments plus fragiles, c'est-à-dire des dents de juvéniles. Toutefois, ces biais pourraient être moins importants sur le matériel dentaire du cheval dans la Grotte I, plus résistant et plus facilement identifiable. Le facteur humain est donc proposé :

*« Mortality profiles and seasonal data indicate that the Cave I assemblage is not just the result of natural and accidental deaths and scavenging activities, but that predators (potentially including humans) were also actively hunting and using the cave throughout the year. »*  
(Burke et Cinq-Mars 1998:110)

Par ailleurs, le sex-ratio obtenu à partir des canines de cheval est élevé en faveur des mâles, avec un total de 15 mâles sur 18 spécimens (15/18) provenant des trois cavités (Burke et Cinq-Mars 1996). Nous n'avons pas pu comparer ces proportions avec les ossements du squelette postcrânien en raison de la détérioration trop importante des éléments pelviens. Néanmoins, nous proposons de rediscuter de l'hypothèse suggérée par les principaux auteurs, qui invoque la rétention des canines chez les femelles *E. lambei*.

En fait, les populations d'équidés de type caballin se distinguent à travers deux groupes sociaux : le groupe familial (i.e., *family group*) et le groupe des mâles célibataires (i.e., *bachelor group*) (Levine 1983). Le premier se compose généralement d'un étalon pour quelques juments et plusieurs poulains. A partir de 2 ans, les jeunes mâles quittent le groupe familial pour rejoindre les bandes de mâles célibataires. Ces troupeaux se distinguent par une majorité de mâles adultes et une absence de jeunes de moins de 2 ans. Vers 5-6 ans, certains mâles célibataires quittent le troupeau pour regagner un groupe familial tandis que d'autres perdurent dans le groupe des célibataires ou terminent leur vie en solitaire (Levine 1983). Dans la Grotte I (N = 25), une dominance d'individus adultes entre 4 et 14 ans pourrait indiquer la présence de « *bachelor groups* » et suggérerait une prédation sélective (probablement pas les humains) des mâles adultes isolés ; le sex-ratio qui a pu être décompté pour cette partie du matériel est cependant trop faible (1/1) pour confirmer cette hypothèse (Burke et Cinq-Mars 1996, 1998). Dans la Grotte II (N = 12), les adultes sont sous-représentés et la présence de jeunes (< 5 ans) et d'individus plus âgés (environ 19 ans) reflètent plutôt l'existence de « *family groups* » (*op. cit.*). Ici, le sex-ratio (3/5) n'indique pas nécessairement une prédation des mâles et il est possible que des groupes familiaux aient été en proies aux prédateurs tels que le loup. Dans la Grotte III (N = 14), en revanche, le sex-ratio reporté par les auteurs est bien plus représentatif (11/12) et illustre clairement une dominance des mâles alors que la présence de quelques poulains (< 2 ans) ne correspond pas au modèle « *bachelor groups* » (*op. cit.*). Les auteurs notent :

*« In Caves II and III yearlings are present in the death assemblage, which points to the presence of some family bands rather than only bachelor bands – weakening the case for option 1 [une succession de petits groupes de bacheliers seraient venus mourir près des grottes]. A pattern of selective predation of adult male horses at Bluefish (option 2) is unexpected, given the large number of different-sized predators active in the vicinity of the caves (Cinq-Mars 1990). Of the three options, therefore, option 3 seems a plausible explanation of the observed ratio of jaws with and without canine teeth. In which case, canine teeth would be characteristic of both males and females in E. lambei. » (Burke et Cinq-Mars 1996:89)*

L'hypothèse de la rétention des canines chez les femelles *E. lambei* ne peut toutefois être assurément validée : dans le dépôt de la Grotte III, accumulé sur une longue période de temps (environ 20 000 ans), il est possible que la majorité des individus, âgés entre 5 et 9 ans (N = 10), proviennent de mâles célibataires évoluant seuls ou en petits groupes, tandis que les quelques poulains de moins de 2 ans (N = 4), trop éloignés de leur mère, auraient pu constituer des proies faciles pour les grands prédateurs.

➤ **Critère 5 : Taux de détermination des ossements**

Le taux de détermination des assemblages osseux est plutôt modéré dans les Grottes I et II, soit 23,1 % (3995/17 306) et 12,4 % (2314/18 733) respectivement (Tableau X, p. 156). Un taux faible est souvent désigné sur les sites archéologiques où des activités d'extraction de la graisse et de la moelle ont été pratiquées. En situation de stress alimentaire, durant les périodes hivernales ou en contexte périglaciaire, ces activités impliquent une fragmentation intensive des éléments squelettiques. Au contraire, la fragmentation étant moins importante dans les repaires de carnivores, le taux de détermination y est généralement plus élevé (Bourdillat 2008; Brugal et Fosse 2004).

Cette estimation de la fragmentation dépend toutefois des techniques de collecte sur le terrain : en l'absence de tamisage, les petits restes indéterminés seront sous-évalués et le taux de détermination sera par conséquent important, dépassant parfois 50 % dans les repaires d'hyènes (Bourdillat 2008). Villa et al. (2004) observent néanmoins une grande variabilité dans le taux de détermination entre les gisements créés par les carnivores et des sites paléolithiques français (petits fragments du tamisage exclus) : ce taux peut en fait tomber à 14 % dans les repaires d'hyènes et s'apparenter à des assemblages anthropiques (Villa et al. 2004). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, où le tamisage à sec était pratiqué, si l'on supprime notre première classe de spécimens (0-19 mm) le taux de détermination monte approximativement à 40 % dans les Grottes I et II. Il reste donc relativement fort et sous-entend des activités de carnivores. La part de l'humain dans la fragmentation n'est toutefois pas exclue. L'approche taphonomique s'avère ainsi nécessaire pour distinguer les processus naturels et culturels responsables de cette fragmentation.

➤ **Critère 6 : Fréquence des éléments squelettiques**

Les profils anatomiques des ongulés indiquent très nettement une sous-représentation du squelette axial face aux os des membres et aux éléments du crâne, tant dans la Grotte I que dans la Grotte II (cf. chapitre 5.3.1, p. 182). Malgré la complexité des identifications taxonomique des vertèbres, nous avons montré que la rareté des éléments axiaux ne provient pas d'un problème de détermination différentielle (Figure 49, p. 187). De plus, l'absence de corrélation entre la fréquence des éléments anatomiques et les indices de densité minérale osseuse a permis d'exclure l'hypothèse d'une destruction différentielle des ossements par des processus post-dépositionnels (Figure 53, p. 193).



Par conséquent, la surreprésentation du squelette appendiculaire comparativement au squelette axial semble plutôt due à un transport sélectif par des agents biologiques.

Dans les Grottes du Poisson-Bleu, ce sont les os des membres qui dominent les assemblages, et notamment les extrémités distales des membres. La proportion d'éléments du crâne n'est toutefois pas négligeable (*cf.* chapitre 5.3.2, p. 187). Ces abondances relatives s'observent également au sein des assemblages osseux générés par les loups (Stiner 1994) : nos profils des Grottes I et II sont sensiblement proches de deux profils obtenus par Stiner (1994) à partir des données de Binford (1978, 1981) sur des tanières de loups en Alaska (*i.e.*, *wolf den* #1 et #3 ; Stiner 1994:396). Une abondance d'éléments crâniens et d'extrémités distales des membres de proies de taille moyenne a également été observée dans les assemblages osseux créés par les renards (Castel et al. 2011; Krajcarz et Krajcarz 2012; Mallye et al. 2008; Mondini 1995).

Néanmoins, Stiner (1994) note une certaine variabilité entre les assemblages osseux créés par différents agents qui ne permet pas de certifier l'agent propre de l'accumulation osseuse mais qui détermine plutôt la stratégie d'acquisition des carcasses. En d'autres termes, nos profils pourraient autant correspondre à une acquisition par les canidés que par les humains ayant sélectionné des parties squelettiques pour les ramener à la tanière ou au site d'habitat. En outre, l'absence de corrélation entre l'abondance relative des éléments anatomiques et les indices d'utilité nutritive n'indique pas de transport sélectif des parties squelettiques les plus nutritives. Elle suggère, en revanche, que les assemblages osseux se composent de régions anatomiques acquises en partie lors d'un accès primaire aux carcasses (offrant alors la possibilité de transporter les parties les plus nutritives vers le site de consommation, *i.e.*, membre postérieur) mais également lors d'un accès secondaire par des charognards livrés à des restes moins nutritifs (*i.e.*, crâne, extrémités distales des membres). Pour des proies de taille relativement petite, il est aussi possible que l'ensemble de la carcasse ait été transporté vers les cavités.

➤ ***Critère 7 : Fréquence des portions d'os longs***

Les schémas d'altération et les analyses de fréquence relative des portions d'os longs semblent accuser principalement les carnivores. D'une part, nous avons montré que les épiphyses proximales sont souvent absentes dans nos assemblages et que la proportion de traces de dents de carnivores est relativement élevée sur les extrémités diaphysaires (*cf.* chapitre 5.4.2.3, p. 200). Les études de

Haynes montrent à ce propos que les humérus proximaux et les tibias proximaux de proies de moyennes et grandes tailles sont très souvent détruits lors du rongement par les loups (Haynes 1980, 1983b). Les mêmes observations ont été faites sur des carcasses abandonnées par des félidés, bien que les dommages soient généralement plus rares et moins intenses (Brain 1981; Domínguez-Rodrigo 1999; Haynes 1983b; Stiner et al. 2012). Ces caractéristiques s'observent dans les Grottes du Poisson-Bleu au travers des ossements d'ongulés comme le cheval et le bison (Figure 60, p. 202). Les loups, mais également à moindre mesure les lions et peut-être même les ours en situation de stress alimentaire (Haynes 1980, 1983b; Saladié et al. 2013a), peuvent donc être responsables de la destruction de ces portions osseuses.

D'autre part, nos résultats montrent une abondance plus particulière des extrémités distales du tibia (*cf.* chapitre 5.4.2.3, p. 200). Selon Haynes (1980), ces portions osseuses, placées en fin de séquence de consommation, ne seront affectées par les carnivores que si la compétition est grande et que la nourriture manque, ce qui ne semble pas être le cas sur notre site d'étude. En outre, les analyses statistiques ont révélé une corrélation positive et significative entre la fréquence relative des épiphyses d'os longs et les indices de densité osseuse (Figure 61, p. 203), ce qui reflète une sélection préférentielle des carnivores vers les portions les plus riches en graisse (et par conséquent les moins denses). Ces observations prétendent ainsi à une absence de compétition intra et interspécifique et suggèrent un impact plutôt modéré des carnivores sur la conservation de l'assemblage osseux (Faith et Behrensmeyer 2006; Faith et al. 2007; Haynes 1980).

Par ailleurs, les ratios épiphyses/diaphyses pour les ongulés de taille 3 et 4 sont relativement faibles dans les deux cavités (*cf.* chapitre 5.4.2.4, p. 204). Compris entre 0,06 et 0,17, ils se distinguent des assemblages uniquement créés par les humains (0,33) et se rapprochent en revanche des ratios obtenus pour les assemblages créés uniquement par les carnivores (0,03) ainsi que de ceux de type « humains puis charognards » (0,12) (Blumenshine 1988). Ils avoisinent également le ratio obtenu sur l'assemblage osseux de la Grotte Lime Hills (0,10) (Endacott 2008) ; l'auteur souligne à ce propos la présence d'un prédateur en Amérique du Nord assez différent de celui mis au premier plan dans les travaux de Blumenshine (1988) en Tanzanie. En effet, les ratios de Blumenshine correspondent à des assemblages affectés par l'hyène tachetée, nettement plus destructrice que le loup gris d'Amérique du Nord. Ainsi, il est possible que les assemblages des Grottes I et II du Poisson-Bleu reflètent l'action de carnivores seulement. Il se pourrait également que nos ratios plus élevés soient

le résultat de charognards succédant à des activités anthropiques. Ces activités culturelles peuvent d'ailleurs impliquer une fracturation parfois intensive des diaphyses, lors de la récupération de la moelle, ou des épiphyses, lors de l'extraction de la graisse (Costamagno 2013; Outram 2001) ; le ratio épiphyses/diaphyses en sera alors affecté. De manière à distinguer le principal agent responsable de la destruction des portions d'os longs, il est donc nécessaire de considérer également les résultats de l'analyse taphonomique. Ceux-ci indiquent une forte proportion de traces de dents sur les os longs (cf. chapitre 5.4.2.6, p. 208) contrairement à une faible fréquence de stigmates anthropiques (cf. chapitre 5.6, p. 219). Si les humains peuvent être en partie accusés de la fracturation des os longs, les carnivores sont manifestement les principaux responsables de la destruction des portions osseuses.

➤ **Critère 8 : Os complets, cylindres diaphysaires et esquilles osseuses**

De manière générale, l'état de complétude des os longs (excluant les cylindres et fragments diaphysaires) indique une bonne représentation d'éléments complets ou presque complets (22 et 30 %, Grottes I et II, respectivement) (cf. chapitre 5.4.2.1, p. 196). Comparés aux travaux de Bunn (1983) en Afrique, les assemblages osseux des Grottes I et II s'apparentent donc plus à un repaire de carnivores (e.g., hyènes), caractérisé par une forte fréquence d'ossements complets, plutôt qu'à un camp de chasseurs-cueilleurs (e.g., chasseurs Khwee), où les ossements fracturés sur moins de la moitié de leur longueur totale dominant (Figure 57, p. 197). Cette supposition est d'ailleurs soutenue par un pourcentage important de traces de dents relevées sur les os longs, soit entre 68 et 79 % dans la Grotte I, et entre 51 et 70 % dans la Grotte II.

En revanche, si l'on ne considère que les portions diaphysaires, les esquilles osseuses dominent sur les cylindres diaphysaires dont les pourcentages ne sont que de 1,8 et 3,3 %, Grottes I et II respectivement (cf. chapitre 5.4.2.2, p. 198). Une proportion élevée de cylindres diaphysaires a souvent été évoquée pour caractériser un assemblage osseux créé par les carnivores (Bunn 1983; Cruz-Uribe 1991; Pickering 2002) ; une observation toutefois remise en question par des travaux ultérieurs relevant des pourcentages souvent inférieurs à 10 % dans les repaires d'hyènes (Kuhn et al. 2010; Villa et al. 2004). Le faible taux de cylindres diaphysaires dans les assemblages osseux n'exclut donc pas l'origine carnivore dans l'accumulation et la modification du matériel faunique. A ce propos, Haynes précise qu'une diaphyse d'os long fragilisée par la destruction primaire de ses extrémités peut être fracturée secondairement par un rongement intensif de prédateurs ou charognards, ou bien par des processus post-dépositionnels (Haynes 1980, 1988).

D'autre part, de cette majorité de fragments diaphysaires à circonférence incomplète, nous avons noté une plus forte concentration d'esquilles courtes (< 10 cm) : 88 % et 82 %, Grottes I et II respectivement (cf. chapitre 5.4.2.2, p. 198). Cette dominance d'esquilles courtes sur les fragments longs met en avant l'intervention des processus post-dépositionnels dans la fragmentation du matériel faunique (Villa et Mahieu 1991). Par ailleurs, les fragments diaphysaires examinés sous une perspective taphonomique indiquent un pourcentage non négligeable de traces de dents de carnivores : entre 55 et 74 % dans la Grotte I et entre 26 et 52 % dans la Grotte II. Ces pourcentages relativement élevés tendent à replacer les carnivores en tant que responsables majeurs de la fragmentation. Le piétinement, la gélifraction et les chutes de pierres ont certainement contribué à accentuer la fragmentation du matériel faunique. L'utilisation récurrente des cavités par les ours peut également avoir joué sur les fragmentations post-dépositionnelles des esquilles osseuses (Fosse et al. 2002). Une fois encore, la part de l'humain est plus difficile à entrevoir mais ne peut être rejetée.

➤ **Critère 9 : Etat de fractures**

Concernant l'état de fracture des fragments diaphysaires, un « *Fracture Freshness Index* » (FFI) moyen de 2 a été relevé pour les assemblages des deux cavités, ongulés de taille 3 et 4 confondus (cf. chapitre 5.4.2.5, p. 205). Ce score est relativement faible et pourrait résulter d'une fracturation des os longs pour l'extraction de la moelle par des groupes humains à moins que des facteurs naturels soient ici en cause. Si l'agent humain est responsable de cette fracturation sur os frais, nous devrions retrouver des stigmates témoignant de l'extraction de la moelle, tels que des stries de raclage, des points d'impact et des encoches ou encore des traces de percussion (Binford 1981; Blumenschine et Selvaggio 1988; Capaldo et Blumenschine 1994). Toutefois, les témoins culturels sont peu fréquents comparativement à la taille de l'assemblage osseux (cf. chapitre 5.6, p. 219) tandis que, au contraire, les traces de dents sont particulièrement abondantes. Dans le cas de l'analyse de l'état de fractures des os longs, nous avons observé une altération osseuse par les carnivores sur 64 à 80 % des spécimens de la Grotte I. Le taux est plus bas dans la Grotte II mais toutefois non négligeable, entre 33 et 60 % (cf. chapitre 5.4.2.5, p. 205). En conséquence, s'il est toujours possible que l'humain soit en partie responsable de la fracturation du matériel osseux, les carnivores en sont certainement les principaux responsables. Ces résultats rejoignent les observations préliminaires de Beebe (1983) qui avait déjà souligné l'impact non négligeable des carnivores (i.e., traces de dents et fractures en spirale) sur le matériel osseux de la Grotte I. Les loups notamment sont reconnus pour briser les

diaphyses d'os longs, contrairement aux lions et aux ours. Néanmoins, en période de stress alimentaire, ces derniers peuvent également entraîner des fractures osseuses si les diaphyses ont d'abord été fragilisées par la destruction des épiphyses. Qu'ils s'agissent de proies de taille moyenne ou de plus grands ongulés (e.g., orignal ou bison adultes), les carnivores, et plus particulièrement les charognards, peuvent briser les diaphyses d'os longs en plusieurs pièces (Haynes 1980, 1983a, b, 1988) :

*« Long bones of prey whose body weight is over 300 kg may be spirally fragmented by wolves and bears in North America. In Africa, hyenas and lions also break apart fresh limb bones of prey weighing up to 1000 kg. When feeding on elephants, hyenas can fracture long bones after first eating epiphyses, then grasping the remaining shaft with jaws and levering off large pieces of compact bone. » (Haynes 1988:144)*

En outre, une partie de l'assemblage (35 % pour la Grotte I et 32 % pour la Grotte II) présente des fractures sur os sec qui accusent des processus post-dépositionnels, possiblement des chutes de pierres, du piétinement, mais également des agents climatiques tels que la gélifraction (cf. chapitre 5.4.2.5, p. 205). D'ailleurs, pour les ongulés de taille 5 (i.e., mammouth laineux), un FFI moyen de 6 implique des facteurs post-dépositionnels dans la fragmentation des os longs de proboscidiens dans les deux cavités. Seuls deux spécimens provenant de la Grotte II présentent des fractures sur os frais dont l'agent causal sera discuté dans la dernière partie de ce chapitre (cf. chapitre 6.3, p. 283).

#### ➤ **Critère 10 : Rapport crânien / postcrânien**

Selon Cruz-Uribe (1991), les éléments crâniens de grands ongulés adultes sont souvent sous-représentés par rapport aux éléments postcrâniens dans les assemblages créés par les hyènes en raison de la taille et du poids du crâne. En revanche, les crânes de plus petits ongulés seront mieux représentés, étant plus facilement transportables par les carnivores. Ces observations se confirment dans les Grottes du Poisson-Bleu (cf. chapitre 5.3.3, p. 189), où un ratio plus élevé pour les ongulés de taille 3 (NMI 10/8 et 6/11, Grottes I et II respectivement) a été reporté comparativement aux ongulés de taille 4 (NMI 2/6 et 2/9, Grottes I et II respectivement, cheval exclu). Néanmoins, Pickering (2002) et Kuhn et al. (2010) soulignent que cet indice n'est pas nécessairement indicatif d'un repaire car les crânes de grands ongulés peuvent en réalité être transportés par les carnivores. D'ailleurs, en considérant les données de Burke et Cinq-Mars (1996, 1998) sur les restes dentaires du cheval, les éléments crâniens apparaissent mieux représentés que ceux du postcrânien pour cette espèce (NMI 13/5 et 25/16, Grottes I et II respectivement) (Figure 51, p. 190). Ceci peut être dû à une

détermination différentielle des éléments squelettiques : les dents, plus résistantes aux processus post-dépositionnels, sont plus faciles à identifier que les fragments osseux. Toutefois, il est possible que les crânes aient été rapportés en abondance dans les cavités par des prédateurs (humains inclus) ou des charognards n'ayant pas eu accès au reste de la carcasse.

➤ ***Critère 11 : Rapport petits os compacts / postcrânien***

Dans les assemblages créés par les carnivores, et notamment dans les repaires d'hyènes, les petits os compacts sont aisément avalés et donc souvent représentés en faibles proportions (Cruz-Uribe 1991; Villa et al. 2004). Ce comportement est caractéristique des canidés et hyénidés mais n'implique pas les félidés qui laisseront plutôt ces éléments intacts (Domínguez-Rodrigo 1999; Guthrie 1990). Selon Cruz-Uribe (1991), si ces os ne sont pas détruits lors du processus de digestion, ils risquent de se retrouver parmi les restes régurgités ou dans les excréments, dans des aires éloignées des tanières ; au contraire, dans les gisements d'origine anthropique, les petits os compacts et résistants seront mieux représentés au sein de l'assemblage osseux, à moins d'un transport différentiel. Ces propos sont toutefois repris par Pickering (2002) et Kuhn et al. (2010) qui précisent que ces petits éléments résistent plutôt bien aux dommages causés par les sucs digestifs et peuvent être retrouvés à l'intérieur ou près des repaires d'hyènes ; une proportion non négligeable de petits os compacts peut donc tout aussi bien caractériser un repaire de carnivores.

Dans les Grottes du Poisson-Bleu, les ratios exprimés en NMI sont relativement bas pour les grands ongulés : 6/22 et 9/14, Grottes I et II respectivement (*cf.* chapitre 5.3.4, p. 190). Compte tenu des méthodes efficaces de tamisage à sec et du fort taux de survie de ces éléments face aux processus post-dépositionnels, nous serions donc en mesure d'expliquer ce faible ratio par des processus pré-dépositionnels (Cruz-Uribe 1991), et plus précisément par l'action des carnivores. Néanmoins, les ratios sont bien plus élevés pour les ongulés de taille 3 (NMI 15/18 et 11/9, Grottes I et II respectivement) et illustrent une assez bonne représentation des petits os au sein de l'assemblage faunique de cette cavité comparé au reste du squelette postcrânien (Figure 52, p. 191). En outre, plusieurs de ces petits ossements présentent des traces de digestion et soulignent l'action des carnivores sur la modification du matériel squelettique.

➤ **Critère 12 : Présence d'os rongés et digérés**

Le pourcentage d'os rongés par les carnivores est compris entre 38,2 % et 56,1 % dans l'assemblage osseux global de la Grotte I et entre 14 % à 31,5 % dans celui de la Grotte II (*cf.* chapitre 5.5.3, p. 217). Ces taux sont relativement élevés, notamment dans la Grotte I, et dénoncent l'activité des carnivores sur le site, confirmant ainsi une étude préliminaire effectuée sur un petit échantillon osseux provenant de la Grotte I (Beebe 1983). A titre comparatif, le pourcentage d'os rongés dans les repaires d'hyènes peut être très variable, avoisinant les 20 % ou dépassant même les 50 % (Cruz-Uribe 1991; Kuhn et al. 2010; Pickering 2002). Sur les gisements d'origine strictement anthropique, ce pourcentage devrait être minime. En outre, des marques de digestion ont été observées sur plusieurs fragments osseux inférieurs à 30 mm de longueur dans les deux cavités. Les canidés sont majoritairement la cause de ces altérations osseuses ainsi que, à moindre mesure, les félidés et possiblement les ursidés en ce qui concerne les traces de dents (Domínguez-Rodrigo 1999; Haynes 1980, 1983b; Saladié et al. 2013a; Stiner et al. 2012). Il est également possible que les humains soient responsables d'une partie de ces modifications osseuses (Binford 1981; Brain 1981; Fernández-Jalvo et Andrews 2011; Saladié et al. 2013b). Néanmoins, compte tenu de l'impact plutôt élevé des carnivores sur le matériel faunique du site ainsi que de la taille des proies qui le composent, nous pensons que la part de l'humain dans la proportion de traces de dents est plutôt négligeable. Nous pourrions envisager leur présence sur des éléments de taille inférieure ou égale au mouflon alors que, pour des ongulés de plus grande taille, l'utilisation d'outils en pierre semble plus à même de répondre à un besoin de récupérer la viande. En revanche, l'hypothèse d'un rongement par des chiens domestiques durant l'occupation humaine n'est pas exclue (Cinq-Mars 1979). Cette hypothèse sera traitée dans la partie suivante (*cf.* chapitre 6.2.1, p. 270).

Par ailleurs, 0,1 % du matériel osseux de la Grotte I uniquement présente des traces de dents de rongeurs et pourrait témoigner de la présence de porcs-épics dans cette cavité (*cf.* chapitre 5.5.3, p. 217). Face à ce faible pourcentage et compte tenu de la taille relative des ossements qui composent l'assemblage osseux, il semble que les rongeurs n'aient joué qu'un rôle mineur dans la formation du matériel faunique du site. En fait, il est possible que quelques porcs-épics soient intervenus dans la Grotte I pour ronger des ossements de grands mammifères (dont l'orignal et le mammoth) après l'abandon des parties squelettiques par les carnivores et les humains.

➤ **Critère 13 : Présence de coprolithes**

La présence de coprolithes est généralement un bon indicateur de l'utilisation d'un site par des carnivores et est souvent indiquée dans les repaires d'hyènes (Bourdillat 2008; Cruz-Urbe 1991; Fosse 1996; Pickering 2002). Elle n'est que plus rarement décrite dans les assemblages créés par les félidés ou les canidés et n'est d'ailleurs pas reportée dans nos assemblages des Grottes I et II.

➤ **Critère 14 : Effets dépositionnels (bioturbation, piétinement)**

Un matériel osseux laissé à la merci de carnivores peut être soumis à des effets dépositionnels tels que le piétinement ou la bioturbation. Il est communément admis que les ursidés sont les principaux responsables de ces phénomènes taphonomiques, notamment de par l'aménagement des aires de repos qui entraîne un remaniement des pièces squelettiques et qui participe à l'augmentation de la fragmentation osseuse et au charriage à sec (Fosse et al. 2002; Stiner 2002b). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, il est possible que des déplacements d'ossements, notamment le long des pentes à l'entrée des cavités, aient été causés par des ours venus hiberner.

En outre, avec une épaisseur variant entre 30 cm et 2 m, le dépôt loessique n'est pas toujours très épais pour une période d'accumulation d'environ 20 000 ans (cf. chapitre 3.2.1, p. 74). Il est donc probable que d'autres carnivores, non ursidés, aient également engendré des déplacements et contribué à l'abrasion du matériel osseux par le piétinement. Le taux de spécimens abrasés est d'ailleurs de 56,7 % dans la Grotte I (cf. chapitre 5.5.2, p. 214). Compte tenu de la configuration de la cavité (cf. chapitre 3.1.3, p. 69), il est possible que celle-ci ait été préférée par les carnivores en quête d'un lieu de repos ou de reproduction. Dans la Grotte II, plutôt considérée comme un abri sous-roche, le taux d'abrasion est plus faible (18 %) (cf. chapitre 5.5.2, p. 214) et suppose que cette cavité ait été utilisée sur une base moins régulière. Par ailleurs, les quelques remontages n'ont révélé que des déplacements en profondeur d'une vingtaine de centimètres dans la Grotte I et jusqu'à 40 cm dans la Grotte II (cf. chapitre 5.1.2, p. 157). La difficulté à établir des remontages osseux ne permet toutefois pas de tester l'amplitude des remaniements au sein du dépôt.



### 6.1.3. Conclusion sur la part des carnivores

Sur la base de ces critères, nous pouvons finalement conclure que les carnivores ont eu un rôle majeur dans l'accumulation et la modification du matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu. Les critères basés sur la composition faunique (i.e., fréquence relative des taxons et profils de mortalité) nous renseignent sur la fréquentation des cavités par différents mammifères. Les grottes représentent d'une part une protection rocheuse contre les intempéries, et notamment le froid, en y préservant la chaleur corporelle des animaux y séjournant, et d'autre part un abri relativement sécurisé contre les prédateurs ; il peut alors s'agir d'un lieu de consommation, d'un lieu d'hibernation durant l'hiver (ursidés) ou encore d'un lieu de reproduction et d'élevage des jeunes durant la belle saison (canidés) (Brugal et Fosse 2004; Brugal et Jaubert 1991; Stiner 1994). Ainsi, le site des Grottes du Poisson-Bleu a dû être occupé par des ours mais aussi par des mouflons durant les périodes hivernales (Lauriol et al. 2001). Des mortalités *in situ* ont certainement attiré des charognards sur le site. Malgré une fréquence relative plutôt faible, la présence de carnivores juvéniles pourrait indiquer l'utilisation des cavités comme repaire pour certains carnivores. Ainsi, canidés et possiblement félidés y ont séjourné alternativement, certainement durant le printemps et l'été pour y élever les plus jeunes. La Grotte I notamment, plus profonde et moins évasée que la Grotte II, devait être un refuge favorable pour ces carnivores, avec une ouverture sur le nord et une surélévation de 250 m au dessus de la rivière Bluefish. Le site offrait donc une bonne visibilité sur la vallée, permettant l'observation de la faune et la protection contre les prédateurs. La rivière Bluefish en aval constitue également un point d'eau essentiel à ces occupants, notamment aux femelles devant s'abreuver durant la période de gestation (Brugal et Fosse 2004). Finalement, quelques éléments squelettiques d'ongulés nous ont fourni des informations quant aux saisons d'occupation du site : si un petit nombre d'entre eux semblent suggérer une occupation durant la belle saison, les bois de renne et notamment les études cémento-chronologiques des dents de cheval (Burke et Cinq-Mars 1998) suggèrent des occupations multi-saisonniers dans les Grottes I et II.

Au fil des années, ces carnivores ont donc accumulé de nombreux restes squelettiques reflétant la diversité taxonomique de la Steppe à Mammoth, avec divers ongulés de taille moyenne à large, du mouflon de Dall au mammoth laineux. Cette diète variée, qui se reflète dans nos assemblages des Grottes I et II, peut être assignée notamment au comportement des loups chassant petite et grande faune (Brugal et Fosse 2004; Stiner 1994) ainsi qu'aux lions, traquant des proies de grande taille telles

que les proboscidiens (Guthrie 1990; Joubert 2006; Loveridge et al. 2006). Dans la Grotte II notamment, les profils de mortalité attritionnels du cheval suggèrent que ces grands prédateurs s'attaquaient aux individus les plus vulnérables (i.e., jeunes et âgés) et contribuaient ainsi à l'accumulation des restes squelettiques dans cette cavité.

Les représentations squelettiques nous informent également sur les stratégies d'acquisition et de transport des carcasses. La sous-représentation du squelette axial et l'abondance relative des éléments du crâne ainsi que des membres (et notamment des extrémités distales) suggèrent des acquisitions primaires et secondaires par des prédateurs (humains inclus) et des charognards, transportant les carcasses vers un abri rocheux ou une grotte-tanière. L'impact des carnivores sur le matériel osseux est illustré aux travers des analyses de fragmentation et des observations taphonomiques. Ainsi, la forte fragmentation du matériel osseux s'explique en partie par l'action d'un grand carnassier : les os rongés et digérés ainsi que les fracturations sont courantes dans les assemblages créés par les loups, les esquilles osseuses sont également présentes, les petits os compacts sont souvent mangés et le ratio épiphyses/diaphyses est généralement bas (Brugal et Fosse 2004). En revanche, les félidés ne sont pas réputés pour briser les os mais pourraient avoir altéré les épiphyses osseuses, tout en laissant des diaphyses relativement intactes (Domínguez-Rodrigo 1999; Haynes 1983b). Les restes abandonnés par les lions ont pu ensuite attirer des charognards, notamment des loups, capables de briser les diaphyses pour en extraire la moelle (Selvaggio et Wilder 2001). Finalement, il est fort possible que les ours bruns aient contribué à l'altération, à la fragmentation et à la dispersion du matériel osseux des Grottes du Poisson-Bleu, notamment par le piétinement et l'aménagement des aires de repos mais également par un éventuel charognage des éléments osseux présents sur le site (Haynes 1980, 1983b; Saladié et al. 2013a). Il est cependant très improbable qu'ils aient contribué à l'accumulation de l'assemblage squelettique des ongulés et au rongement intensif observé sur certains des restes osseux. Canidés et félidés sont donc majoritairement mis en cause. Néanmoins, malgré l'absence de restes squelettiques attribués à l'espèce *Arctodus simus*, il n'est pas exclu que l'ours géant du Pléistocène ait également utilisé les cavités comme tanière et que son comportement alimentaire, carnivore et charognard, soit en partie responsable du rongement et de la fracturation osseuse (Haynes 1983a). Par ailleurs, la fréquence des portions d'os longs ne semble pas indiquer de compétition intra ou interspécifique.

Les carnivores s'imposent donc largement dans l'histoire taphonomique du site des Grottes du Poisson-Bleu. Utilisées sur une base régulière, ces grottes-repaires peuvent devenir des zones dangereuses pour les humains durant plusieurs mois de l'année (Brugal et Fosse 2004). Quelle est alors la place de l'humain dans l'histoire de ce site béringien ?

## **6.2. Fréquentation humaine et économies de subsistance**

Compte tenu de la place importante que les carnivores détiennent au sein du site et en l'absence de paléosols ou de niveaux stratigraphiques clairement définis, il est difficile de déceler la part de l'humain dans un tel palimpseste d'occupations (Brugal et Jaubert 1991). Afin d'identifier les stratégies d'exploitation de la faune par les humains ainsi que la fonction du site, nous devons nous contenter des minces témoins culturels qui ont été repérés sur les surfaces osseuses et qui viennent s'ajouter à notre outillage lithique pour le moins modeste (une centaine de pièces environ). Les périodes d'occupation humaine ont pu être situées chronologiquement grâce à de nouvelles datations radiocarbone sur des spécimens portant des traces de découpe évidentes (*cf.* chapitre 5.7, p. 238). Cette partie replace ainsi l'humain au cœur de l'histoire taphonomique du site des Grottes du Poisson-Bleu.

### **6.2.1. Stratégies d'exploitation de la faune par les humains**

C'est avec une extrême précaution vis-à-vis des problèmes d'équifinalité usuellement rencontrés en taphonomie que nous avons réévalué les assemblages osseux des Grottes du Poisson-Bleu. Cette étude nous a permis de dévoiler un petit nombre de traces anthropiques qui suggèrent des pratiques bouchères au sein des Grottes I et II. Contrairement aux observations préliminaires de Cinq-Mars et Morlan (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982), nous pensons que ces témoins culturels ne représentent qu'une portion très minime de l'intégralité du matériel faunique du site. Sur environ 36 000 ossements décomptés au total, nous n'avons en effet reporté qu'une quinzaine de spécimens exhibant des stigmates clairement anthropiques (*cf.* chapitre 5.6, p. 219). Une vingtaine d'autres spécimens portant des traces moins évidentes pourraient également s'ajouter à cette part anthropique. Néanmoins, le pourcentage de traces culturelles (certaines et hypothétiques) ne dépasse pas 1 % de la collection faunique. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce

pourcentage extrêmement faible : (1) une part des stigmates anthropiques a été détruite par des processus post-dépositionnels, (2) des bouchers expérimentés n'ont laissé que peu de traces sur les os lors du traitement des carcasses, (3) les activités de boucherie étaient rares sur le site et la présence humaine de courte durée, contrairement à une occupation carnivore beaucoup plus fréquente.

### ***Interprétations taphonomiques et fréquence des traces de découpe***

Le premier point énoncé est confirmé par nos observations taphonomiques (*cf.* chapitre 5.5, p. 210). Le matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu a été fortement affecté par des processus naturels, d'origine biologique principalement. Les traces de dents de carnivores, présentes sur au moins 38,2 % de l'assemblage de la Grotte I et au moins 14 % dans celui de la Grotte II, soulignent les altérations d'origine animale sur le matériel faunique. D'ailleurs, ces proportions montent jusqu'à 70 % de spécimens rongés en ce qui concerne les os longs d'ongulés dans la Grotte I. Après le passage des humains, il paraît donc inévitable que des charognards aient contribué à la perte de l'information archéologique. En outre, si la Grotte II semble avoir été moins affectée par le rongement des carnivores, un autre agent taphonomique fut certainement fatal à la conservation des stigmates anthropiques : il s'agit des empreintes de radicules, présentes sur 70,3 % de l'assemblage osseux. Dans 27,4 % des cas, ces vermiculations s'étendent sur plus de la moitié de la surface osseuse et recouvrent parfois intégralement les spécimens. Mêlé à d'autres facteurs taphonomiques naturels, notre indice de lisibilité révèle une impossibilité à distinguer des traces anthropiques sur 41,6 % du matériel osseux de la Grotte II. Ce point est extrêmement important et suggère que les stigmates anthropiques décomptés dans cette cavité pourraient en réalité être plus nombreux. En revanche, la lecture des surfaces osseuses a été meilleure dans la Grotte I avec seulement 10,7 % des spécimens présentant une lisibilité nulle. Il semble donc évident que la Grotte I présente un plus grand nombre de traces anthropiques que la Grotte II, dont la dégradation des surfaces osseuses a été plus extrême. La morphologie des cavités pourrait également expliquer les proportions différentes de vestiges culturels : la Grotte I, plus profonde, pourrait avoir été préférée à la Grotte II, plutôt relatée à un abri sous-roche.

En plus des caractéristiques taphonomiques, il est possible que des bouchers expérimentés n'aient en fait laissé que peu de traces sur les restes squelettiques lors du traitement des carcasses. A cela s'ajoutent la fonction du site (*i.e.*, probables haltes de chasse) et la durée d'occupation (*i.e.*,

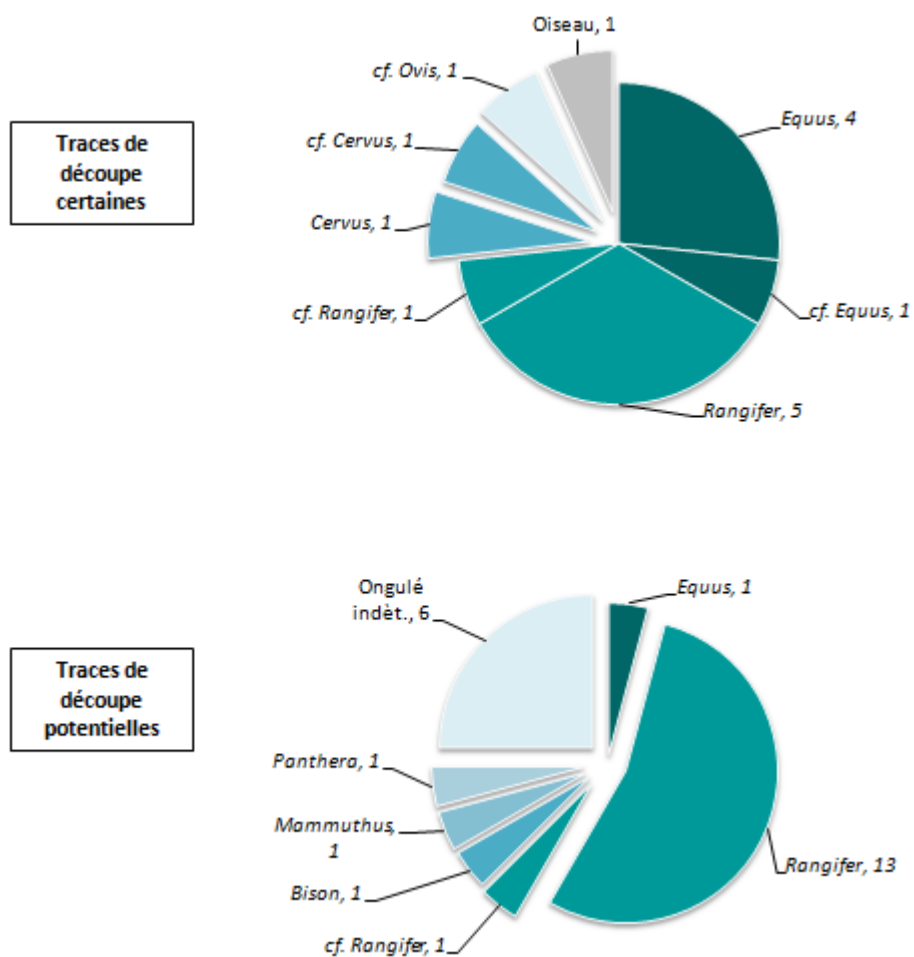
sporadique et brève) tendant à réduire la fréquence des traces de découpe sur un matériel faunique également accumulé et modifié en grande partie par les carnivores. Dans la littérature béringienne, les études taphonomiques de sites archéologiques datant de la transition Pléistocène-Holocène soulignent également que les traces de découpe sur le matériel osseux peuvent être rares (< 1 %) (Endacott 2008), ou même absentes (Potter 2007; Sattler 1997). Dans le chapitre suivant, nous proposons une analyse comparative des sites archéologiques béringiens de plein-air (e.g., sites de la vallée Tanana) et des sites en grotte (e.g., Trail Creek, Lime Hills, Lower Rampart) ; nous montrons ainsi que les sites en contexte karstique de Béringie orientale, dont font parties les Grottes du Poisson-Bleu, ne renferment que quelques rares indices de traitement des carcasses témoignant d'occupations humaines de courte durée, à la différence des sites de plein-air (*cf.* chapitre 7.2, p. 304).

### ***Interprétations paléo-économiques***

Le schéma d'exploitation de la faune des Grottes du Poisson-Bleu se dessine à travers les témoins culturels qui ont été mis au jour : des activités de dépeçage, de désarticulation, de décarnisation et d'éviscération illustrent ainsi les pratiques bouchères opérées par les habitants de ces deux cavités. La faune de mammifères exploitée par les humains est dominée notamment par le cheval et le caribou auxquels s'ajoute le wapiti. Cette diète pourrait également s'élargir, avec moins de certitude, au mouflon, au bison et au mammoth (Figure 79), tel que suggéré par Cinq-Mars et Morlan (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982) et par nos propres résultats (*cf.* chapitre 5.6, p. 219). En outre, l'exploitation de la faune aviaire est confirmée par la présence de traces de découpe sur un fragment scapulaire attribué à l'oie des neiges (McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars 1998).

Les nouvelles datations radiocarbone réalisées sur deux fragments osseux de caribou modifiés par les humains suggèrent que ce cervidé fut chassé il y a environ 15 000 et 22 500 cal BP ( $12\,790 \pm 65$   $^{14}\text{C}$  BP, OxA-33772 ;  $18\,570 \pm 110$   $^{14}\text{C}$  BP, OxA-33777). Les datations obtenues pour trois autres spécimens osseux de cheval indiquent que cette espèce fut quant à elle chassée entre 18 000 et 24 000 cal BP (Figure 80). Un sixième fragment d'os long appartenant possiblement au wapiti révèle finalement une présence humaine dans la Grotte II il y a environ 12 000 ans ( $10\,490 \pm 55$   $^{14}\text{C}$  BP, OxA-33776). La fréquentation des Grottes du Poisson-Bleu par les humains s'est donc étalée sur une période de 12 000 ans, entre 12 et 24 ka cal BP (Bourgeon et al. 2017). Ces résultats confirment l'hypothèse initiale d'une occupation humaine sporadique dans le nord du Yukon à la fin du Pléistocène et ce,

même durant le Dernier Maximum Glaciaire (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982).



**Figure 79 : Représentation de la faune exploitée par les humains sur le site des Grottes du Poisson-Bleu.**

En haut, le nombre de spécimens osseux présentant des traces de découpe certaines (N = 15). En bas, le nombre de spécimens osseux présentant des traces potentiellement anthropiques (N = 24). Le spécimen d'oiseau provient des analyses de McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (1998).

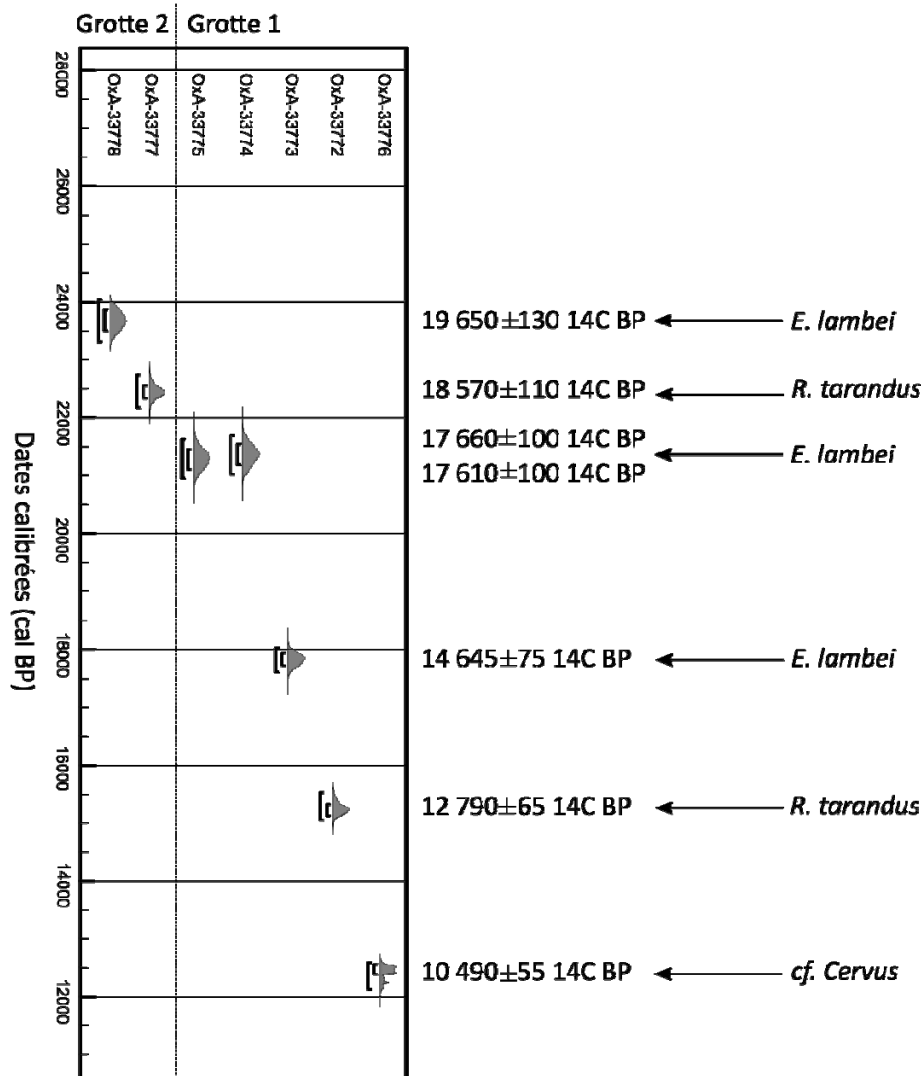


Figure 80 : Fréquentations humaines dans les Grottes du Poisson-Bleu et faune chassée.

Si la localisation et l'orientation des traces sur un élément squelettique en particulier nous permet d'inférer les méthodes de traitement des carcasses, il est moins évident de discuter des stratégies d'acquisition et de transport, ni même des possibilités d'extraction de la moelle et de la graisse, car les représentations squelettiques combinées aux analyses taphonomiques et aux observations éthologiques dénoncent essentiellement des activités de carnivores. La présence de traces de découpe sur des éléments du squelette axial (i.e., un fragment de côte et possiblement une vertèbre caudale), ainsi que des activités de dépeçage sur des éléments distaux des membres (i.e., métapodes et phalanges), appartenant à un ongulé de taille moyenne (*cf. caribou*), suggèrent le transport d'au

moins un individu entier par des chasseurs humains dans la Grotte I et laissent entrevoir la récupération de la viande mais aussi probablement de la peau. En revanche, pour les ongulés de plus grande taille (e.g., cheval), les traces de découpe présentes sur des éléments crâniens et appendiculaires dans les deux cavités indiqueraient plutôt un transport sélectif de ces régions anatomiques et un abandon du squelette axial sur le site d'abattage. Ces hypothèses ne sont que spéculatives et ne pourraient ici être confirmées. Par ailleurs, les stries observées sur un fragment coxal de caribou récolté dans la Grotte II suggèrent un accès primaire à la carcasse : le bassin, partie la plus charnue du corps, est généralement consommé en premier par les prédateurs. Les traces de dents présentes sur ce même spécimen indiquent que des charognards ont également profité des restes squelettiques. L'absence de superposition entre les traces ne permet cependant pas d'attester l'hypothèse chronologique des événements.

Outre ces maigres indices qui peinent à décrire les stratégies économiques des chasseurs-cueilleurs, nous aurions pu penser que le fort degré de fragmentation et la présence importante d'esquilles osseuses à circonférence incomplète (*cf.* chapitre 5.4.2.2, p. 198) soient le résultat d'activités anthropiques indiquant une récupération de la moelle et de la graisse. En effet, il est certain que dans un environnement périglaciaire, les nutriments contenus à l'intérieur des os constituent une denrée importante pour pallier à un stress alimentaire. Nous n'avons reporté que quelques rares spécimens arborant des points d'impact, des encoches et des fractures spiralées qui pourraient témoigner d'une fracturation anthropique des ossements (*cf.* chapitre 5.6.3, p. 230). Néanmoins, malgré une apparente proportion de fractures sur os frais, les activités de carnivores voilent ici encore la part de l'humain dans la fracturation osseuse avec des pourcentages élevés de traces de dents (*cf.* chapitre 5.4.2.5, p. 205). D'ailleurs, les ratios épiphyses/diaphyses obtenus pour les deux cavités semblent à ce propos illustrer une activité des charognards sur le site après le départ des humains (*cf.* chapitre 5.4.2.4, p. 204). Carnivores, mais également chutes de pierres et cycles gel/dégel, sont donc majoritairement mis en cause dans la fragmentation et la présence d'esquilles osseuses. Toutefois, une corrélation significative observée entre les indices de moelle et les restes squelettiques de cheval dans la Grotte I nous permet d'avancer l'hypothèse d'une exploitation de la moelle des équidés par les humains (*cf.* chapitre 5.4.1, p. 191).

Les altérations non-anthropiques nous empêchent également d'évaluer si une récupération de la graisse par les humains a eu lieu : l'os spongieux pourrait avoir été consommé par les carnivores ou



altéré par des processus post-dépositionnels plutôt qu'exploité par les humains. Par ailleurs, hormis un petit nombre de fragments osseux brûlés qui avaient déjà été repérés par J. Cinq-Mars (1990) et signalés comme le résultat d'un feu de forêt holocène, nous n'avons relevé aucune trace véritable de combustion sur les assemblages osseux : seuls 8 spécimens pourraient avoir été carbonisés, aucun reste calciné n'a été observé. De plus, nous ne confirmons pas l'établissement d'une industrie osseuse sur le site des Grottes du Poisson-Bleu ; nous pensons plutôt que les ossements fracturés et polis, tels que décrits dans les premières publications (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982), sont le résultat de processus naturels impliquant la fracturation par le rongement des carnivores et un polissage par le mâchonnement, les lèchements et/ou par l'abrasion sédimentaire ; aucun poli d'usure intentionnel n'a été relevé (cf. chapitre 5.6.3, p. 230). En revanche, les fameux nucléus et éclat de mammoth (cf. chapitre 5.6.4, p. 233) pourraient tous deux être des exceptions (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999) ; la part anthropique potentielle de cette modification osseuse est discutée plus bas, dans la dernière partie de ce chapitre.

### ***Des humains et des chiens ?***

Alors que nous avons attribué la majeure proportion des traces de dents aux carnivores, nous ne pouvons omettre la possibilité que les chiens domestiques aient contribué aux nombreuses altérations osseuses d'origine animale (Beebe 1983; Cinq-Mars 1979). La domestication du chien (*Canis lupus familiaris*) serait en effet apparue il y a environ 15 ka cal BP en Eurasie, voir plus hypothétiquement vers 30 ka cal BP en Sibérie (Frantz et al. 2016; Witt et al. 2015). En Amérique du Nord, les plus vieux restes de chiens domestiques datent d'environ 10 000 ans et il est aujourd'hui communément admis qu'ils dérivent du loup gris eurasiatique (*Canis lupus*) (Leonard et al. 2002; Witt et al. 2015). En Béringie, la plus ancienne trace de domestication du chien provient du site Ushki-I (niveau 6) sur la péninsule du Kamchatka où un chien a été enterré dans la couche 6 et dénote des relations étroites entre humains et canidés aux environ de 10 500 <sup>14</sup>C BP (Dikov 1996), soit 12 600 cal BP (Goebel et al. 2010). Utilisé comme chien de chasse, chien de garde, chien de transport, compagnon de route ou même complément alimentaire en cas de disette, il est possible que cet animal domestique soit arrivé en Amérique du Nord bien avant 10 ka cal BP – soit lors des premières dispersions humaines vers le continent – et qu'il ait grandement favorisé les déplacements de ces groupes humains (Fiedel 2005). L'hypothèse reste toutefois difficile à confirmer. Sur le site des Grottes du Poisson-Bleu, nous pouvons envisager qu'une part minime de dents de carnivores

présentes sur les ossements soient en fait attribuables au chien plutôt qu'au loup durant les courtes périodes de fréquentation humaine.

### ***Traces de découpe et outillage lithique : vers une culture Dyuktai-Denali plus ancienne ?***

Les analyses AMS obtenues sur des spécimens osseux culturellement modifiés suggèrent des occupations humaines récurrentes entre 12 et 24 ka cal BP (Tableau XXXII, p. 238). Malheureusement, l'association de ces vestiges fauniques avec l'outillage lithique reste incertaine. Selon Cinq-Mars (1990), outre deux spécimens probablement redéposés et récoltés dans l'humus à cailloutis, la plupart des pièces lithiques (microlames, nucléus, burins, éclats) se retrouvent dispersés dans le lœss pléistocène de la Grotte I mais aussi, et principalement, au travers du lœss de la Grotte II (cf. chapitre 3.3.1, p. 87). Dans la première cavité, Cinq-Mars note :

*« [...] certaines de ces pièces recouvrent, chronologiquement, la première moitié de la période caractérisée par la zone "à bouleau". D'autres, cependant, dénotent des âges un peu plus récents (possiblement entre 10.000 et 12.000 [14C] B.P.) ainsi que plus anciens (avant 13.500 [14C] B.P.). » Cinq-Mars (1990:20-21)*

Dans la Grotte II, l'auteur reporte également une répartition des objets lithiques :

*« [...] à la base aussi bien qu'à la limite supérieure de cette zone (inférieure) de lœss qui est la plus riche en vestiges fauniques. [...] Leur provenance et leur association relative avec des restes d'espèces disparues nous portent à croire qu'ils ont pu être incorporés au gisement vers 12.000 [14C] B.P. et même avant. » Cinq-Mars (1990:20)*

Morlan (2003) ajoute qu'un burin (H5.1.1) (Figure 29, c) fut collecté *in situ* dans le sédiment de la Grotte II, dans un contexte stratigraphique non perturbé, et proche de deux spécimens de microtinés qui n'auraient existé que durant la période de toundra herbacée, c'est-à-dire avant 13 500 <sup>14</sup>C BP. Selon les archives du Musée Canadien de l'Histoire, le spécimen se trouvait à une profondeur de 85 à 90 cm. Bien que les auteurs signalent que les spécimens n'ont pas pu être datés avec précision (Cinq-Mars et Morlan 1999), les documents archivés suggèrent que des pièces diagnostiques (microlame, nucléus à microlames, burin et tablette) furent collectées dans le lœss de la Grotte II à des profondeurs comprises entre 110 et 154 cm (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B3F7, B3F13). Dans cette même cavité, la mandibule de cheval (J7.8.17) portant des traces indéniablement culturelles et datée à 23-24 ka cal BP (Figure 71, p. 227), a été reportée à une profondeur de 142 cm dans le niveau de lœss inférieur (MCH, Archives, fonds Jacques Cinq-Mars, B3F9).

En Béringie orientale, les premières microlames sont datées d'environ 14 ka cal BP à Swan Point, bien que le complexe Denali à tendance microlaminaire apparaisse plus nettement vers 12 ka cal BP (Dixon 2001; Gomez-Coutouly 2011; Holmes 2011; Yesner et Pearson 2002). En Sibérie orientale, toutefois, la culture Dyuktai (dont dérive la culture Denali) semble apparaître il y a environ 16-15 000 cal BP, voire possiblement plus tôt, vers 22-20 000 cal BP (Gomez-Coutouly 2011). Au vue des nouvelles datations radiocarbone qui situent désormais la présence humaine dans les Grottes du Poisson-Bleu à 23-24 ka cal BP et considérant les informations sur la provenance stratigraphique des artefacts, il est donc très probable que la culture microlaminaire ait été introduite en Béringie orientale bien avant 14 ka cal BP, voire même durant le DMG.

### 6.2.2. Fonction du site des Grottes du Poisson-Bleu et saisons d'occupations

Les témoins culturels relevés sur les assemblages osseux ne se résument qu'à quelques traces de découpe et les modèles économiques des chasseurs-cueilleurs, obscurcis par l'activité des carnivores, ne dépeignent qu'un traitement rapide des carcasses de moyens et grands ongulés ramenés sur le site. Le matériel lithique est quant à lui peu diversifié et se compose de quelques outils et éclats en quantité relativement faible : moins d'une centaine de pièces dans la Grotte I et une cinquantaine dans la Grotte II. Aucune preuve d'utilisation du feu n'a été répertoriée et la technologie osseuse n'est pas confirmée. En conséquence, la présence humaine dans les Grottes du Poisson-Bleu apparaît plutôt discrète. A défaut de représenter un site d'habitat, il est très probable que les cavités aient plutôt représenté des occupations de courte durée, possiblement des haltes de chasse, à caractère saisonnier (Binford 1980; Brugal et Jaubert 1991).

En outre, le chert environnant est de mauvaise qualité et le matériau constituant l'outillage lithique récolté dans les Grottes du Poisson-Bleu proviendrait plutôt des contreforts de la Cordillère située plus au nord (Cinq-Mars 1990) ; l'approvisionnement en matière lithique n'est donc pas la raison principale de l'occupation du site par les chasseurs-cueilleurs. De plus, le matériel lithique ne se compose que de quelques microlames, burins, chutes de burins et nucléus à microlames parmi plusieurs petits éclats : l'échantillon, relativement maigre et peu diversifié, ne prétend pas à l'installation d'ateliers de taille. En revanche, les ressources cynégétiques seraient plus à même d'expliquer la sélection du site par les humains : à 250 m d'élévation, le site représente un excellent point d'observation sur la vallée et sur les migrations de la faune. Les outils auraient pu servir au

traitement des carcasses avant d'être abandonnés sur le site. La présence d'éclats et de micro-éclats, si elle n'est pas due à des processus géologiques (e.g., mouvements du sol, percussion éolienne, micro-gélifraction), pourrait alors provenir de la taille, de la retouche ou de l'utilisation des outils (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). En conséquence, nous soutenons l'hypothèse de Cinq-Mars et Morlan d'occupations humaines probablement saisonnières, sporadiques et de courte durée, entre 12 et 24 ka cal BP. Cinq-Mars (1979:28) précise :

*« The nature of the cultural lithic accumulation in the deposit can be interpreted as representing through time the extreme periphery of a series of probably small-scale and short-lived cultural events that should have had their centre farther down the slope, below the present mouth of the cave, within the limits of the amphitheatre. »*

Finalement, sur les quelques témoins culturels que nous avons relevés dans les assemblages osseux, seulement deux nous renseignent sur les saisons d'occupation du site (cf. chapitre 5.6.1, p. 220). Ils proviennent tous deux de la Grotte II et suggèrent une occupation humaine durant la belle saison : la scapula d'oe des neiges a été datée en 2007 et indique une occupation durant l'Holocène (ca. 8500 cal BP, 7780 ± 60 <sup>14</sup>C BP, Beta-126870) tandis que la nouvelle date obtenue pour la mandibule de cheval suggère que les humains se sont rendus sur le site lors du Dernier Maximum Glaciaire (ca. 23-24 ka cal BP, 19 650 ± 130 <sup>14</sup>C BP, OxA-33778), lors d'une saison chaude (Burke et Cinq-Mars 1998).

### 6.2.3. Du cheval au menu

Des traces de découpe ont été observées principalement sur des restes de caribou et de cheval, suggérant que ces deux espèces étaient majoritairement chassées par les humains. Au fil des analyses, les assemblages osseux de cheval se sont distingués à plusieurs reprises des assemblages osseux de bison et de caribou. Dans la Grotte I notamment, quelques indices notoires laissent penser que l'humain eut un rôle non négligeable sur l'accumulation et la modification des restes squelettiques d'équidés. En effet, le profil de mortalité du cheval dans cette cavité (i.e., de type « adultes dominants », Figure 44, p. 169) reflète une prédation sélective des humains envers les individus dans la force de l'âge (Stiner 1994), et indiquent que les chasseurs préhistoriques furent responsables de l'accumulation des restes osseux d'équidés (cf. chapitre 6.1.2, p. 250, critère 4). En outre, une corrélation significative a pu être observée entre les indices de moelle et l'abondance

relative des restes squelettiques identifiés à *E. lambei* dans la Grotte I ; cette corrélation souligne l'exploitation éventuelle de la moelle par les humains (cf. chapitre 5.4.1, p. 191). Les scores FFI attribués au cheval sont d'ailleurs relativement faibles dans les deux cavités (FFI d'environ 2) et révèlent une présence majoritaire de fractures sur os frais (cf. chapitre 5.4.2.5, p. 205). Finalement, les traces de découpe observées sur différents ossements d'équidés (au moins 3 dans la Grotte I et 1 dans la Grotte II) témoignent des activités bouchères pratiquées sur le site. Par ailleurs, la présence de stigmates anthropiques sur deux fragments de mandibule (Grottes I et II) suppose que les crânes étaient ramenés sur le site et que la langue était récupérée (cf. chapitre 5.6.1, p. 220).

L'existence de telles traces sur des ossements de cheval soulève également notre attention du fait que la prédation humaine envers l'espèce équine est particulièrement rare dans le registre archéologique nord-américain (cf. chapitre 2.4, p. 52). A ce jour, un seul site, Wally's Beach (AB, Canada), décrit une association évidente entre cette espèce et des chasseurs humains, il y a environ 13 300 cal BP (Grayson et Meltzer 2015; Waters et al. 2015). En Béringie toutefois, seul le site Swan Point CZ4 a proposé à ce jour une éventuelle chasse du cheval par les humains vers 14 000 cal BP ( $11\,950 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  BP, AA-74249) (Holmes 2011). L'hypothèse n'est cependant pas confirmée et elle ne se base que sur la présence de restes dentaires identifiés à l'espèce équine dans le niveau archéologique ; aucun élément du postcrânien n'a été identifié à cette espèce sur ce site (Holmes 2011). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, en revanche, l'attestation certaine d'une prédation humaine du cheval confirme l'existence d'une subsistance tournée vers des espèces de la grande faune béringienne.

Les fossiles de chevaux récoltés dans de nombreux gisements béringiens laissent à penser que l'espèce ait en fait disparu vers 14 ka cal BP (Guthrie 2006). D'ailleurs, une des datations radiocarbone les plus jeunes, relevée pour cette espèce en Béringie orientale, provient de la Grotte III du Poisson-Bleu et indique  $12\,370 \pm 440$   $^{14}\text{C}$  BP (CRNL-1236). Hormis l'hypothèse avancée à Swan Point, les plus anciens sites archéologiques régionaux évoquent plutôt une économie de subsistance axée sur le bison, le wapiti et le caribou (Easton et al. 2011; Holmes 2011; Potter et al. 2013; Yesner 2001; Yesner et al. 2011). Ainsi, la présence de traces de découpe sur plusieurs spécimens osseux de cheval provenant du loess des Grottes I et II laisserait entrevoir une occupation humaine plus ancienne dans le nord du Yukon, soit avant ou autour de 14 ka cal BP. Il était possible de penser également que le cheval ait pu survivre plus longtemps sur ces terres béringiennes (Haile et

al. 2009). Néanmoins, les nouvelles datations radiocarbone obtenues pour les Grottes du Poisson-Bleu, sur des spécimens osseux de cheval présentant des traces indéniablement culturelles, jouent plutôt en faveur de l'ancienneté de la présence humaine.

Ainsi, le cheval fut chassé par les humains entre 18 et 24 ka cal BP (14 645 ± 75 <sup>14</sup>C BP, OxA-33773 ; 17 660 ± 100 <sup>14</sup>C BP, OxA-33774 ; 17 610 ± 100 <sup>14</sup>C BP, OxA-33775 ; 19 650 ± 130 <sup>14</sup>C BP, OxA-33778) dans le nord du Yukon (Tableau XXXII, p. 238), soit bien avant son extinction vers 14 ka cal BP et son remplacement par des espèces plus adaptées au changement environnemental (i.e., bison, wapiti) (Guthrie 2006). Les Grottes du Poisson-Bleu constituent la première preuve évidente d'une prédation humaine envers l'espèce équine en Béringie orientale et indiquent une continuité des activités de subsistance avec les groupes humains de la Béringie occidentale, où des espèces de la mégafaune ont également été identifiées dans les sites archéologiques (Vasil'ev 2003). De plus, la dominance du cheval dans le spectre faunique du site des Grottes du Poisson-Bleu suggère que l'espèce était abondante ; elle aurait constitué la base d'une économie de subsistance relativement stable à des groupes de chasseurs tentant de survivre sur les terres béringiennes lors du Dernier Maximum Glaciaire. Il est possible que l'exploitation du cheval ait été saisonnière : l'espèce pourrait en effet avoir transhumé entre les zones de vallée, pour s'y abriter en hiver, et les plateaux surélevés, accessibles en été (Burke et Cinq-Mars 1998). Récemment, le découpage paléo-environnemental du dépôt sédimentaire de l'affleurement Bluefish a montré une concordance avec ce modèle saisonnier : la végétation plus steppique de la vallée aurait servi d'abri aux chevaux durant les saisons froides du DMG (Zazula et al. 2006a). Cette mosaïque locale d'environnements de steppe-toundra réunissait ainsi tous les paramètres nécessaires aux besoins alimentaires et comportementaux des équidés et soutient le caractère productif de cet écosystème durant la période glaciaire (Burke et Cinq-Mars 1998; Zazula et al. 2006a).

#### 6.2.4. Témoignages ethnographiques : les Vuntut Gwitchin d'Old Crow

Nous en profitons pour ajouter ici une courte note sur la Première Nation Vuntut Gwitchin, établie dans le nord de l'Alaska, du Yukon et du Territoire du Nord-Ouest. Les Vuntut Gwitchin notamment, ou Peuple des Lacs, tirent leur nom de la région des Crow Flats, parsemée de petits et moyens lacs. Ils constituent la seule communauté du nord du Yukon et sont installés dans le village d'Old Crow (environ 300 habitants), situé au-delà du cercle arctique, sur les berges de la rivière Porcupine ; le

village n'est accessible que par avion, ou bien par canoë en été et motoneige en hiver. L'isolation de cette communauté, coupée du reste du monde, lui a permis de conserver son langage et ses traditions. Ainsi, chasse, pêche et piégeage font partie intégrante de la subsistance de ces populations, avec une emphase plus particulière sur la chasse au caribou de la Porcupine (*R. tarandus granti*), une sous-espèce de caribou présente en Alaska et au Yukon. Bien qu'aujourd'hui sédentaires, les Vuntut Gwitchin se disent vivre de la même façon qu'il y a une dizaine de milliers d'années. Ainsi, en perpétuant le mode de vie traditionnel de leurs ancêtres, cette communauté nous fournit des témoignages ethnographiques essentiels à notre compréhension des stratégies de subsistance des premiers occupants des Grottes du Poisson-Bleu ([www.vgfn.ca](http://www.vgfn.ca) ; [www.oldcrow.ca](http://www.oldcrow.ca) ; Vuntut Gwitchin First Nation et Smith 2010).

De ces témoignages, nous apprenons notamment que les grands chefs Gwitchin avaient installé leurs villages de façon stratégique, c'est-à-dire dépendamment des migrations saisonnières du caribou. Deux fois par ans, à chaque printemps et chaque été, les cervidés traversent ainsi le territoire des Vuntut Gwitchin depuis les plaines côtières arctiques, où ils se réunissent pour mettre bas à la belle saison, jusqu'aux aires d'hivernage situées au sud du village d'Old Crow. Constitués d'une centaine de milliers d'individus, les hardes de caribou sont ainsi au cœur de la culture Gwitchin. Les chasseurs installent des camps temporaires pour la capture de l'animal qu'ils ramèneront ensuite au camp d'habitat. La viande y sera préparée de différentes sortes : fumée, séchée, bouillie, frit ou gelée. La viande séchée (*cf.* jerky) et le pemmican (un mélange de viande séchée, de graisse animale et de baies) peuvent se conserver longtemps et être consommés en hiver pour pallier à un manque nutritif. Les os, pour leur contenance en moelle, et la tête (cerveau, langue) peuvent également être préparés en soupe ou en ragoût. Le caribou, chassé chaque année, représente ainsi la source principale de nourriture des Vuntut Gwitchin mais fournit également en matériaux divers (peau, os, bois) pour la confection d'habits et accessoires traditionnels (e.g., parkas, mocassins, gants, sacs, etc.) ainsi que pour d'autres objets artisanaux, outils et armes. De la carcasse de caribou, tout est utilisé, rien n'est gaspillé.

Durant la fin du Pléistocène, les chasseurs-cueilleurs du nord du Yukon étaient des groupes encore nomades, sillonnant le territoire selon les migrations saisonnières de la faune. La présence d'ossements de caribou portant des traces de boucherie dans les Grottes du Poisson-Bleu (*cf.* chapitre 5.6.1, p. 220) confirme que l'espèce était déjà une part importante de la subsistance des peuples du

nord entre 15 et 22 ka cal BP ( $12\,790 \pm 65$   $^{14}\text{C}$  BP, OxA-33772 ;  $18\,570 \pm 110$   $^{14}\text{C}$  BP, OxA-33777). Le site, localisé à seulement une cinquantaine de kilomètres du village d'Old Crow, se situe également au centre des voies migratoires actuelles des hardes de caribous. Les grottes devaient en fait offrir un excellent point d'observation sur la vallée pour la capture des animaux. Tout comme les chasseurs Vuntut Gwitchin d'aujourd'hui, nous pourrions imaginer, sous toute réserve, que le site des Grottes du Poisson-Bleu devait être un camp temporaire, une halte de chasse pour la capture et le traitement préliminaire des carcasses avant un transport vers le site d'habitat. De plus, les activités de dépeçage et de décarnisation révélées par les traces de boucherie suggèrent que la viande et la peau étaient récupérées. Les os devaient également être attractifs à ces populations humaines pour leur valeur nutritive (riche en moelle et graisse) ainsi que pour l'industrie osseuse.

Après des milliers d'années de développement culturel, social et économique d'une communauté de Première Nation en relation étroite avec leur milieu naturel, les Vuntut Gwitchin se retrouvent au centre d'un débat politique majeur : aujourd'hui, le mode de vie traditionnel de ces peuples est menacé par les compagnies de gaz et de pétrole qui cherchent à s'implanter sur les aires de mise bas et d'hivernage des caribous ([www.vgfn.ca/caribou](http://www.vgfn.ca/caribou)). Les conséquences pourraient forcer les hardes de cervidés à emprunter de nouvelles voies migratoires, poussant du même coup les communautés de Première Nation, alors contraintes à s'adapter, vers de nouveaux territoires de chasse.

### **6.3. Du mammoth dans l'assemblage osseux**

Nous revenons ici sur le nucléus et l'éclat de mammoth (*cf.* chapitre 5.6.4, p. 233) identifiés par Cinq-Mars et Morlan (1999) sur le site des Grottes du Poisson-Bleu : alors que la plupart des ossements de proboscidiens présentent des fractures post-dépositionnelles et arborent des traces de dents de carnivores qui pourraient signaler une accumulation et une altération naturelle de ces ossements, le nucléus et l'éclat se distinguent par des fractures en spirale et une absence de trace de dents qui indiqueraient, au contraire, une activité culturelle (*cf.* chapitre 5.4.2.5, p. 205). Dans cette partie, nous discutons de la possibilité qu'une partie de l'assemblage osseux de mammoth ait été accumulée et modifiée par des agents anthropiques.



### 6.3.1. Accumulation par les carnivores et modification naturelle des os ?

Concernant l'origine naturelle des modifications d'ossements de mammoth, ces facteurs ont déjà été discutés par Cinq-Mars et Morlan (1999) et c'est pourquoi nous ne repasserons ici que sur les grandes lignes. Parmi les causes non-anthropiques de la fracturation des os de mammoth considérées par les auteurs, on retrouve plus particulièrement : (1) le transport par l'eau ou la glace, (2) la compaction due au poids des sédiments, (3) une chute accidentelle de l'animal lors de son vivant, (4) le piétinement par d'autres proboscidiens, (5) les chutes de pierres en contexte karstique ou aux pieds de falaises ou encore (6) le rongement par les carnivores (Binford 1981; Dixon 1984; Haynes 1991; Haynes et Krasinski 2010; Morlan 1984; Shipman 1981; Thorson et Guthrie 1984). Situé dans un affleurement calcaire à 250 m au-dessus de la vallée et enfouis dans un dépôt loessique de quelques centaines de centimètres seulement, le contexte géologique et sédimentologique (*cf.* chapitre 3.2, p. 74) des Grottes du Poisson-Bleu permet d'exclure d'emblée les points 1 et 2 (Cinq-Mars et Morlan 1999:205). Le troisième point a également été rejeté du fait de l'absence de polissage ou de remodelage osseux autour de la fracture (Haynes 1988) ainsi que de l'absence de quelconques pathologies sur les autres spécimens osseux de mammoth (Cinq-Mars et Morlan 1999:206).

Par ailleurs, les observations du comportement des éléphants modernes africains ont montré que ceux-ci peuvent créer des éraflures ou même des fractures sur les ossements d'autres éléphants, par piétinement, vautrement ou encore manipulation des restes squelettiques avec la trompe (Binford 1981; Haynes 1988, 1991; Morlan 1980). La fragmentation des os peut être intensive dans les espaces restreints donnant accès à des points d'eau ou lorsque les carcasses sont abondantes. En revanche, la fragmentation résultant du piétinement peut être faible voir inexistante sur les carcasses isolées de proboscidiens et/ou éloignées des sources d'eau (Haynes 1988, 1991). Ces dernières conditions se rapprochent plus du contexte géographique et des quelques restes squelettiques reclus de la Grotte II ; le point 4 est donc rejeté (Cinq-Mars et Morlan 1999:206).

Les chutes de pierres correspondent toutefois mieux au contexte de notre site. La majorité des ossements de mammoth dans l'assemblage des Grottes I et II exhibent des fractures sur os sec ayant été causées par divers processus post-dépositionnels, dont les chutes de pierres (*cf.* chapitre 5.4.2.5, p. 205). Il est tout aussi probable que ce même facteur ait causé les fractures sur os frais que l'on observe sur le nucléus et l'éclat. Selon Cinq-Mars et Morlan (1999:206), la localisation stratigraphique

des spécimens ne semble pas impliquer un tel processus : le nucléus se trouve à environ 3-4 mètres de l'entrée de la cavité et l'éclat fut retrouvé à encore 2 mètres plus bas. On peut toutefois penser que des ossements alors déposés sous le porche de la Grotte II furent brisés par le détachement de blocs rocheux puis déplacés ultérieurement le long des pentes par l'activité biologique (e.g., ursidés). Néanmoins, les chutes de pierres se caractérisent par des événements aléatoires qui ne pourraient aboutir que difficilement à la réduction osseuse telle que décrite sur le nucléus de mammoth de la Grotte II, c'est-à-dire trois négatifs d'enlèvements successifs dans l'axe longitudinal de l'os (Cinq-Mars et Morlan 1999:206). Ce cinquième point, bien que peu probable mais pas impossible, ne peut être complètement rejeté.

Concernant la question de la fracturation osseuse par les carnivores, il est bien reconnu que certains grands carnivores, comme les loups et plus particulièrement les hyènes, sont capables de briser les os longs compacts d'ongulés pour en extraire la moelle (Haynes 1980, 1988). Il est cependant moins évident de fracturer des os longs aussi épais que ceux d'un proboscidiien. Si certains auteurs (Holen 2006) soulignent que l'effort requis pour briser une diaphyse d'os long de mammoth adulte (épiphyses fusionnées) est au-delà de la capacité des espèces nord-américaines du Pléistocène (i.e., *Canis dirus*, *Panthera leo atrox* ou encore *Arctodus simus*), d'autres chercheurs (Haynes 1980; Haynes et Krasinski 2010) insistent sur le fait que des carnivores affamés pourraient en avoir la capacité, notamment si les épiphyses ont déjà été rongées lors d'un premier accès à la carcasse. Haynes (1988) signale d'ailleurs que les épiphyses d'os longs d'éléphants de moins de 30-35 ans peuvent ne pas encore être fusionnées à la diaphyse, ce qui entraîne une vulnérabilité de la structure osseuse ; les carnivores peuvent alors, sans trop de difficulté, ronger une épiphyse et progresser ensuite vers la diaphyse. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, la taille relative des ossements et l'absence d'épiphyses fusionnées suggèrent une prédominance d'individus juvéniles et, possiblement, de jeunes femelles adultes. La fracturation des os longs par de larges carnivores du Pléistocène ne devrait donc pas être impossible. Si les félidés peuvent être en partie accusés de l'accumulation des os de mammoth dans les cavités, ils ne sont généralement que peu intéressés par les os une fois ceux-ci décharnés et ne créent donc pas de dommages importants (Domínguez-Rodrigo 1999; Haynes 1983b). En revanche, les canidés (ici, en l'occurrence, *C. lupus*), et possiblement l'ours géant à face courte (*A. simus*), sont plus à même d'entraîner une destruction des épiphyses et d'engendrer, éventuellement, la fracturation des diaphyses (Haynes 1980, 1983b, 1988; Haynes et Krasinski 2010). Néanmoins, aucune trace de dent n'a été observée sur le nucléus et l'éclat de la Grotte II. De plus, le reste de l'assemblage

osseux de mammoth (dans la Grotte II comme dans la Grotte I) présente des traces de dents mais une absence de fracture en spirale sur les diaphyses d'os longs ; les cylindres diaphysaires et les fractures post-dépositionnelles sur os sec semblent plutôt indiquer une incapacité des carnivores à fracturer les os longs de mammoth, qu'ils proviennent d'individus adultes ou juvéniles. Notre sixième hypothèse – impliquant l'action des carnivores dans la fracturation du nucléus et de l'éclat – ne pourrait être totalement rejetée mais n'est pas non plus approuvée.

Si les processus naturels ne peuvent assurément expliquer la modification osseuse du nucléus et de l'éclat, qu'en est-il du facteur humain ?

### 6.3.2. Prédation ou collecte par les humains et technologie osseuse ?

Dans un tel palimpseste d'occupations, l'impact humain est difficile à attester d'autant que les carnivores laissent de nombreux dommages bien visibles sur les ossements tandis que les témoins culturels sont, au contraire, beaucoup plus discrets. Pour soutenir l'origine culturelle de la modification du nucléus et de l'éclat de mammoth, des traces de découpes ou des attributs morphologiques typiques d'un travail de l'os (i.e., plan de frappe, points d'impact, fractures en spirale, négatifs d'enlèvements, bulbe de percussion, ondulations) devraient être observés (Haynes et Krasinski 2010; Holen 2006; Krasinski 2010; Morlan 1984; Patterson 1983; Stanford et al. 1981; Villa et D'errico 2001). Néanmoins, Haynes et Krasinski (2010) signalent que les bulbes de percussion et leur négatif ne sont pas toujours présents sur des éclats et nucléus osseux après percussion. En outre, ils ne caractérisent pas forcément une intervention humaine : ces mêmes attributs ont été observés sur des défenses d'éléphant fracturées naturellement par flexion lors d'un combat violent entre deux individus (Haynes 1988; Haynes et Krasinski 2010).

Sur certains sites, des éclats osseux présentent plusieurs négatifs d'enlèvements selon un schéma séquentiel et exhibent des contre-bulbes distincts ; ils présentent une crête travaillée avec des retouches bifaciales, symétriques, dont le produit final est très similaire aux haches en pierre taillée. De par ces caractéristiques, ces pièces sont facilement qualifiables d'outils en os (Villa et D'errico 2001). Dans d'autres sites cependant, les éclats osseux ne sont pas autant travaillés et leur interprétation reste débattue (Backwell et d'Errico 2004; Gaudzinski et al. 2005). En Amérique du Nord, un débat oppose notamment les partisans d'une technologie osseuse sur os de proboscidiens

durant les stades isotopiques 2 et 3 dans les Grandes Plaines (Holen 2006, 2007; Holen et Holen 2013) ou dans le nord du Yukon (Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington 2011; Irving et Harington 1973; Irving et al. 1989; Morlan 1980, 1984, 2003; Morlan et Cinq-Mars 1982; Morlan et al. 1990) contre ceux qui y voient plutôt le résultat de processus naturels (Grayson et Meltzer 2002; Grayson et Meltzer 2015; Haynes 1988; Haynes et Krasinski 2010; Krasinski 2010). Récemment, un gisement californien, daté de 130 000 ans, a livré quelques os fracturés d'un squelette de mastodonte ainsi que de gros galets, possiblement des percuteurs et des pierres-enclumes, soulevant l'hypothèse d'une fracturation par les humains au cours du stade isotopique 5 (Holen et al. 2017). Ces interprétations restent cependant critiquées par un bon nombre de chercheurs qui insistent notamment sur les problèmes d'équifinalité et sur le contexte géologique et historique du site (Rincon 2017).

Pour ces cas peu évidents, seule la présence de traces de percussion avec micro-striations et de traces de découpe pourrait témoigner d'une modification anthropique des spécimens osseux de proboscidiens (Haynes et Klimowicz 2015). Toutefois, même les traces de découpe peuvent être rares ou absentes en raison de l'épaisseur du cartilage et du périoste. Haynes et Klimowicz (2015) précisent que le contact de l'outil sur une surface dure émousse la lame et que ce geste est donc généralement évité par les bouchers. En revanche, si des bouchers expérimentés peuvent ne laisser aucune trace, des bouchers moins expérimentés et moins consciencieux vis-à-vis de leurs outils peuvent laisser des marques à la surface des os, et notamment des coups de percussion souvent profonds et relativement abondants (Haynes et Krasinski 2010).

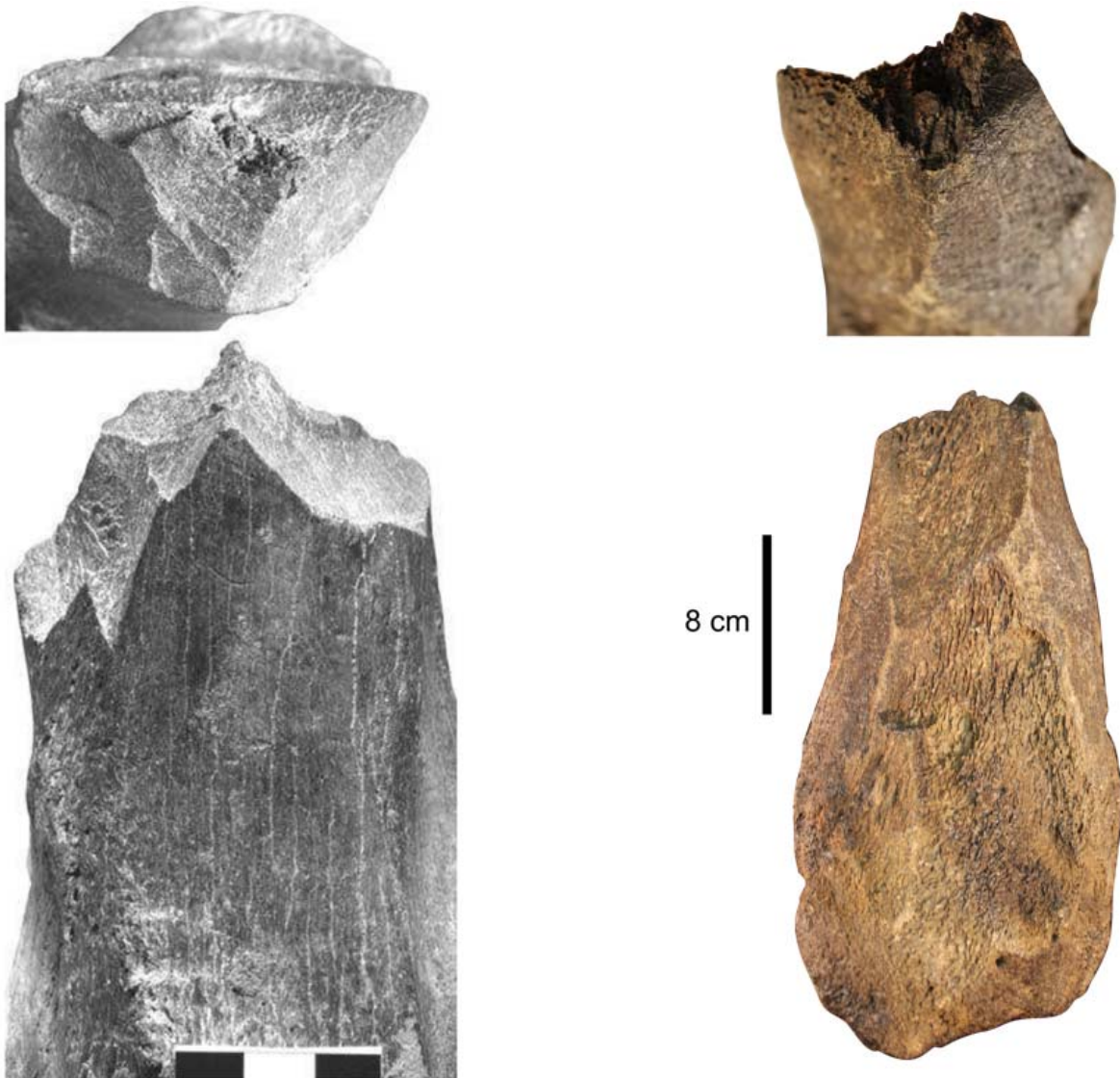
Dans la Grotte II du Poisson-Bleu, des traces de percussion n'ont pas été observées sur le nucléus ou l'éclat mais deux traces fines et profondes ont été relevées sur ce dernier et semblent correspondre à des activités culturelles (*cf.* chapitre 5.6.4, p. 233). En outre, il est intéressant de noter que ces deux spécimens sont les seuls des assemblages de mammoth des Grottes I et II à présenter des fractures sur os frais et une absence de trace de dents. Par ailleurs, ces fractures en spirale et la forme générale de l'éclat rappellent certains fragments d'os long de très grand mammifère récoltés sur le site tanzanien des Gorges d'Olduvai (Figure 81) : ils ne présentent pas de trace de percussion ni de trace de dents de carnivore, mais plusieurs négatifs d'enlèvements qui semblent résulter d'une retouche intentionnelle (Backwell et d'Errico 2004). De même, les caractéristiques morphologiques dudit nucléus peuvent être comparées avec une portion distale de tibia de giraffidé provenant d'un autre site des Gorges d'Olduvai (Figure 82) : le spécimen présente plusieurs enlèvements centripètes

résultant très certainement d'une percussion par les humains (spécimen FCKII 068-6682 ; Backwell et d'Errico 2004:152, Fig. 54). Un autre tibia distal d'équidé présente les mêmes caractéristiques (spécimen SHKII 068-6677 ; Backwell et d'Errico 2004:152, Fig. 53 ; Shipman 1989:325, Fig. 5). D'ailleurs, Cinq-Mars et Morlan (1999) insistent particulièrement sur la complexité de la séquence de réduction du nucléus de la Grotte II, mettant en avant trois négatifs d'enlèvements longitudinaux (Figure 74, p. 235) qui ne peuvent, selon les auteurs, résulter d'événements aléatoires tels que le rongement par les carnivores, le piétinement ou les chutes de pierres mentionnés plus haut. L'éclat lui-même a été remodifié sur plus du tiers de sa superficie totale et présente deux incisions qui nous semblent difficilement résulter d'un processus naturel (Figure 75, p. 237). En conséquence, s'il reste difficile de confirmer l'origine culturelle de ces deux spécimens isolés, la possibilité que les humains soient responsables de leur modification osseuse ne peut être rejetée.



**Figure 81 : Comparaison d'un outil en os de grand mammifère avec l'éclat de mammoth de la Grotte II du Poisson-Bleu.**

A gauche, éclat osseux provenant des Gorges d'Olduvai et interprété comme un outil (spécimen HWKEII 249). Barre = 1 cm ; illustration d'après Backwell et d'Errico (2004), reproduite sous licence CC BY 4.0. A droite, éclat osseux de mammoth de la Grotte II (MCH, spécimen H6.3.21).



**Figure 82 : Comparaison d'un os long de grand mammifère modifié par les humains avec le nucléus de mammoth de la Grotte II du Poisson-Bleu.**

A gauche, portion distale de tibia de giraffidé provenant des Gorges d'Olduvai et exhibant plusieurs enlèvements centripètes (spécimen FCKII 068-6682); illustrations d'après Backwell et d'Errico (2004), reproduite sous licence CC BY 4.0. A droite, le nucléus de mammoth provenant de la Grotte II exhibant trois négatifs d'enlèvements (MCH, spécimen K5.2.3).

Par ailleurs, les datations radiocarbone obtenues sur ces deux spécimens (ca. 23 500 <sup>14</sup>C BP) (Tableau V, p. 86) ne reflètent pas nécessairement la date de l'occupation humaine dans les cavités et n'implique pas non plus que l'humain soit responsable de la mort de l'animal. Les grands mammifères de plus de 1000 kg sont plus dangereux et demandent plus de temps et d'habileté à chasser et à

abattre que les ongulés de plus petite taille (Haynes et Klimowicz 2015). Les mammoths auraient donc été plus rarement chassés, à moins que la population humaine soit en état de stress alimentaire ou que les normes culturelles dépendent fortement de cette ressource. Sur le site Yana RHS en Sibérie, les chercheurs ont montré que cette espèce n'était chassée que de temps en temps, possiblement quand l'ivoire était recherché (Nikolskiy et Pitulko 2013). Les mêmes auteurs soulignent que la chasse aux mammoths durant le Gravettien en Europe devait être opportuniste et non fréquente. Il est donc probable que des groupes de chasseurs-cueilleurs n'aient eu qu'un accès secondaire à une carcasse de mammoth abattu par un autre prédateur ou bien qu'un os long en particulier ait été récolté longtemps après la mort de l'animal puis ramené sur le site pour y être travaillé. En contexte périglaciaire notamment (Sutcliffe 1990), l'os peut conserver ses propriétés physico-chimiques, entraînant, même plusieurs années plus tard, des fractures sur os frais (Haynes et Klimowicz 2015). Selon Backwell et d'Errico (2004), il serait également possible de travailler l'os de proboscidiens ayant subi les effets de l'intempérisation. Néanmoins, Morlan (1984) précise que la perminéralisation, observée notamment sur les nombreux fossiles du nord du Yukon (i.e., bassin d'Old Crow), n'encouragerait pas la collecte et le travail de l'os trop longtemps après la mort de l'animal.

Considérant les nouvelles datations radiocarbone qui nous ont permis de dater avec certitude les périodes d'occupations humaines dans les Grottes du Poisson-Bleu, nous pourrions considérer que les chasseurs béringiens, qui exploitaient le cheval dans la Grotte II il y a 23-24 000 cal BP, aient également travaillé l'os de mammoth. L'hypothèse de Cinq-Mars et Morlan (1999), selon laquelle les humains étaient déjà installés dans le nord du Yukon il y a environ 28 000 cal BP (23 500 <sup>14</sup>C BP), n'est pas non plus impossible. De par leur taille et l'épaisseur de l'os compact, les os longs de proboscidiens auraient constitué un matériau de choix pour la production d'outils en os lorsque la matière lithique venait à manquer (e.g., affleurement lithique sous la neige) (Gaudzinski et al. 2005; Morlan 1980). Ces hypothèses ne peuvent cependant pas être confirmées.

Le long des rivières Old Crow et Porcupine, des ossements de proboscidiens ont été récoltés dans les alluvions et sont décrits comme présentant « des caractéristiques en tous points analogues » (Cinq-Mars 1990), c'est-à-dire exhibant des fractures en spirale, des négatifs d'enlèvements, des plans de frappe, des points d'impact dynamique ou encore, des éclats osseux (Figure 7, p. 27). Les dates radiocarbone s'échelonnent entre 25 000 et 40 000 <sup>14</sup>C BP (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan

1999; Harington 2011; Irving et Harington 1973; Irving et al. 1989; Morlan 1980, 2003; Morlan et Cinq-Mars 1982; Morlan et al. 1990). La présente étude taphonomique laisse envisager que certaines des modifications osseuses des spécimens d'Old Crow puissent être le résultat d'activités culturelles. Néanmoins, elle souligne également la complexité des interprétations archéologiques et appelle à la prudence face à des spécimens isolés, sans association directe avec un matériel lithique ou provenant de dépôts sédimentaires remaniés. Dans le bassin d'Old Crow, le piétinement ou la manipulation des ossements par les proboscidiens ainsi que le transport par l'eau ou la glace sont autant de processus ayant pu entraîner les altérations de surface et les fractures osseuses observées sur les restes squelettiques (Morlan 2003). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, en revanche, il est peu probable que ces facteurs aient causé la fracturation des os longs de mammoth (Cinq-Mars et Morlan 1999). De plus, l'origine culturelle de la modification osseuse du nucléus et de l'éclat peut être soutenue par les caractéristiques morphologiques de ces spécimens (i.e., trois négatifs d'enlèvements longitudinaux sur le nucléus et deux stries sur l'éclat) et par leur provenance stratigraphique (i.e., dans un dépôt loessique qui renferme également un outillage lithique ainsi que des ossements portant des traces de découpe et dont les datations font remonter la présence humaine à environ 24 ka cal BP). En outre, même si l'origine culturelle des modifications osseuses de certains spécimens du bassin d'Old Crow pouvait être confirmée, il est important de rappeler que l'âge des ossements ne correspond pas forcément à la date de la présence humaine dans ces régions si les os utilisés pour l'industrie osseuse ont été collectés quelque temps après la mort de l'animal.



## **7. IMPLICATIONS RÉGIONALES – DISPERSIONS BÉRINGIENNES**

Le site des Grottes du Poisson-Bleu fut longuement plongé dans la controverse, faute de preuves évidentes vis-à-vis de la nature anthropogénique des modifications osseuses des spécimens datés. Aujourd’hui, le voile se lève sur ce site béringien et l’hypothèse alors proposée par les principaux chercheurs se confirme en partie. Les grottes étaient occupées par les humains de façon sporadique et brève sur une période de plus de 10 000 ans, entre 12 et 24 ka cal BP. Les cavités offrant un excellent point de vue sur la vallée et les migrations de la faune, des activités de chasse y étaient pratiquées, de façon probablement saisonnière.

A l’échelle régionale, quelles implications ces nouvelles données peuvent-elles avoir sur notre connaissance des dispersions humaines en Béringie et sur le mode de subsistance de ces premiers chasseurs-cueilleurs béringiens ? Ce chapitre réintègre nos interprétations du site des Grottes du Poisson-Bleu dans le contexte béringien développé au chapitre 2. Il revient sur les données paléo-environnementales, génétiques, archéologiques et archéozoologiques et engage sur des comparaisons entre sites archéologiques de plein-air et gisements en contexte karstique, sur l’ensemble de la Béringie à la fin du Pléistocène.

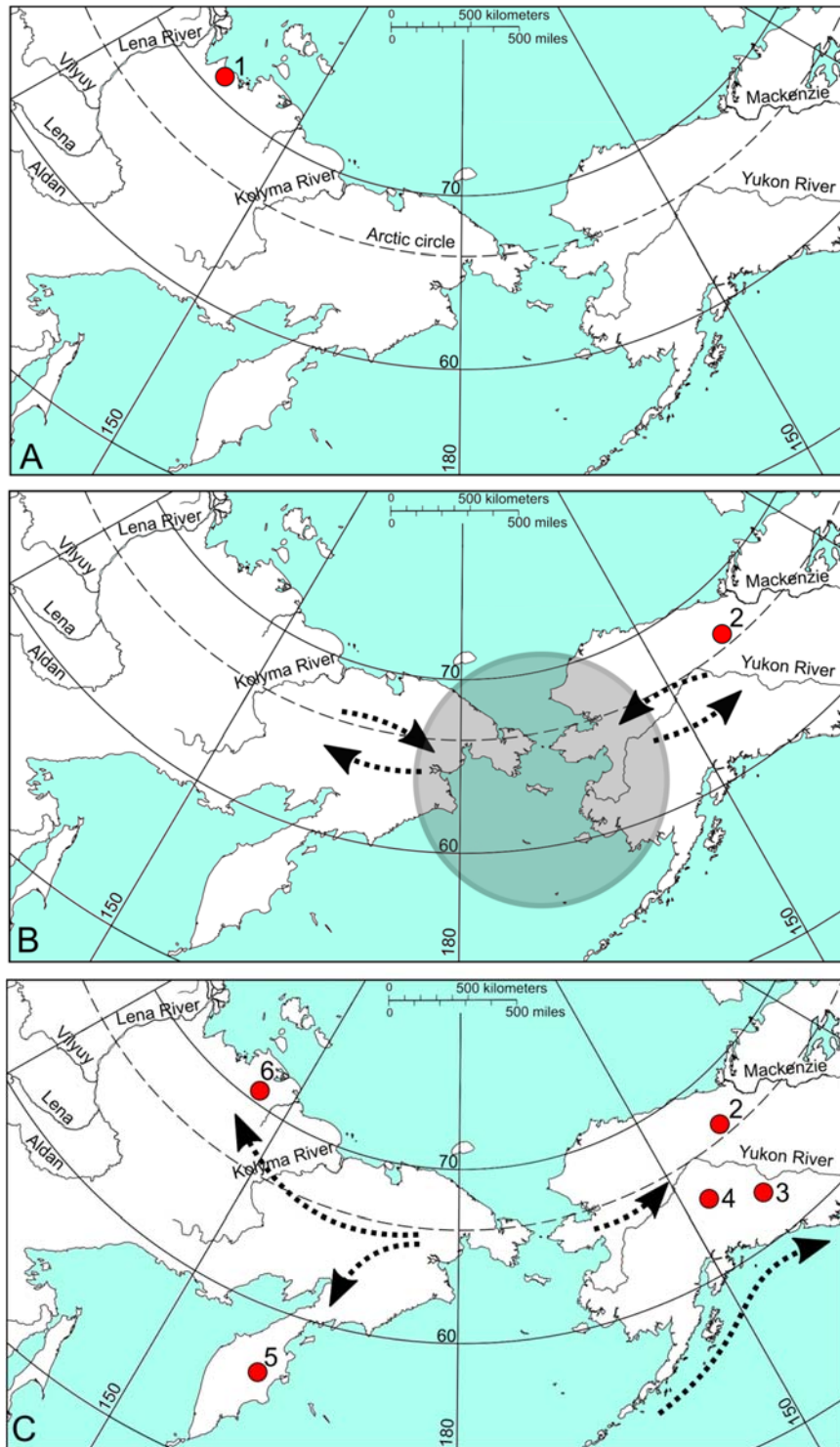
### **7.1. Mise à jour des schémas de mobilité des chasseurs-cueilleurs béringiens**

Avec des dates incontestées d’une présence humaine datant du DMG, les Grottes du Poisson-Bleu constituent à ce jour le site paléoindien le plus ancien de l’Amérique du Nord et représentent enfin la preuve archéologique longtemps attendue qui confirme les suppositions de la génétique ; un nouveau regard se porte alors sur les premiers peuplements de l’Amérique.

### 7.1.1. La « *Beringian standstill hypothesis* » soutenue par l'archéologie

#### ***L'occupation béringienne durant le Dernier Maximum Glaciaire***

Les sites du fleuve Yana confirment que les populations humaines avaient déjà atteint la frontière béringienne avant le DMG, il y a 32 000 cal BP (Figure 83, A) (Basilyan et al. 2011; Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004). Toutefois, jusqu'à aujourd'hui, l'absence de site archéologique datant du DMG laissait supposer que ces groupes de chasseurs-cueilleurs ne s'étaient pas aventurés plus loin sur les terres béringiennes. La présente étude démontre, au contraire, que des groupes humains avaient continué leur progression jusqu'au Territoire du Yukon malgré l'arrivée du DMG. Les nouvelles datations obtenues sur des spécimens osseux portant des traces de boucherie attestent que différents groupes de chasseurs-cueilleurs occupèrent les Grottes du Poisson-Bleu entre 12 000 et 24 000 cal BP (Bourgeon et al. 2017). Ces données s'accordent avec la « *Beringian standstill hypothesis* », telle que suggérée par les études génétiques et paléo-génétiques, qui évoque une isolation des populations humaines en Béringie – agissant alors comme un refuge glaciaire (cf. chapitre 2.3.1, p. 42) – entre 15 000 et 23 000 cal BP (Raghavan et al. 2015), voire même un peu plus tôt, dès 24-25 000 cal BP (Figure 83, B) (Llamas et al. 2016; Tamm et al. 2007). A ce sujet, Cinq-Mars (1990:27) évoquait déjà l'hypothèse « d'une longue pause, d'un temps d'arrêt au cours duquel se sont développés, chez des populations qu'il nous reste à identifier, ces modes d'adaptation qui facilitèrent à quelques unes d'entre elles, plus tard et très certainement au Tardiglaciaire, le passage vers le sud ».



**Figure 83 : Résumé des schémas de mobilité des premières populations humaines en Béringie.**

(A) Période pré-DMG : les humains atteignent la Béringie occidentale ; (B) DMG : les humains se retrouvent génétiquement isolés, possiblement en Béringie centrale (zone grise) d'où de petits groupes de chasseurs partent explorer les hautes terres steppiques ; les Grottes du Poisson-Bleu sont occupées de façon sporadique ; (C) période post-DMG : le réchauffement climatique entraîne le retrait des glaciers et la remontée des eaux, les

populations humaines s'aggrandissent et se dispersent vers la Sibérie et vers les Amériques en suivant la côte Pacifique. (1) sites Yana, (2) Grottes du Poisson-Bleu, (3) Little John, (4) Swan Point, Broken Mammoth, Mead, (5) Ushki, (6) Berelekh. Image reproduite et modifiée à partir de *The World Factbook* 2013-14. Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2013 (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>).

Il est important de souligner ici que les occupants des Grottes du Poisson-Bleu ne dérivent pas nécessairement des chasseurs nomades qui s'étaient établis près du fleuve Yana il y a 32 000 ans. En effet, la technologie lithique reportée sur ces deux sites archéologiques diffère ; celle du site sibérien fait référence à un outillage bifacial et une absence de microlames (Pitulko et al. 2004) tandis que celle du site canadien se rapporte à la culture Dyuktai (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). A moins qu'il ne s'agisse d'une évolution culturelle de la population béringienne, il se pourrait qu'un premier groupe d'humains ait atteint la frontière occidentale de la Béringie à la fin du stade isotopique 3 sans toutefois s'aventurer en Béringie orientale. Au cours du stade isotopique 2, soit durant le DMG, une seconde vague de dispersion venue du nord-est de l'Asie aurait amené des populations nomades jusqu'à la frontière orientale de la Béringie. Le déplacement de ces populations se reflète aujourd'hui à travers le site des Grottes du Poisson-Bleu et coïncide avec l'hypothèse d'une isolation génétique, et probablement géographique, relativement courte des populations humaines en Béringie (environ 8000 à 9000 ans) et une arrivée durant le DMG (Llamas et al. 2016; Raghavan et al. 2015).

### ***L'isolation des populations humaines... en Béringie centrale ?***

Faute de plus de preuves et outre l'étude actuelle, il reste difficile de confirmer si l'isolation béringienne eu lieu en Béringie centrale, tel que proposé par Hoffecker et al. (2014, 2016), ou ailleurs, les Grottes du Poisson-Bleu étant situées à la frontière à la plus orientale de la Béringie. Au-delà de 60° N, le froid et l'aridité générale de la Béringie occidentale et orientale du DMG n'auraient pas encouragé les populations préhistoriques à s'installer sur ces terres. Néanmoins, avec un climat relativement plus doux et plus humide et la présence de bois pour allumer un feu (*cf.* chapitre 2.2.2, p. 34), les basses terres de la Béringie centrale auraient pu accueillir une population humaine au cours de cette période glaciaire, tandis que certains groupes se dispersaient à l'ouest et à l'est vers des régions plus steppiques pour des activités de chasse, probablement saisonnières (Figure 83, B) (Hoffecker et al. 2016). Cette supposition expliquerait le caractère sporadique et bref des occupations humaines dans les Grottes du Poisson-Bleu. En outre, la présence d'aiguilles d'épinette récoltées dans la portion inférieure du dépôt sédimentaire de la Grotte I – à moins qu'elle ne résulte d'une

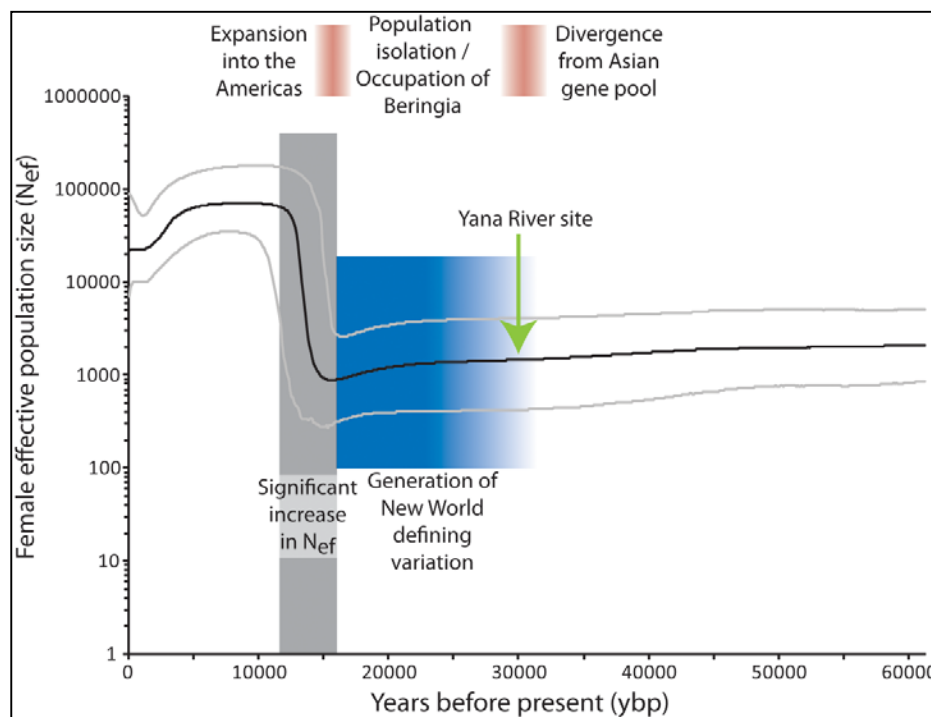
contamination post-dépositionnelle – suggère que les arbres aient pu survivre durant le stade glaciaire dans quelques régions protégées de la vallée de la rivière Bluefish (Cinq-Mars 1979). Dans d'autres gisements du nord du Yukon, des aiguilles d'épinette confirment la présence locale des arbres lors de la transition MIS 3-2 (Zazula et al. 2006b). La persistance des arbres dans le nord du Yukon durant le DMG reste néanmoins incertaine en raison de l'absence de macrofossiles clairement datés de cette période. Mais dans la mosaïque de végétation que représente la Steppe à Mammoth (Guthrie 1990), l'hypothèse n'est pas exclue et les arbres pourraient avoir persisté dans les fonds de vallées où un certain taux d'humidité était maintenu malgré l'aridité régionale du climat (Zazula et al. 2006b).

### ***Des preuves archéologiques rares...***

La présente étude confirme également certaines remarques déjà soulignées par les premiers chercheurs ayant travaillé sur les Grottes du Poisson-Bleu (Cinq-Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982). D'une part, aucun obstacle n'a empêché les dispersions humaines en Béringie orientale durant le DMG : les populations humaines étaient adaptées aux conditions climatiques de l'arctique et l'isthme béringien était bel et bien présent, facilitant les déplacements vers le Nouveau Monde. Seuls les glaciers continentaux auraient freiné la dispersion de ces populations qui auraient dû attendre la fin du DMG pour que les glaciers régressent et ouvrent de nouveaux passages vers le sud (*cf.* chapitre 2.3, p. 41). Rappelons qu'à cette période, l'accès vers le sud par voie terrestre était fermé entre 25 et 16-15 000 cal BP (Dyke 2004; Dyke et al. 2002; Stokes et al. 2012), voire dès 26 500 cal BP (Clark et al. 2009). En outre, si la Béringie centrale a joué un rôle de filtre biogéographique pour certaines espèces fauniques au cours du DMG (Figure 9, p. 32) (Guthrie 2001), elle aurait aussi agi comme un refuge pour certaines espèces végétales ainsi qu'aux premières populations béringiennes (Guthrie 2001; Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014).

D'autre part, l'enregistrement archéologique béringien est effectivement très incomplet (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington 2011; Harington et Cinq-Mars 2008) : avec un complexe de sites daté du stade isotopique 3 (i.e., sites du fleuve Yana) et une majorité de sites datés de la période postglaciaire (e.g., Berelekh, Ushki, Swan Point, Broken Mammoth, Mead ou encore Little John) (*cf.* chapitre 2.1, p. 15), le site des Grottes du Poisson-Bleu est à ce jour l'unique site archéologique offrant des dates du DMG (Tableau XXXII, p. 238). Cette lacune peut s'expliquer par la remontée du niveau marin dès la fin du Pléistocène, submergeant une partie des terres béringiennes,

et plus précisément des basses terres de la Béringie centrale qui sont les plus susceptibles d'avoir accueilli des groupes humains pendant la période glaciaire (Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014). Mais la rareté des sites archéologiques datant du DMG pourrait aussi s'expliquer par une faible taille des populations humaines en Béringie : en effet, les analyses génétiques – basées sur la méthode « *Bayesian skyline plot* » développée pour estimer la taille des populations à partir des séquences moléculaires (Drummond et al. 2005) – évoquent environ 1000 à 2000 femmes au cours du DMG (Figure 84) (Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008), ce qui équivaldrait à une population humaine ne dépassant pas quelques dizaines de milliers d'individus (Llamas et al. 2016). En conséquence, il reste difficile de trouver des preuves du passage de petits groupes de chasseurs-cueilleurs hautement mobiles, évoluant dans un territoire aussi vaste dont une partie, la Béringie centrale, a été inondée par la montée des eaux.



**Figure 84 : Estimation bayésienne de la taille des populations en Béringie.**

La courbe noire indique l'estimation médiane de la population de femmes ( $N_{ef}$ ) et les courbes grises expriment l'intervalle de confiance à 95 %. La zone bleue représente le temps requis à la divergence génétique de la lignée des Natifs Américains et correspond à la population béringienne isolée durant le Dernier Maximum Glaciaire. Illustration d'après Mulligan et al. (2008), reproduite sous licence CC BY 4.0.

### ***Après le DMG, l'explosion démographique et les dispersions vers le sud***

Le reste de l'Amérique était encore inaccessible depuis la Béringie durant le DMG et ne fut donc occupé que plus tard, à partir de 16 000 cal BP, après l'amélioration climatique et le retrait des glaciers (Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; Perego et al. 2009; Raghavan et al. 2015; Reich et al. 2012; Tamm et al. 2007). L'amélioration climatique entraîna une augmentation de la taille des populations humaines, jusqu'alors isolées en Béringie, avec près de 100 000 femmes (Figure 84) (Fagundes et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008). Cette explosion démographique, couplée à l'inondation progressive des terres de la Béringie centrale et à l'influx des populations humaines d'Asie du Nord-Est, aurait poussé les humains vers de nouveaux horizons (Hoffecker et al. 2016). En même temps, le recul progressif des glaciers offrait alors des environnements attractifs et de nouveaux passages vers le sud. Ces dispersions postglaciaires correspondent au « *push and pull phenomena* », tel que définit par Yesner (2001), et coïncident avec l'expansion de la toundra arbustive hors de son refuge mésique dès la fin du Pléistocène (Figure 13, p. 40) (Guthrie 2001). Des populations humaines se dirigent ainsi vers le Nouveau Monde tandis que d'autres repartent vers l'ouest sibérien (Figure 83, C) (Tamm et al. 2007).

En Alaska et au Yukon, les données archéologiques décomptent un bon nombre de sites dès 14 000 cal BP (*cf.* chapitre 2.1, p. 15) (Goebel et al. 2008; Hoffecker et Elias 2007; Potter et al. 2013; West 1996). Le site des Grottes du Poisson-Bleu continuait alors d'être occupé de façon intermittente par des chasseurs humains, jusque vers 12 000 cal BP au moins (Figure 83, C). Les populations de chasseurs-cueilleurs installées à l'intérieur des terres restent toutefois bloquées par les inlandsis nord-américains et le corridor interglaciaire créé par le réchauffement climatique peine encore à percer au sein des masses glaciaires. En effet, celui-ci ne semble s'ouvrir que tardivement et n'offrirait un passage viable pour les populations humaines qu'après 13 000 cal BP (*cf.* chapitre 2.3.2, p. 45) (Heintzman et al. 2016; Mandryk et al. 2001; Perderson et al. 2016). Au contraire, la déglaciation de la côte Pacifique semble plus rapide et des refuges côtiers s'ouvrent, dès 16 000 cal BP, à des groupes humains adaptés à la navigation ainsi qu'à un mode de subsistance basé sur des ressources marines (*cf.* chapitre 2.3.3, p. 47). La dispersion des populations humaines peut alors se poursuivre le long des côtes nord-américaines (Figure 83, C), puis jusqu'en Amérique du Sud, avant de se répandre vers l'intérieur des terres ; cette hypothèse de dispersion postglaciaire par la côte est largement soutenue par les données génétiques (Dixon 2011; Erlandson et al. 2008; Fagundes et al. 2008; Kitchen et al.

2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; Perego et al. 2009; Raghavan et al. 2015; Rasmussen et al. 2014; Reich et al. 2012; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007).

Au Chili, le site Monte Verde II est occupé dès 14 500 cal BP et témoigne de ces migrations côtières jusqu'en Amérique du Sud (Dillehay 1989; Meltzer 1997; Meltzer et al. 1997); de récentes investigations à Monte Verde I, jusqu'alors classé parmi les sites controversés proposant une occupation humaine autour de 30 000 cal BP (Dillehay et Collins 1988), soulèvent toutefois la possibilité d'une installation entre 14 500 et 18 500 cal BP (Dillehay et al. 2015). Dans la région d'Ultima Esperanza, en Patagonie, la présence humaine est estimée autour de 13 000-14 500 cal BP (Martin et Borrero 2017; Metcalf et al. 2016; Steele et Politis 2009; Villavicencio et al. 2016). En Amérique du Nord, plusieurs sites pré-Clovis proposent des dates entre 13 200 et 15 500 cal BP (Gilbert et al. 2008; Hockett et Jenkins 2013; Jenkins et al. 2012; Waters et al. 2011a; Waters et al. 2011b), tandis que la culture Clovis apparaît et se diffuse entre 12 800 et 13 250 cal BP (Waters et Stafford 2007), illustrant ainsi l'expansion des populations humaines sur le continent nord-américain (Fiedel 2000; Goebel et al. 2008; Meltzer 1993). Le corridor interglaciaire, seconde voie de passage, aurait été emprunté plus tard, probablement du sud vers le nord, après 13 000 cal BP (Dixon 2011; Heintzman et al. 2016; Mandryk et al. 2001; Perdersen et al. 2016).

Encore une fois, l'outillage lithique identifié dans les Grottes du Poisson-Bleu ne peut être apparenté à celui des sites archéologiques découverts au sud des masses glaciaires : l'industrie microlaminaire de la culture Dyuktai est propre aux populations béringiennes et ne se retrouve pas sur le reste du continent américain. De nouvelles découvertes archéologiques seront donc nécessaires afin de mieux percevoir la dynamique encore mal comprise des populations humaines se dispersant vers les Amériques à partir d'une population de souche béringienne.

### 7.1.2. Guide de survie en Béringie pendant le Dernier Maximum Glaciaire

L'« arctique » et le « maximum glaciaire » font froid dans le dos ! Pourtant, la dernière période glaciaire n'a pas repoussé les populations humaines dans leur progression vers l'extrême nord-est sibérien jusqu'aux régions périglaciaires de l'Alaska et du Yukon. En fait, certains paramètres ont même facilité leur installation en Béringie au cours du DMG.



### ***Des hivers relativement chauds***

L'étude des pollens et des restes de coléoptères provenant de différents gisements ont permis des reconstructions paléo-climatiques de la Béringie au cours du DMG : si les chercheurs s'accordent généralement à y voir un climat relativement froid et aride, certains auteurs pensent en revanche que les températures hivernales auraient pu être plus élevées que les valeurs actuelles dans certaines régions (Elias 2001; Viau et al. 2008) (*cf.* chapitre 1.2, p. 2).

### ***Des adaptations technologiques***

Selon Viau et al. (2008), les températures annuelles moyennes en Béringie étaient de 3°C plus froides que les températures modernes entre 25 et 16 ka cal BP. Néanmoins, les premiers béringiens étaient technologiquement adaptés à la survie dans les régions de hautes latitudes dès le Paléolithique supérieur (Hoffecker 2005; Kuzmin 2008; Kuzmin et Keates 2005); l'enregistrement archéologique sibérien semble d'ailleurs démontrer que les très basses températures n'auraient pas constitué un grand défi aux humains du Paléolithique qui n'auraient pas déserté les régions froides de la Sibérie au cours du DMG (Fiedel et Kuzmin 2007; Kuzmin 2008). Les aiguilles à chas en os ou en ivoire, indispensables pour la confection de vêtements isolants, ont été répertoriées en Sibérie dès 40 ka cal BP (Buvit et al. 2015; Hoffecker 2005; Kuzmin 2008) ainsi qu'en Béringie occidentale (Yana RHS, ca. 32-30 ka cal BP) (Pitulko et al. 2012) et orientale (Broken Mammoth CZ3, ca. 12 ka cal BP) (Yesner 2001). Sur ce dernier site, un bouton en os témoigne également de l'importance du travail des peaux et de la confection de vêtements (Yesner 2001). Des traces d'habitations et des aires de stockage de nourriture ont également été identifiées en Sibérie quelque peu avant 40 ka cal BP (Buvit et al. 2015; Hoffecker 2005; Kuzmin 2008). Sur la péninsule du Kamchatka, des sols d'habitations ont été reportés à Ushki I et V, niveaux 6 et 7 (Dikov 1996; Goebel et al. 2003), datés pas plus tard que 13 ka cal BP (Goebel et al. 2010). Par ailleurs, la rareté de telles évidences technologiques n'est pas seulement due à des problèmes de conservation différentielle mais aussi à un enregistrement archéologique limité en Sibérie et en Béringie.

### ***Du bois pour le feu***

Les humains étant technologiquement adaptés aux environnements glaciaires, certains chercheurs ont avancé l'hypothèse que c'est plutôt l'absence de bois qui auraient freiné les dispersions humaines (Guthrie 1990; Hoffecker et Elias 2007) : l'apparition des sites archéologiques en Béringie, jusque là,

coïncidait d'ailleurs avec l'expansion de la toundra arbustive et l'arrivée des arbres (Goebel et al. 2008; Graf 2013; Hoffecker et Elias 2007). L'environnement béringien, toutefois, était composé d'une mosaïque de végétation alliant espèces végétales de la steppe et de la toundra et supportant une faune diversifiée de grands mammifères (*cf.* chapitre 2.2, p. 29) (Zazula 2003; Zazula et al. 2006a) ; un tel environnement aurait pu agir comme un refuge glaciaire aux premières populations béringiennes. Récemment, il a été proposé qu'une toundra mésique aurait persisté durant le DMG dans les basses terres de la Béringie centrale, aujourd'hui ennoyée (Brubaker et al. 2005; Elias et Crocker 2008; Guthrie 2001; Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014; Kaplan 2001; Westbrook 2012; Zazula et al. 2006b). Comme nous l'avons mentionné plus haut, la Béringie centrale devait constituer le centre d'accueil le plus plausible des groupes de chasseurs-cueilleurs durant la période glaciaire, en offrant un climat relativement plus doux et plus humide que l'environnement froid et aride de la Steppe à Mammouth (Guthrie 2001; Hoffecker et al. 2016). Cette région aurait également fourni du bois, matériau indispensable pour démarrer un feu (Hoffecker et al. 2016; Hoffecker et al. 2014). Si la graisse contenue dans les os a certainement été utilisée pour entretenir le feu (Hoffecker 2005; Kuzmin 2008), des études expérimentales ont montré que le bois ou même les brindilles étaient nécessaires pour l'allumage de celui-ci, sans quoi la combustion de la graisse serait trop difficile (Costamagno et al. 1999; Théry-Parisot et al. 2005).

### ***Une faune abondante et des armes adaptées***

Loin d'être un désert polaire, la Béringie, et notamment la région des Grottes du Poisson-Bleu, supportait une faune abondante et diversifiée durant la dernière période glaciaire (*cf.* chapitre 2.2.1, p. 29) (Burke et Cinq-Mars 1998; Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Guthrie 1990, 2001; Harington 2011; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan et Cinq-Mars 1982). Avec un outillage efficace, des chasseurs expérimentés pouvaient bénéficier d'une large gamme de proies, grands ongulés ou petits vertébrés mais aussi oiseaux et poissons, dans le but d'augmenter l'apport énergétique (Hoffecker 2005; Hoffecker et al. 2016). Les microlames notamment – bien présentes en Béringie, quoique parfois absentes sur certains sites archéologiques – pouvaient être insérées dans des pointes organiques en os, en ivoire ou en bois de cervidé (en creusant des rainures à l'aide de burins) et être utilisées comme arme de chasse ou comme couteau pour le traitement des carcasses ou pour d'autres activités diverses (Yesner et Pearson 2002). Rappelons que dans les Grottes du Poisson-Bleu, des microlames et des burins ont été récoltés dans le dépôt lœssique (*cf.* chapitre 3.3.1, p. 87) (Cinq-

Mars 1979, 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Morlan et Cinq-Mars 1982). A l'ouest de la Béringie, les microlames sont fréquemment retrouvées dans les sites archéologiques sibériens datés du DMG et pourraient avoir joué un rôle crucial dans la chasse au bison, cheval et caribou (Kuzmin 2008). Sous un climat de haute latitude où le sol est gelé et partiellement recouvert de neige en hiver, l'approvisionnement en matière lithique s'avère compliqué. La technologie microlaminaire devient alors intéressante car elle permet de produire plusieurs microlames à partir d'une petite quantité seulement de pierre ; le nucléus, compact et léger, pouvait être transporté facilement et être débité à tout moment (Dixon 1999; Yesner et Pearson 2002). La rareté des sources de matières lithiques n'était de ce fait pas une contrainte pour la production d'outils.

### ***Une industrie lithique... et une technologie osseuse ?***

Les premières populations à se disperser auraient eu des connaissances limitées vis-à-vis de la localisation des ressources lithiques de qualité ce qui aurait pu pousser les populations béringiennes à étendre les technologies lithiques à la matière organique (Morlan 1980; Yesner 2001). Une hypothèse similaire a été proposée pour expliquer l'adoption de matières premières animales pour la confection d'armatures au Paléolithique supérieur initial (Knecht 1997). A Yana, Berelekh et Broken Mammoth, des défenses de mammoths étaient collectées pour un travail ultérieur de l'ivoire (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014; Yesner 2001). Certains chercheurs précisent également que l'os de proboscidiens est suffisamment compact pour être travaillé et pour créer des outils lorsque la matière lithique vient à manquer (Gaudzinski et al. 2005; Morlan 1980).

Au cours de la présente étude taphonomique du matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu, nous n'avons pas exclu la possibilité que deux spécimens, provenant d'un même os long de mammoth et récoltés dans le lœss de la Grotte II, soient le résultat d'une industrie osseuse (*cf.* chapitre 6.3.2, p. 286), tel que proposé par Cinq-Mars et Morlan (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). Bien que des processus naturels puissent être la cause des altérations décrites dans le chapitre 5.6.4 (p. 233), il est tout aussi probable que l'élément osseux ait été collecté par les humains peu après la mort de l'animal et que ceux-ci soient responsables de la fracturation du nucléus et du détachement de l'éclat. Les datations AMS obtenues sur les deux spécimens avoisinent 28 000 cal BP ( $23\,200 \pm 250$   $^{14}\text{C}$  BP et  $23\,910 \pm 200$   $^{14}\text{C}$  BP). L'hypothèse d'une technologie osseuse de ces pièces pourrait alors suggérer une collecte tardive des ossements de mammoth après 24 000 cal BP lorsque les Grottes du Poisson-Bleu étaient utilisées par les humains ; les conditions périglaciaires de la région auraient permis à l'os

de conserver sa fraîcheur et d'être travaillé (Backwell et d'Errico 2004; Haynes et Klimowicz 2015). Certains pourraient aussi y voir une arrivée des groupes humains encore plus ancienne, entre 28 000 et 24 000 cal BP, mais cette hypothèse ne peut être confirmée.

### ***Proboscidiens et équidés : une source de nourriture abondante ?***

Suffisamment de preuves archéologiques soutiennent aujourd'hui que les humains étaient adaptés aux conditions périglaciaires du Pléistocène supérieur. Durant le DMG, l'occupation humaine est attestée en Sibérie (Kuzmin 2008). En outre, au-delà du cercle arctique sibérien, au moins trois sites témoignent d'une présence humaine durant le stade isotopique 3 : le complexe de sites du fleuve Yana datés vers 32-30 ka cal BP (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004), ainsi que les sites Bunge-Toll et SK Mammoth datés à 49-47 ka cal BP, bien que tous deux extérieurs à la Béringie (Pitulko et al. 2016). Dans l'arctique nord-américain, le site des Grottes du Poisson-Bleu atteste aujourd'hui de la présence humaine durant le stade isotopique 2, en plein maximum glaciaire. Selon certains chercheurs, la chasse aux mammoths, entre autres, pourrait avoir assuré la survie de ces groupes humains de l'arctique en procurant une source de nourriture abondante (Pitulko et al. 2016) ; des résidus de sang identifiés à l'espèce *Mammuthus primigenius* ont d'ailleurs été détectés sur des pointes de projectiles provenant de sites archéologiques béringiens datant de la transition Pléistocène-Holocène (Loy et Dixon 1998). D'autres chercheurs avancent toutefois que c'est le besoin en ivoire qui aurait surtout motivé l'abattage des proboscidiens (Nikolskiy et Pitulko 2013). En Béringie orientale, les sites archéologiques, datés de moins de 14 ka cal BP, renferment d'ailleurs rarement des restes squelettiques de proboscidiens (Holmes et al. 2012) et dénotent plutôt un travail de l'ivoire (Yesner 2001). Le mastodonte (*Mammuthus americanum*), quant à lui, aurait été extirpé de la Béringie orientale il y a plus de 50 000 ans, d'après une récente étude (Zazula et al. 2014), et ne faisait donc pas partie de la diète des premiers chasseurs béringiens.

Le cheval (*Equus lambei*), en revanche, était certainement chassé. En Amérique du Nord, seul le site Wally's Beach (Alberta) attestait jusque là de l'abattage et de la consommation des équidés par les humains au cours du Pléistocène, il y a 13 300 cal BP (Waters et al. 2015). En Béringie, les activités de chasse au cheval étaient moins évidentes : à Swan Point CZ4 la chasse n'est que supposée (Holmes 2011; Potter et al. 2013) tandis qu'à Yana RHS une mandibule de cheval porte des stigmates de boucherie (Pitulko et al. 2004). En outre, l'absence générale d'étude archéozoologique et taphonomique du matériel faunique béringien ne permet pas de certifier l'importance du cheval dans

la diète des populations humaines, bien que les listes taxonomiques attestent de la présence de cette espèce dans les sites archéologiques (Vasil'ev 2003). En revanche, sur le site des Grottes du Poisson-Bleu, le cheval domine les assemblages fauniques des Grottes I et II et des traces évidentes de boucherie ont été observées sur des ossements attribués à cette espèce. Les anciennes datations radiocarbone (Burke et Cinq-Mars 1996, 1998) suggèrent que l'espèce a pu être chassée entre environ 15 et 27 ka cal BP ( $12\,900 \pm 100$  et  $22\,760 \pm 530$   $^{14}\text{C}$  BP) tandis que les nouvelles dates indiquent plus précisément une exploitation du cheval à plusieurs reprises entre 17 et 24 ka cal BP ( $14\,645 \pm 75$  et  $19\,650 \pm 130$   $^{14}\text{C}$  BP). Ces résultats peuvent avoir des répercussions sur le débat vis-à-vis de l'extinction de la mégafaune à la fin du Pléistocène. Le site des Grottes du Poisson-Bleu n'est qu'un indice supplémentaire sur la très modeste liste faisant mention des sites d'abattage de la mégafaune en Amérique du Nord (Tableau III, p. 57) (Grayson et Meltzer 2002; Grayson et Meltzer 2015). Toutefois, nos résultats soulignent l'incomplétude de l'enregistrement archéologique et supposent que, malgré l'absence d'indices matériels, les premiers chasseurs-cueilleurs béringiens ont commencé à exploiter le cheval bien avant son extinction estimée vers 14 ka cal BP (Guthrie 2006), soit dès le stade isotopique 3 (Pitulko et al. 2004). Avec la fin du DMG, il est possible que les populations humaines, alors hautement mobiles et entraînées dans un accroissement démographique, aient contribué à l'extinction du cheval en Béringie. La découverte de nouveaux sites archéologiques pré-datant 14 ka cal BP devra confirmer cette hypothèse.

## **7.2. Modèles paléo-économiques béringiens au Pléistocène, comparaison intersites**

Les découvertes de sites archéologiques nous apportent des informations capitales sur les adaptations technologiques des populations préhistoriques, leurs stratégies de subsistance et les paléo-environnements exploités. Ces informations nous permettent ainsi de comprendre la fonction d'un site et les activités pratiquées, d'évaluer la durée et la saison d'occupation, d'identifier les matières premières utilisées et le régime alimentaire adopté, d'appréhender l'étendue du territoire et des ressources accessibles à ces groupes de chasseurs-cueilleurs, mais également de discuter des stratégies adaptatives développées au cours du temps pour faire face aux changements climatiques et environnementaux. Dans ce chapitre, nous comparons les sites archéologiques de la Béringie datés de la période pré-DMG (e.g., sites Yana) et jusqu'à la transition Pléistocène-Holocène, afin de discuter

des modèles paléo-économiques des populations béringiennes en y incluant nos résultats d'analyse des Grottes du Poisson-Bleu. Nous comparons ensuite plus précisément nos données avec celles issues d'un site de plein-air, Little John, situé au Yukon. Dans la partie suivante, nous poursuivons sur une comparaison avec les sites karstiques.

### 7.2.1. Variabilité des modes de subsistance

#### ***DMG et pré-DMG : les sites Yana et les Grottes du Poisson-Bleu***

Avant la fin du Dernier Maximum Glaciaire, seulement deux sites archéologiques – dont l'attribution culturelle et les datations radiocarbone sont acceptées – sont occupés en Béringie : le complexe de sites du fleuve Yana à la limite ouest du territoire béringien et les Grottes du Poisson-Bleu à la limite la plus orientale de ce territoire. Il est intéressant de noter ici les similitudes qui se dégagent de ces deux sites en ce qui concerne les stratégies économiques des chasseurs-cueilleurs. A Yana, cheval et caribou représentent les proies principales des chasseurs de l'arctique sibérien qui exploitaient aussi probablement le bison, le lièvre et quelques espèces d'oiseaux (Pitulko et al. 2004). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, le cheval et le caribou dominent également les assemblages fauniques et les stigmates anthropiques révèlent que ces deux espèces étaient chassées, au moins entre 24 et 15 ka cal BP. Des préhampes en corne de rhinocéros laineux et en ivoire de mammoth récoltées sur le site archéologique Yana RHS (Figure 6, p. 18) reflètent également l'exploitation de ces espèces pour la production d'outils (Pitulko et al. 2004). Non loin du site archéologique, un gisement contemporain d'ossements de mammoth (i.e., Yana MAM) suggère que les proboscidiens jouaient un rôle important dans l'économie de subsistance des occupants du site (Basilyan et al. 2011). Si quelques restes osseux témoignent de l'abattage de certains individus et de la consommation de viande, Nikolskiy et Pitulko (2013) soulignent que le mammoth n'aurait été chassé que de façon sporadique, probablement pour des besoins en ivoire, et n'était pas la proie principale des chasseurs sibériens. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, en revanche, les ossements de mammoth sont relativement nombreux ; la majorité d'entre eux a certainement été transportée et altérée par de grands carnivores mais deux spécimens pourraient néanmoins avoir été modifiés par les humains et signaleraient l'établissement d'une technologie osseuse dans le nord du Yukon durant le DMG (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). Cette hypothèse coïnciderait avec les stratégies économiques révélées par les sites archéologiques sibériens, tels que Yana RHS et Berelekh, tous deux situés près

de cimetières à mammoths disposés à la collecte et au travail de la matière dure animale (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko 2011; Pitulko et al. 2014). En outre, la faune exploitée par les humains dans les Grottes du Poisson-Bleu s'apparente à celle reportée dans les sites archéologiques de l'ouest béringien et de Yakoutie durant le Paléolithique supérieur, dont l'emphase semble tournée vers le mammoth, le cheval, le caribou et le bison (Vasil'ev 2003).

### ***Post-DMG en Béringie orientale***

Après le DMG, de nouveaux sites apparaissent de part et d'autre du détroit de Béring (*cf.* chapitre 2.1, p. 15). Le plus ancien, en Béringie orientale, semble illustrer une continuité des modèles de subsistance de l'ouest. En effet, à Swan Point CZ4, des éléments squelettiques de mammoth, incluant dents, défenses et côtes (Holmes et al. 2012) ainsi que des dents de cheval, laissent supposer que les habitants du site continuaient d'exploiter la mégafaune en Alaska il y a 14 ka cal BP (Holmes 2011; Potter et al. 2013), tout comme les détenteurs de la culture Dyuktai de Sibérie il y a un peu plus de 15 ka cal BP. Avec l'apport des données du site des Grottes du Poisson-Bleu, il est possible d'imaginer une exploitation spécialisée des chasseurs vers les espèces de la grande faune alors abondantes jusque vers 14 ka cal BP. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, le cheval domine en effet le spectre faunique et le mammoth pourrait avoir été exploité pour la production d'outils en os. Une continuité des économies de subsistance pourrait donc s'observer entre les sites archéologiques de l'ouest béringien, le niveau Swan Point CZ4 (Holmes 2011; Potter et al. 2013) et les Grottes du Poisson-Bleu. A Swan Point CZ4, la technologie microlaminaire supporte également cette hypothèse : caractérisée par la méthode de débitage Yubetsu, elle s'apparente à la culture Dyuktai de Sibérie mais se distingue de la méthode Campus largement répandue dans le reste de la Béringie orientale (Gomez-Coutouly 2011; Holmes 2011).

Après 14 ka cal BP, le cheval et le mammoth finissent par disparaître (Guthrie 2006), possiblement en raison d'un changement climatique et environnemental, d'un accroissement démographique des populations humaines et d'une prédation intensive par les chasseurs préhistoriques, ou bien d'une combinaison de ces facteurs climatiques et biologiques. Le bison se répand alors en Béringie et le wapiti fait son apparition (Figure 10, p. 34). Ressources nutritives plus abondantes et stables, ces deux espèces deviennent les proies principales des chasseurs-cueilleurs entre 14 000 et 9000 cal BP dans l'intérieur de l'Alaska (Holmes 2011; Potter et al. 2013; Yesner 2001). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, un prémaxillaire de wapiti dénote des activités de dépeçage ; le spécimen n'a pas été daté et sa

position stratigraphique n'a pas pu être localisée. Une tranche d'âge entre 14 et 11 ka cal BP semble être une bonne estimation pour ce spécimen, basé sur les sites archéologiques de l'Alaska centrale (Potter et al. 2013) et en raison de sa localisation dans le loess pléistocène. En ce qui concerne le bison, un seul spécimen porte des traces potentiellement culturelles mais son degré d'altération, trop important, ne permet pas de le confirmer. Le bison y est pourtant abondant dans les assemblages fauniques des Grottes I et II et il est possible que les processus taphonomiques aient détruit les stigmates anthropiques ou complexifié leurs interprétations. Le bison pourrait aussi ne pas avoir été inclus dans les modèles paléo-économiques des chasseurs des Grottes du Poisson-Bleu, notamment si d'autres espèces, comme le caribou, étaient présentes. A ce propos, bien que les assemblages fauniques des sites archéologiques de l'Alaska centrale soient dominés par le bison et le wapiti (Potter et al. 2013; Yesner 2001), le caribou est plus souvent représenté sur les sites du nord et de l'est de l'Alaska (Endacott 2008; Goebel et al. 2013; Vinson 1993). Cependant, des traces de découpe et de percussion observées sur des ossements de bison récoltés à Buffalo Pit (Engigstciak), près de la mer de Beaufort, révèlent que ce bovidé était chassé dans le nord du Yukon il y a environ 11 ka cal BP (9800 - 9400 <sup>14</sup>C BP) (Cinq-Mars et al. 1991).

Dans un environnement périglaciaire, l'insuffisance des ressources végétales aurait conduit à l'exploitation d'une faune axée vers les grands mammifères, complétée par des espèces de la petite faune, des oiseaux et des poissons (Kelly et Todd 1988; Potter et al. 2013; Yesner 2001). Après 14 ka cal BP, la disparition de certaines espèces de la mégafaune aurait également contraint les populations humaines à élargir leur diète : sur le site Broken Mammoth, la liste taxonomique indique à ce propos une large utilisation des paléo-microenvironnements (i.e., forêts-parcs, zones humides et hautes terres) (Yesner 2001). Petits mammifères, oiseaux et poissons auraient constitué des ressources locales facilement accessibles près des sites d'habitat tandis que la faune d'ongulés aurait nécessité des stratégies logistiques impliquant des mouvements saisonniers et l'installation de camps de chasse (Kelly et Todd 1988; Potter et al. 2013; Potter et al. 2011). L'oie des neiges était certainement exploitée par les chasseurs des Grottes du Poisson-Bleu (McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars 1998) ; néanmoins, si le spécimen en question fut récolté dans le dépôt loessique de la Grotte II presque en contact avec la roche-mère, la datation radiocarbone obtenue en 2007 le situe à l'Holocène, vers 8500 cal BP (7780 ± 60 <sup>14</sup>C BP, Beta-126870). La date ne figure que sur le site en ligne CARD (Martindale et al. 2016) et ne fournit pas d'information sur son intégrité, elle n'est donc pas confirmée.



Par ailleurs, le site des Grottes du Poisson-Bleu renferme un outillage lithique (*cf.* chapitre 3.3.1, p. 87) relativement semblable au site Gerstle River, incluant des microlames qui ont pu être utilisées sur des pointes de projectile. Gerstle River C3 (ca. 10 100 cal BP) présente une organisation logistique et fut assimilé à un camp de chasse notamment de par (1) son assemblage lithique, composé de microlames, pointes composites et burins s'apparentant à des armes de chasses et (2) la présence d'éléments squelettiques à faibles valeurs nutritives de bison et wapiti, suggérant un transport des parties squelettiques plus riches vers un site secondaire (Potter 2007; Potter et al. 2013). Au contraire, sur des camps résidentiels comme à Upward Sun River C3 (ca. 11 500 cal BP) où des restes d'enfants humains ont été retrouvés inhumés (Potter et al. 2011; Potter et al. 2014), des couteaux bifaciaux et des éclats modifiés ont été répertoriés mais aucune arme de chasse n'a été identifiée (Potter et al. 2013; Potter et al. 2011). A Mead CZ4 (ca. 13 000 cal BP), les assemblages lithiques et fauniques diffèrent également de par l'absence de microlames et la présence d'éléments squelettiques hautement nutritifs ainsi que d'étapes secondaires du traitement des carcasses (Potter et al. 2013). Selon ces mêmes auteurs, Mead CZ4 constituait un camp résidentiel possédant une base de subsistance variée (petite faune et sauvagine locale y étaient exploitées) et vers lequel des carcasses d'ongulés étaient partiellement acheminées depuis un camp de chasse organisé, comme celui de Gerstle River C3.

Dans les Grottes du Poisson-Bleu, les corrélations entre représentations squelettiques et valeurs nutritives n'ont pas confirmé le transport de parties squelettiques vers un site secondaire ; le site se caractérise par un palimpseste d'occupations humaines et carnivores et ne peut être étudié au même titre que les niveaux archéologiques clairement définis. Néanmoins, de par son outillage lithique et la rareté des traces culturelles, nous pourrions spéculer sur la possibilité que les Grottes du Poisson-Bleu étaient inscrites au sein d'une organisation logistique et perçues comme un camp de chasse où la faune d'ongulés était acquise et transformée avant un transport éventuel vers un site secondaire (Binford 1980). Ces sites secondaires peuvent être des camps résidentiels occupés sur des périodes relativement plus longues ; ils seront identifiés par la présence de foyers et d'aires d'activités diverses comme la production d'outils et le traitement des carcasses à travers différentes étapes de la chaîne opératoire, ou encore la confection de vêtements tel qu'observé sur le site Broken Mammoth (Yesner 2001).

Les sites de la vallée Tanana suggèrent que les groupes humains qui occupaient la Béringie orientale au début du postglaciaire étaient hautement mobiles (Potter et al. 2013; Potter et al. 2014; Yesner 2001). A Broken Mammoth CZ4, le matériel lithique provenant de sources locales souligne une connaissance limitée des gisements de matières lithiques par les premiers occupants du site (Yesner 2001). En revanche, à Broken Mammoth CZ3, ainsi qu'à Upward Sun River, Mead CZ3 et CZ4 et Little John, des matériaux de plus haute qualité (e.g., obsidienne) provenant de sources lithiques éloignées ont été identifiés ; l'outillage suggère ainsi une meilleure connaissance de l'environnement régional et des déplacements sur de longues-distances et, possiblement, l'établissement d'un réseau d'échange (Easton et al. 2011; Potter et al. 2013; Potter et al. 2014; Yesner 2001). Les indices de saisonnalité reportés à Broken Mammoth indiquent également des fréquentations récurrentes, de quelques semaines à quelques mois, selon la disponibilité des ressources nutritives : Broken Mammoth CZ4, dont l'assemblage faunique est dominé par la sauvagine, était probablement occupé au printemps tandis que CZ3, avec une surreprésentation du bison et du wapiti, devait être utilisé principalement à l'automne (Yesner 2001).

Durant le Dernier Maximum Glaciaire, la taille de la population humaine était réduite (Figure 84, p. 297) (Mulligan et al. 2008) et la connaissance des chasseurs-cueilleurs vis-à-vis des ressources exploitables de ce nouvel environnement devait être limitée (Yesner 2001). Les premiers groupes humains en Béringie étaient certainement très mobiles, se déplaçant selon la disponibilité des ressources et les mouvements saisonniers de la faune d'ongulés (Kelly et Todd 1988). Les sites de chasse devaient être occupés de façon récurrente selon les saisons mais les fréquentations n'y étaient que de courtes durées, d'après ce que nous révèle le site des Grottes du Poisson-Bleu. Par ailleurs, l'occupation des camps résidentiels devaient également être éphémère (Potter et al. 2013; Yesner 2001). Cette grande mobilité de petits groupes de chasseurs-cueilleurs éparpillés sur le territoire béringien expliquerait l'extrême rareté des vestiges humains avant 14 ka cal BP.

### 7.2.2. Les Grottes du Poisson-Bleu *versus* Little John

Afin d'offrir des éléments de comparaison supplémentaires avec les assemblages fauniques des Grottes du Poisson-Bleu, une étude taphonomique du site archéologique de plein-air Little John (Yukon) a été entreprise et intégrée à ce projet de dissertation. Cette étude nous permettra notamment de comparer les différents agents taphonomiques responsables de l'accumulation et de

la modification des assemblages osseux, mais aussi de discuter de la fréquence relative des stigmates anthropiques sur les ossements, de la diète des populations préhistoriques de Béringie orientale, ainsi que de la fonction et de la durée d'occupation des sites.

### ***Introduction au site Little John***

Avec des niveaux contemporains à Swan Point CZ4 en Alaska centrale, Little John (Borden KdVo-6) était jusque-là considéré comme un des plus anciens sites archéologiques de la Béringie orientale (Easton et al. 2011; Potter et al. 2013). Situé au Yukon près de la frontière américaine, sur une petite butte le long de la rivière Mirror (Figure 85), le site est fouillé depuis 2002 et présente des dates d'occupation humaine depuis la période historique (Little John était encore utilisé comme camp de chasse et d'exploration de la faune dans les années 80's par un membre de la communauté des Premières Nations *White River*) jusqu'à il y a 14 000 ans ( $12\ 020 \pm 70$   $^{14}\text{C}$  BP, Beta-241523) (Easton et al. 2011). La stratigraphie consiste en une roche-mère carbonatée sur laquelle repose un lœss pléistocène entrecoupé de paléosols et surplombé par des niveaux holocènes. Les dépôts lœssiques renferment plusieurs niveaux d'occupation dont les pièces lithiques ont été identifiées aux complexes Denali (avec microlames) et Nenana/Chindadn (sans microlames mais avec pointes Chindadn) (Easton et al. 2007; Easton et al. 2011). Le matériel archéologique provient principalement de l'aire dénommée *East lobe* : le dépôt lœssique y est relativement épais (> 1 m) avec une stratigraphie clairement définie et les restes osseux y sont suffisamment bien préservés pour permettre quelques identifications fauniques et l'obtention de datations radiocarbone. Au contraire, dans d'autres aires du site (e.g., *West lobe*), la puissance stratigraphie est moindre (< 30 cm) et le matériel faunique est extrêmement mal préservé (Easton et al. 2011). De nombreuses traces de foyers ainsi que l'outillage, riche et diversifié, suggèrent des occupations relativement plus longues que dans les Grottes du Poisson-Bleu.



**Figure 85 : Vue sur la vallée de la rivière Mirror depuis le site Little John.**

Photo : L. Bourgeon.

Le matériel faunique des niveaux pléistocènes du Lobe Est de Little John fut d'abord étudié par Vance Hutchinson (Easton et al. 2011) puis par David Yesner (Yesner et al. 2011) avant d'être intégré dans une analyse taphonomique systématique durant les étés 2013 et 2014. Cette étude taphonomique s'applique à tous les vestiges fauniques collectés dans les dépôts pléistocènes du Lobe Est entre 2003 et 2014, et suit précisément les mêmes méthodes d'analyse que pour le matériel des Grottes du Poisson-Bleu (*cf.* chapitre 4, p. 97). Toutefois, la grande majorité de la collecte de données s'étant opérée directement sur le terrain, aucune collection ostéologique de référence n'a pu confirmer les déterminations et seul un stéréomicroscope Carl Zeiss (zoom 1.6 – 4x) a permis l'observation des traces taphonomiques en utilisant la lumière naturelle ou de petites lampes portatives. Ces conditions ont nécessairement conduit à des différences inter-observateurs et à des désaccords concernant les identifications fauniques ainsi que les pourcentages de traces de découpe, d'ossements carbonisés ou de spécimens osseux transformés en outils. Plus spécifiquement, les identifications taxonomiques qui furent jusqu'à présent grossièrement estimées d'après la taille relative du spécimen doivent encore être vérifiées à partir d'une collection de référence. De plus, les éléments considérés comme outils sur la base de témoignages ethnographiques devraient également être appuyés par des observations taphonomiques dans des conditions plus adaptées que celles du terrain, c'est-à-dire nécessitant

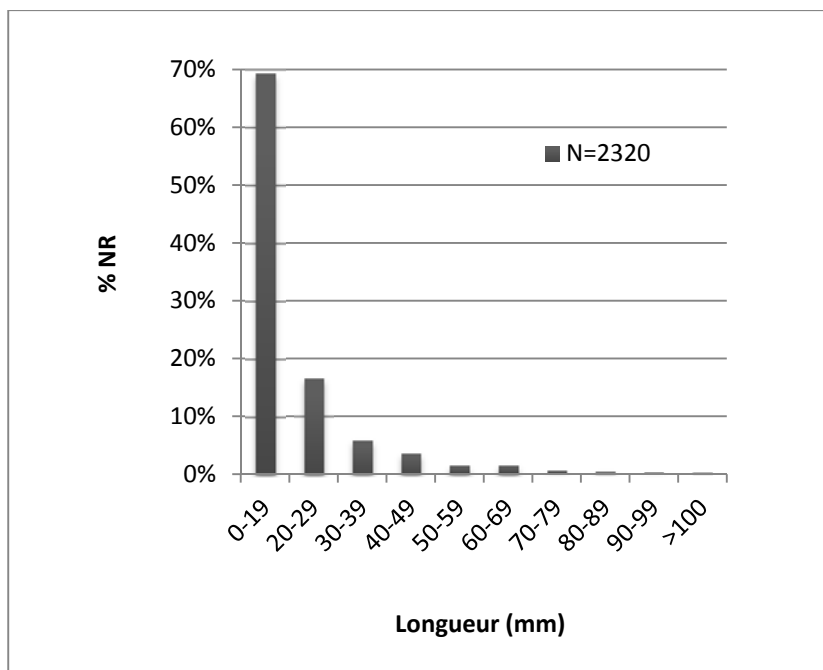
l'utilisation d'un microscope à fort grossissement avec possibilité d'orienter la source lumineuse pour obtenir une lumière rasante. Ces biais ont récemment été rediscutés au printemps 2016 et une analyse plus approfondie est actuellement en cours (Easton, comm. pers., 2016).

### ***Résultats des analyses et comparaison avec les Grottes du Poisson-Bleu***

Une première publication reporte tout de même les stratégies économiques des chasseurs-cueilleurs pléistocènes du site Little John (Yesner et al. 2011). L'étude révèle une surreprésentation du bison, suivi du caribou et, en plus faible quantité, du wapiti et de l'orignal. Considérant la forte fragmentation du matériel et le faible taux de détermination, les représentations taxonomiques et anatomiques ne se basent cependant que sur le NRD de manière à maximiser la taille de l'échantillon (Yesner et al. 2011) ; elles ne représentent donc nullement le nombre d'individus. Selon Yesner et al. (2011), le NRD du bison est de 59 et celui du caribou est de 18 ; l'estimation du NMI, toutefois, pourrait n'être que de 1 individu par taxon. La chasse aux grands et moyens mammifères était néanmoins pratiquée par les occupants du site avec un supplément de petite faune (i.e., lièvre), sauvagine et poissons, représentatifs d'une diète relativement variée qui pourrait indiquer des occupations à plutôt long terme (Easton et al. 2011; Yesner et al. 2011). Par ailleurs, malgré le faible échantillon d'ossements déterminés, les représentations anatomiques montrent une présence non négligeable d'éléments axiaux (Easton et al. 2011; Yesner et al. 2011) et sous-tendent que les carcasses ont été ramenées entières sur le camp.

Outre ces quelques remarques, j'ai pu, sur la base des méthodes d'analyses appliquées dans la présente recherche, distinguer quelques points de comparaison intéressants entre les assemblages fauniques du site Little John et des Grottes du Poisson-Bleu. Sur le premier site, l'assemblage compte un peu plus de 2000 pièces osseuses provenant des niveaux pléistocènes du Lobe Est. Le matériel osseux est extrêmement fragmenté (Figure 86) et ne présente qu'un seul élément presque complet identifié au genre *Canis*. Seulement 14 % des pièces osseuses (N = 327) mesurent plus de 3 cm. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, au contraire, nous avons vu que les spécimens complets ou presque complets sont rares sur l'ensemble de la collection mais qu'ils constituent néanmoins 22 et 30 % des os longs dans les Grottes I et II respectivement (fragments diaphysaires isolés exclus) (cf. chapitre 5.4.2.1, p. 196). Aussi, 31 et 21 % des pièces mesurent plus de 3 cm pour ce second site (cf. chapitre 5.1.1, p. 156). Le taux de fragmentation influe évidemment sur le taux de détermination. Celui-ci est donc relativement bas sur le site Little John : 15 % selon Yesner et al. (2011), mais possiblement

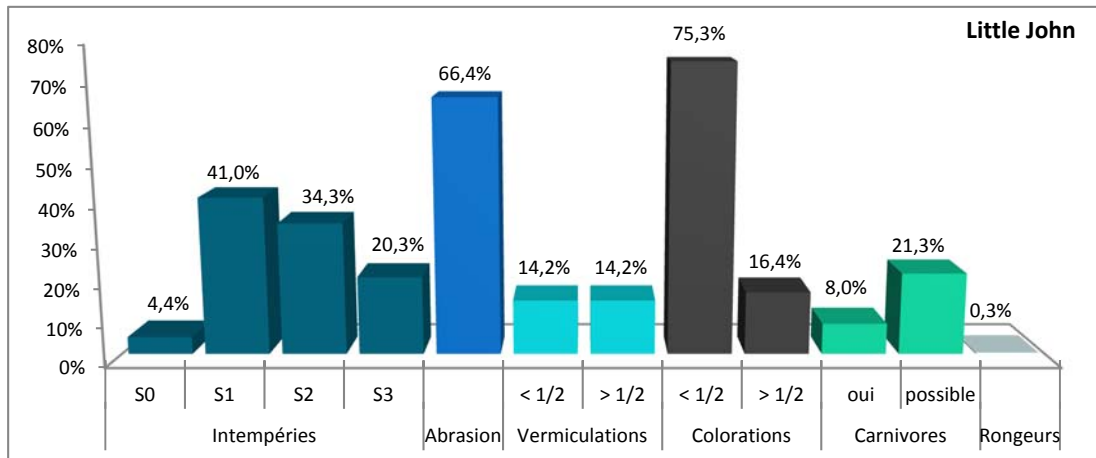
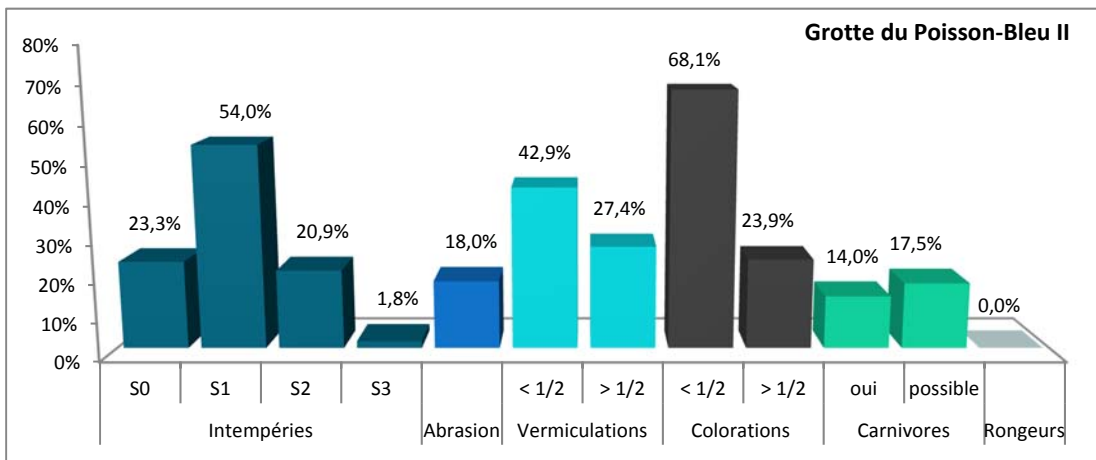
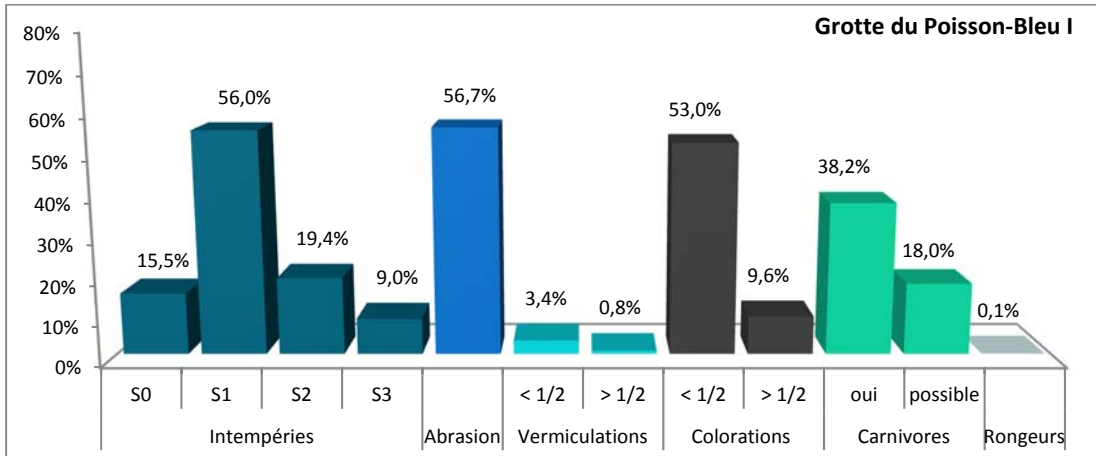
moins que ça d'après ma propre estimation en 2014. En revanche, le pourcentage est plus élevé dans les Grottes du Poisson-Bleu et monte à 40 % si l'on y enlève les décomptes des plus petits fragments issus du tamisage à sec (cf. chapitre 6.1.2, p. 250, critère 5).



**Figure 86 : Taux de fragmentation du matériel osseux à Little John.**

La taphonomie de l'assemblage faunique du site de plein-air Little John diffère de celui du site karstique des Grottes du Poisson-Bleu (Figure 87). A Little John, 324 spécimens de plus de 3 cm de longueur ont été soumis à un enregistrement taphonomique systématique. Premier constat prévisible, l'intempérisation y est plus importante que dans les Grottes du Poisson-Bleu : 96 % des pièces sont affectées par ce processus (41 % au stade 1 et 55 % aux stades 2-3), contre 75 % dans les Grottes du Poisson-Bleu (dont pas plus de 28 % n'atteignent les stades 2-3). Les vermiculations sont présentes sur 28 % du matériel à Little John et affectent plus de la moitié de la surface osseuse dans 14 % des cas. Ce pourcentage est nettement plus bas que celui de la Grotte II (70 %) mais plus élevé que dans la Grotte I (4 %). Couplé au processus d'intempérisation et au fort degré de fragmentation du matériel, la lisibilité des surfaces osseuses du matériel faunique de Little John se voit extrêmement contrainte par les facteurs climato-édaphiques. En outre, 66 % de cet assemblage osseux présente

des surfaces abrasées et/ou polies, contre 57 et 18 % dans les Grottes I et II respectivement. A Little John, le fort taux d'abrasion des vestiges est certainement dû à un dépôt lœssique relativement lent et à l'exposition des pièces osseuses à l'érosion éolienne, ainsi qu'à des processus périglaciaires tels que la solifluxion (Easton et al. 2011).



**Figure 87 : Représentation graphique des processus taphonomiques ayant affectés les assemblages osseux des Grottes du Poisson-Bleu et du site archéologique Little John.**

Il est à noter que les colorations noires sont dues aux dépôts de manganèse dans les Grottes du Poisson-Bleu tandis qu'il s'agit plus probablement d'ossements carbonisés sur le site Little John.



Dans les Grottes du Poisson-Bleu, des restes squelettiques appartenant à plusieurs genres de carnivores (*Ursus*, *Canis*, *Panthera*, *Alopex*, *Vulpes*) ont été identifiés. L'impact de ces carnivores sur l'assemblage faunique est important et se manifeste principalement au travers de forts pourcentages de traces de dents (plus de 38 et 14 % dans les Grottes I et II respectivement, voir plus de 58 et 33 % respectivement sur les os longs seulement) ainsi que de marques de digestion qui accusent principalement les loups et les lions (cf. chapitre 6.1.2, p. 250, critère 12). L'utilisation récurrente et alternée des Grottes du Poisson Bleu par différents prédateurs et charognards est donc démontrée. A Little John, le pourcentage de traces de dents est au contraire bien plus faible (8 % de traces certaines, N = 26 spécimens) et seulement un humérus a été identifié au genre *Canis* (Easton et al. 2011) et une phalange appartient à un renard. Considérant l'importance de la présence humaine et des activités culturelles sur le site, il n'est pas exclu que les chiens aient pu être responsables du rongement de ces quelques spécimens, à moins qu'il ne s'agisse plutôt de charognards tels que le loup ou le renard (Yesner et al. 2011). Par ailleurs, un seul spécimen porte des traces de dents de rongeur.

Sur les deux sites, plus de 90 % des os longs sont fracturés sur plus de la moitié de la circonférence totale et une majorité d'entre eux exhibe des fractures spiralées. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, la fracturation du matériel a pu être causée en partie par les humains. Cependant, divers processus naturels tels que le rongement par les carnivores, les bioturbations par les ursidés ou encore les chutes de pierres ont certainement contribué à la fragmentation osseuse. A Little John, 99 % des 81 éléments diaphysaires sont fracturés sur plus de la moitié de la circonférence et 55 % des fragments (sur 75 spécimens identifiés) présentent des fractures sur os frais. Ursidés et chutes de pierres ne peuvent ici être impliqués dans la fragmentation du matériel faunique et l'impact des carnivores est négligeable ; l'agent anthropique est donc le principal responsable des fractures sur os frais et signale l'extraction probable de la moelle. En revanche, il n'a pas été possible de tester si une exploitation de la graisse a eu lieu, ni dans les Grottes du Poisson-Bleu ni sur le site Little John, en raison de l'impact des processus taphonomiques. Par ailleurs, un certain pourcentage d'ossements carbonisés (2 %, N = 49 spécimens) et calcinés (6 %, N = 130 spécimens) a été relevé à Little John sur des fragments de taille inférieure à 4 cm, ainsi que 289 autres fragments noircis qui pourraient également résulter de la combustion (Figure 87 et Tableau XXXIII) et non du dépôt de manganèse largement reconnu sur les ossements des Grottes du Poisson-Bleu (cf. chapitre 5.5.2, p. 214). En conclusion, les activités

culturelles (fracturation et extraction de la moelle, combustion) permettent d'expliquer le fort degré de fragmentation du matériel osseux sur le site Little John.

En ce qui concerne le nombre de traces de boucherie, les décomptes sont plutôt faibles sur les deux sites archéologiques. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, moins de 1 % de l'ensemble du matériel faunique porte des traces de découpe, ce qui corrobore l'hypothèse d'une fréquentation humaine de courte durée, malgré la destruction très probable de certaines traces anthropiques par des facteurs biologiques et climato-édaphiques (cf. chapitre 6.2.1, p. 270). Ce pourcentage est également faible sur le site Little John (1 %, N = 15 spécimens) en dépit des évidences archéologiques d'une occupation humaine de plus longue durée (Tableau XXXIII). La rareté des stigmates de boucherie sur le matériel osseux de Little John s'explique notamment de par le contexte géomorphologique, environnemental et culturel du site qui diffère nettement du karst des Grottes du Poisson-Bleu. En effet, en tant que site de plein-air actuellement recouvert par la forêt boréale, la collection osseuse a été bien plus affectée par l'intempérisation, l'acidité du sol, les racines de plantes et l'abrasion éolienne, sans évoquer le taux de fragmentation et la combustion causés par l'agent anthropique. La lisibilité des surfaces osseuses a donc été particulièrement faible pour ce site, comparée aux Grottes du Poisson-Bleu. Outre ces biais taphonomiques, il est possible que des bouchers expérimentés n'aient laissé que peu de traces lors du traitement des carcasses. Finalement, aucun outil osseux n'a véritablement été confirmé sur le site des Grottes du Poisson-Bleu (cf. chapitre 5.6.3, p. 230), sauf peut-être le nucléus et l'éclat de mammoth reportés dans la Grotte II (cf. chapitre 6.3.2, p. 286) (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999). A Little John, un petit échantillon de fragments osseux (N = 6) (Tableau I), exhibant des fractures en spirale et des bords ou des extrémités en pointe exhibant un aspect poli, a été attribué à des outils en os (e.g., poinçon, *beamer*, et sorte de burins pour le travail des peaux ou du bois) (Easton et al. 2013), d'après des témoignages ethnologiques des Premières Nations *White River*. L'usure intentionnelle de tels objets devraient toutefois être confirmée à travers une analyse microscopique à fort grossissement.

**Tableau XXXIII : Modifications osseuses attribuées aux activités humaines sur le site Little John.**

|                     | <b>NR</b> | <b>% NR</b>  |
|---------------------|-----------|--------------|
| Traces de boucherie | 15        | 0,6 %        |
| Probable industrie  | 6         | 0,3 %        |
| Os carbonisé/noirci | 49 à 289  | 2,1 à 14,6 % |
| Os calciné          | 130       | 5,6 %        |

### **Discussion**

Ces analyses taphonomiques du site des Grottes du Poisson-Bleu et du site de plein-air Little John nous permettent de retracer deux histoires différentes. A travers cette approche comparative, il nous est ainsi possible de corroborer quelques unes de nos interprétations des Grottes du Poisson-Bleu.

Bien que les deux sites soient situés en élévation et offrent une vue dégagée sur la vallée, la fonction et la durée d'occupation diffèrent. A Little John, l'outillage est riche et diversifié et correspond à divers complexes culturels (Nenana/Chindadn, Denali) ; les traces de foyers et de traitement des carcasses suggèrent des occupations de relativement longues durées et des activités diversifiées (incluant l'extraction de la moelle et possiblement de la graisse, la combustion et l'industrie osseuse) avec une économie de subsistance variée. Le site, comparé à celui de Broken Mammoth en Alaska, pourrait également avoir été occupé selon les saisons et la disponibilité des ressources locales (Yesner et al. 2011). La fragmentation du matériel osseux et le faible taux de détermination n'ont cependant pas permis d'évoquer la ou les saison(s) d'occupation du site. En outre, les profils de mortalité et les corrélations avec les indices de densité osseuse ou d'utilité nutritive ne peuvent non plus être obtenus pour ce matériel faunique bien trop fragmentaire. Finalement, si les processus climato-édaphiques ont vraisemblablement joué sur la modification osseuse, les carnivores n'ont eu qu'un impact négligeable sur le matériel faunique de Little John. Ces observations diffèrent dans les Grottes du Poisson-Bleu et nous permettent de valider certaines hypothèses : dans les Grottes I et II, l'outillage lithique (plus appauvri et notamment composé de microlames et burins) s'apparente à des armes de chasse et le potentiel cynégétique du site semble avoir motivé les humains à y chasser la faune. Les quelques traces de découpe et les datations radiocarbones indiquent des fréquentations

épisodiques et brèves pour l'acquisition des proies probablement durant les belles saisons. Les carnivores, quant à eux, semblent avoir une part très importante dans l'accumulation et la modification des assemblages squelettiques ; si la fragmentation du matériel peut en partie être due au facteur humain, il est certain que les carnivores et d'autres processus naturels ont contribué aux nombreuses fractures en spirale.

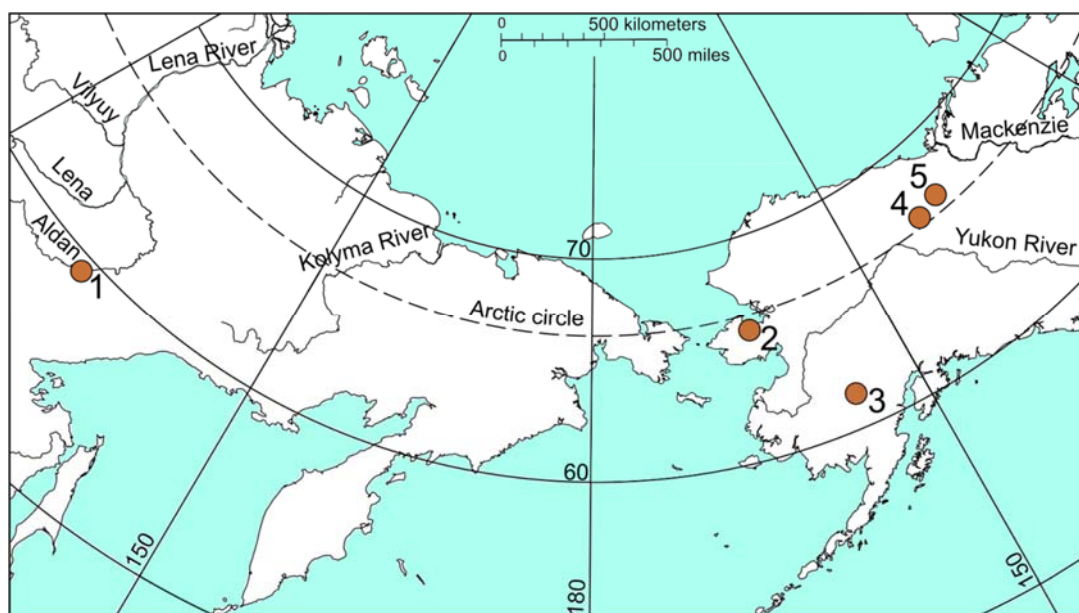
En somme, le site des Grottes du Poisson-Bleu se distingue nettement des sites de plein-air comme celui-ci de Little John ou ceux de la vallée Tanana, de par l'histoire taphonomique mais aussi de par la fonction du site, la durée d'occupation et les activités pratiquées. Malgré ces différences, l'étude du matériel osseux du site Little John renvoie à un autre aspect important de notre analyse taphonomique : elle suggère en effet que la fréquence des traces de découpe peut être relativement faible sur les sites archéologiques et elle souligne que notre pourcentage de stigmates anthropiques relevés sur les ossements des Grottes du Poisson-Bleu n'est pas surprenant et ne doit pas être perçu comme une mauvaise interprétation archéologique.

### **7.3. Fonction des sites karstiques en Béringie**

Si l'histoire taphonomique du site des Grottes du Poisson-Bleu diffère de celle des sites de plein-air, tels que Little John (*cf.* chapitre 7.2.2, p. 309), qu'en est-il des autres sites karstiques de la région ? En Sibérie orientale et en Béringie, quatre sites de grotte et abri sous-roche sont datés de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (Figure 88). Ils comportent tous des restes fauniques ainsi qu'une composante archéologique pour le moins modeste ; les interprétations de ces assemblages lithiques et osseux évoquent une utilisation interspécifique récurrente et alternée entre prédateurs et charognards, et une fréquentation humaine de courte durée. Nous proposons ici une approche comparative entre ces quatre sites karstiques et le site des Grottes du Poisson-Bleu afin de mieux comprendre la variabilité taxonomique des assemblages osseux au Pléistocène et à l'Holocène, les agents taphonomiques qui interviennent dans la formation de ces assemblages en contexte karstique ainsi que l'utilisation qui est faite de ces cavités par les carnivores, mais surtout, par les chasseurs préhistoriques.

Ces quatre sites karstiques sont brièvement décrits ici et les résultats de leur étude archéozoologique et taphonomique sont abordés. Le premier site concerné est celui de la Grotte Dyuktai, en Sibérie

orientale, situé à l'extérieur des limites de la Béringie (Mochanov et Fedoseeva 1996b). Le second est celui des Grottes Trail Creek, en Alaska, réétudié par Vinson (1993). Une première comparaison intersites fut alors proposée par Sattler en 1997, puis en 2001, suite à l'étude du matériel faunique de la Grotte Lower Rampart, au Yukon, qui constituera ici notre troisième comparatif. Plus récemment, Endacott (2008) reprit l'ensemble de ces travaux en y intégrant les données de la Grotte Lime Hills (Alaska). Avec les nouveaux résultats d'analyses des Grottes du Poisson-Bleu, nous pouvons finalement clôturer la discussion déjà entamée sur les comparaisons de sites archéologiques béringiens en contexte karstique.



**Figure 88 : Localisation des sites archéologiques en contexte karstique.**

(1) Grotte Dyuktai, (2) Grottes Trail Creek, (3) Grotte Lime Hills, (4) Grotte Lower Rampart, (5) Grottes du Poisson-Bleu. Image reproduite et modifiée à partir de *The World Factbook* 2013-14. Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2013 (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>).

### 7.3.1. Grotte Dyuktai

La Grotte Dyuktai, localisée au bord de la rivière Dyuktai (un confluent de la rivière Aldan), fut découverte en 1967 et fouillée jusqu'en 1982 (Mochanov et Fedoseeva 1996b). Elle s'étend sur 12,5 m de profondeur avec une entrée de 10,5 m de large. La hauteur du plafond est d'environ 2,7 m. La

stratigraphie comprend 5 niveaux holocènes recouvrant les dépôts du Pléistocène. Le niveau 6 discontinu n'a pas été daté. Le niveau 7, le plus épais (390 cm maximum), a été divisé en 3 sous-niveaux (a, b et c) qui comprennent le matériel de la culture Dyuktai ainsi que la faune pléistocène. Les niveaux 8 supérieur, 8 inférieur et 9, à l'intérieur de la cavité, s'apparentent aux différents sous-niveaux de la couche 7 (7a, 7b, 7c, respectivement) à l'entrée de la grotte (*op. cit.*). Trois datations radiocarbones ont permis de dater précisément le niveau 7a entre 12 100 et 13 200 <sup>14</sup>C BP (ca. 15 ka cal BP). Le niveau 7b a fourni des dates comprises entre 12 690 et 14 000 <sup>14</sup>C BP (ca. 16 ka cal BP). En revanche, le niveau 7c sous-jacent a été estimé par les principaux auteurs entre 15 000 et approximativement 16 000 <sup>14</sup>C BP, mais le dépôt sédimentaire pourrait avoir débuté dès 23-22 000 <sup>14</sup>C BP (Mochanov et Fedoseeva 1996b) ; seule une date à 13 110 <sup>14</sup>C BP a été obtenue mais est supposée être trop jeune d'après les chercheurs. En l'attente de nouvelles datations, l'ancienneté du niveau 7c reste discutée (Gomez-Coutouly 2011; Graf 2013; Kuzmin et Orlova 1998; Vasil'ev et al. 2002).

Au total, les sous-niveaux pléistocènes contiennent un peu moins de 10 000 spécimens osseux. Si aucune étude taphonomique et archéozoologique n'a encore été réalisée, les déterminations taxonomiques et le nombre de spécimens identifiables par taxon sont estimés dans les travaux de Mochanov et Fedoseeva (1996). On y trouve une faune digne de la Steppe à Mammoth, relativement diversifiée et proche de celle répertoriée dans les Grottes du Poisson-Bleu : elle inclut notamment le mammoth, le bison, le cheval et le caribou ainsi que quelques carnivores et des espèces de la petite faune (Mochanov et Fedoseeva 1996b; Vasil'ev 2003). Se mélangent à cette liste plusieurs artefacts lithiques et osseux, présentant parfois des incisions, des traces de retouche par pression ainsi que des marques de découpe et de polissage (Mochanov et Fedoseeva 1996b). Selon Gomez-Coutouly (2011:271), l'assemblage total contient environ 7000 pièces lithiques. Malgré l'absence d'étude taphonomique sur ce site, le matériel lithique illustre clairement une présence humaine dans cette grotte à la fin du Pléistocène, au moins vers 15 ka cal BP. En effet, l'assemblage est diversifié, incluant des nucléus à lames, des bifaces, microlames, burins, grattoirs et pointes de projectiles. La Grotte Dyuktai, avec une plus grande superficie que les sites karstiques de la Béringie orientale et une composante lithique riche et diversifiée, semble avoir été occupée sur une longue durée et pourrait présenter différentes activités culturelles (Mochanov et Fedoseeva 1996b). D'après Gomez-Coutouly (2011:271-274), il pourrait s'agir d'une seule occupation ou d'une série d'occupations sur une période relativement courte durant le Pléistocène.

### 7.3.2. Grottes Trail Creek

Localisé sur la péninsule Seward, le site des Grottes Trail Creek offre une série de cavités dont une douzaine semblent suffisamment grandes pour abriter des populations humaines (West 1996) ; la Grotte 2 notamment est un couloir étroit qui s'enfonce jusqu'à 21,4 m, avec une largeur maximale de 3,5 m et une hauteur de 60 à 140 cm avant les fouilles (Larsen 1968; West 1996). Découvertes dans les années 40's, deux des cavités (i.e., Grottes 2 et 9) furent d'abord étudiées par Larsen en 1968, qui identifia, dans la Grotte 9, un calcanéum de bison (daté à  $13\,070 \pm 280$   $^{14}\text{C}$  BP) ainsi qu'une scapula de cheval (datée à  $15\,750 \pm 350$   $^{14}\text{C}$  BP). Se fiant seulement aux fractures et à l'absence de traces de dents, il proposa une modification culturelle de ces ossements par des groupes de chasseurs humains alors installés en Béringie orientale bien avant 14 ka cal BP (Larsen 1968). La Grotte 2 révéla, quant à elle, plusieurs artefacts (microlames et pointes en bois de cervidé) dans des dépôts néanmoins plus récents, probablement holocènes.

Par la suite, deux autres cavités, nommées cette fois-ci Grottes A et B, furent étudiées dans les années 80's ; six datations radiocarbone livrèrent des dates holocènes et pléistocènes dont la plus ancienne remonte à  $16\,300 \pm 140$   $^{14}\text{C}$  BP (Vinson 1993, p. 50, Tableau 4.3). Une évaluation taphonomique de ces deux cavités et une comparaison avec les Grottes 2 et 9 ont permis de réécrire l'histoire taphonomique des assemblages osseux du site des Grottes Trail Creek. Le remplissage dévoile plusieurs niveaux stratigraphiques regroupés sous trois grandes unités biostratigraphiques définies selon les composants sédimentologiques, les datations radiométriques ainsi que les abondances et associations taxonomiques (Vinson 1993, p. 59, Figure 4.8). Ainsi, l'unité A renferme les restes fauniques de la Steppe à Mammoth du Pléistocène tandis que l'unité C contient les vestiges d'une faune Holocène moins diversifiée. L'unité B, intermédiaire, contient un mélange de vestiges pléistocènes et holocènes (Vinson 1993).

Le NRD est de 90 pour la Grotte A (NRT = 316). La Grotte B, plus riche, compte 370 spécimens identifiés (NRT = 949) (Vinson 1993, p. 109, Tableau 8.1). Dans les deux cavités, le caribou domine les assemblages pléistocènes, suivi du mouflon et du bison. Le cheval n'est représenté que par un seul spécimen dans l'unité A de la Grotte A. Le renard roux, le renard polaire, l'ours et un métacarpe attribué au genre *Canis* composent la faune de carnivores. Quelques espèces de la microfaune et un lagopède ont été identifiés. Selon Vinson (1993), une forte proportion de spécimens de grands et

moyens mammifères comporte des traces de dents de carnivores et des marques de digestion (Vinson 1993). De plus, les éléments appendiculaires sont les plus abondants et les extrémités d'os longs ne sont que faiblement représentées comparativement au taux de diaphyses reportées. Ainsi les canidés, et notamment les loups, seraient la cause majeure des dommages osseux (Vinson 1993). Les os ne présentent d'ailleurs aucune trace de percussion ou de brûlure témoignant d'une extraction de la moelle ou de la graisse ou d'une utilisation des os comme combustible. Seules cinq traces s'apparentant à des pratiques de découpe ont été observées sur l'ensemble des restes fauniques des Grottes A et B. Toutefois, au regard de la localisation et de la fréquence des traces linéaires sur les os, la présence d'activités de boucherie dans les cavités à la fin du Pléistocène n'est pas confirmée (Vinson 1993). Par ailleurs, les ours auraient également occupé les grottes pendant la période d'hibernation, d'après la présence de dents déciduales et d'éléments postcrâniens de jeunes individus, contribuant ainsi à des perturbations partielles de la stratigraphie. Finalement, l'absence d'activité humaine ou de témoins culturels certifiés durant le Pléistocène dans les Grottes A et B remet en question les rares composants archéologiques identifiés par Larsen dans la Grotte 9 et estimés à 13 070 et 15 750 <sup>14</sup>C BP (i.e., calcanéum de bison et scapula de cheval, respectivement) : les os ayant été datés ne sont pas assurément modifiés par les humains, ni clairement associés avec des artefacts ou dans des contextes stratigraphiques non perturbés (Vinson 1993). La présence humaine sur le site des Grottes Trail Creek durant le Pléistocène n'est donc pas attestée et une occupation humaine à l'Holocène serait plus probable. D'ailleurs, les microlames et les pointes en bois animal, retrouvées dans des niveaux supérieurs de la Grotte 2 renfermant notamment des ossements de caribou, suggèrent la chasse de cet animal par des chasseurs à l'Holocène (Larsen 1968).

### 7.3.3. Grotte Lower Rampart I

Située non loin du site des Grottes du Poisson-Bleu, la Grotte Lower Rampart I est une des huit grottes explorées le long de la rivière Porcupine et qui se prêta également à un travail de terrain entre 1978 et 1987 (Dixon 1984). Plus tard, les analyses archéozoologique et taphonomique de Sattler apportèrent une meilleure compréhension de l'utilisation de la grotte depuis la fin du Pléistocène (Sattler 1997). La rigueur des résultats s'appuie sur une stratigraphie clairement définie et des artefacts en contexte primaire, des datations radiométriques cohérentes, ainsi que sur une concordance avec des travaux interdisciplinaires. Surplombant la vallée à 68 m d'élévation, la cavité



est plus étroite que les Grottes I et II du Poisson-Bleu : elle s'ouvre sur 1 à 2 m de largeur et s'enfonce jusqu'à 3-4 m de profondeur. Le plafond ne dépasse pas 1 m avant le début des fouilles (Dixon 1984). Le remplissage sédimentaire est le résultat d'un apport autochtone du substrat rocheux et d'un apport allochtone éolien, alluvial et colluvial. Cinq unités stratigraphiques ont pu être distinguées (Sattler 1997, p. 667, Figure 5) et datées par douze datations radiocarbones. Ainsi, deux unités inférieures constituent les dépôts du Pléistocène et s'appuient sur six dates obtenues à partir du collagène de l'os : entre  $38\,260 \pm 830$  et  $13\,350 \pm 120$   $^{14}\text{C}$  BP. Les trois unités supérieures sont attribuées à l'Holocène avec six dates effectuées sur du charbon :  $6440 \pm 90$   $^{14}\text{C}$  BP à  $3470 \pm 90$   $^{14}\text{C}$  BP (Sattler 1997, p. 665, Tableau 1). C'est dans ces dépôts supérieurs qu'une présence humaine a pu être détectée. Le matériel archéologique est cependant assez pauvre : des traces d'un foyer, six artefacts lithiques – dont 3 éclats en chert gris, 2 fragments de microlames en chert noir, et 1 fragment de biface en basalte – ainsi qu'un fragment d'os long possiblement modifié et utilisé comme outil (Sattler 1997).

Concernant les restes fauniques, les déterminations de Sattler (1997, p. 670, Tableau 2) diffèrent quelque peu de celles de Dixon (1984, p. 204, Tableau 1). Selon Sattler, la faune Pléistocène se compose de mammoth, cheval, bison, mouflon, caribou, renard roux et mustélidés tandis que des restes d'ours noir et de caribou composent les dépôts holocènes. Le nombre de spécimens identifiés est relativement faible pour l'ensemble de la collection (NRD = 166) et chaque taxon n'est représenté que par une petite portion de squelettes très incomplets. Ainsi le NMI ne permet de déceler que quelques individus : 3 caribous, 3 mouflons, 1 mammoth, 1 cheval, 1 bison et 6 ours (Sattler 1997, p. 672, Tableau 3). Les éléments anatomiques sont représentés principalement par les parties distales du squelette appendiculaire (i.e., métapodiaux, podiaux et phalanges). Une faible quantité de fragments de crânes et de côtes a aussi été reportée. La majorité des spécimens présente des fractures sur os frais et des traces de dents de carnivores ont été identifiées sur presque 75 % du matériel osseux (Sattler 1997). Selon l'auteur, la cavité était occupée par les carnivores à la fin du Pléistocène : les loups pourraient être le principal facteur de l'accumulation et de la destruction de l'assemblage osseux pléistocène. Par ailleurs, un seul spécimen porte des traces de dents de rongeurs, probablement causées par un porc-épic. A l'Holocène, la présence d'éléments postcrâniens et de plusieurs dents déciduales d'ours suggère une utilisation de la grotte en automne/hiver comme lieu d'hibernation. De plus, les fractures sur os frais d'ossements d'ours, les objets lithiques, les traces de charbon ainsi que la présence d'un os d'ours supposé être culturellement modifié et récolté dans

le même niveau, portent à croire que des humains auraient chassé l'ours durant la période d'hibernation (Sattler 1997). Cette hypothèse est confortée par des données ethnographiques des populations athapascanes qui vivent actuellement sur ces terres. L'activité ultérieure de charognards pourrait expliquer l'absence de traces de boucherie sur les ossements (Sattler 1997). Les humains auraient ainsi occupé les grottes de façon saisonnière et sur une courte durée, pour des activités de chasse durant l'Holocène.

#### 7.3.4. Grotte Lime Hills

C'est en 1993 que la Grotte Lime Hills fut d'abord testée par Ackerman (Ackerman 1996), avant d'être plus amplement fouillée en 1995. La grotte est située au sud-ouest de l'Alaska, dans le bassin de drainage de la rivière Kuskokwim, et s'élève à 527 m au dessus du niveau de la mer. Elle s'étend dans le substrat calcaire sur 17 m de profondeur et 6,4 m de largeur avec une hauteur d'environ 2,5 m. Le site présente cinq unités stratigraphiques complexes soumises d'abord à 43 datations radiocarbone pouvant être regroupées dans cinq périodes de temps (Ackerman 1996; Endacott 2008). Ainsi, l'unité stratigraphique 5 du site Lime Hills s'intègre dans le stade isotopique 3 et entre dans la période de temps comprise entre 38 500 et 28 000  $^{14}\text{C}$  BP. L'unité 4 est associée à la fin du « *Duvanny Yar interval* » et au début du « *Birch interval* », soit autour de 16 000-12 500  $^{14}\text{C}$  BP. L'unité 3 tombe dans la période récente du « *Birch interval* », vers 11 000-7500  $^{14}\text{C}$  BP. Enfin, les unités stratigraphiques 1 et 2 correspondent aux dépôts holocènes compris respectivement dans les périodes de temps 500-200  $^{14}\text{C}$  BP et 5000-2300  $^{14}\text{C}$  BP (Endacott 2008). Au total, 58 microlames furent récoltées ainsi que 6 pointes de projectiles en os et bois de cervidés (Ackerman 1996; Endacott 2008). Les artefacts s'apparentent au complexe Denali et ont été majoritairement retrouvés dans la strate 3 estimée à 11 000-7500  $^{14}\text{C}$  BP (13 000-8000 cal BP) : une pointe de flèche fendue ainsi qu'une pointe de projectile en bois de cervidés ont été datées respectivement à 8740 + 40  $^{14}\text{C}$  BP et 10 410 ± 40  $^{14}\text{C}$  BP.

Au total, 27 749 spécimens de mammifères (dont 2647 identifiés taxonomiquement) ont été récoltés ainsi que plusieurs spécimens d'oiseaux, de poissons et de gastéropodes (Ackerman 1996; Endacott 2008). Le caribou domine nettement l'assemblage osseux. Les restes squelettiques de ce cervidé sont représentés principalement par les extrémités des membres et le ratio épiphyses/diaphyses suggère une activité de prédateurs (humains inclus) et de charognards (Endacott 2008). Toutefois, le matériel est soumis aux problèmes de densité et pourrait ne pas refléter exactement l'assemblage osseux au

moment du dépôt. Par ailleurs, le fort pourcentage de dents de carnivores (71 %) sur les diaphyses d'os longs ainsi que les marques de digestion sur les petits éléments osseux suggèrent une activité principale des carnivores. Le loup, voire le carcajou, seraient les principaux responsables de ces modifications osseuses d'après la taille des traces de dents. De plus, la présence de restes de canidés immatures (loup et renard) porte à croire que la grotte fut utilisée de façon épisodique comme repaire par ces taxons et que ces carnivores pourraient être le facteur responsable de l'accumulation des os. Toutefois, en raison de son aspect (la largeur de la grotte augmente la vulnérabilité des jeunes individus) et de son emplacement (la grotte est éloignée de toute source d'eau), la Grotte Lime Hills ne semble pas propice à l'utilisation comme tanière pour la mise bas (Endacott 2008). Elle aurait plutôt été utilisée plus généralement comme site de « rendez-vous » pour des loups, des renards ou d'autres carnivores. En outre, des dents déciduales d'ours, des perturbations stratigraphiques ainsi qu'une aire de végétation ayant pu servir de literie à l'arrière de la grotte, laissent croire que des ours aient occupé la grotte pour hiberner (Endacott 2008). Deux spécimens portent également des traces de dents de porcs-épics, reflétant leur rôle limité sur l'assemblage osseux. D'autre part, le nombre de traces culturelles est faible : en plus des 6 outils en os et bois de cervidés répertoriés par Ackerman (1996), Endacott (2008) relève seulement 2 spécimens portant des traces indéniables de percussion et de découpe (i.e., un ilium de grand mammifère et un humérus de porc-épic), ainsi que douze autres spécimens présentant des stries anthropiques probables. La majorité de ces spécimens a été récoltée au-dessus de la couche 4 (datée entre 16 000 et 12 500 <sup>14</sup>C BP) et serait associée au complexe Denali (Endacott 2008). Deux os présentent des traces de brûlure mais aucune preuve de modification culturelle évidente, ni aucune aire de foyer n'avait été détectée par Ackerman (1996). Face à ces quelques témoins anthropiques, il est difficile d'interpréter le mode de vie des humains dans la Grotte Lime Hills, quelque peu après 13 ka cal BP (Endacott 2008). Toutefois, le rôle de ces chasseurs-cueilleurs sur l'assemblage faunique semble moins important que celui des autres prédateurs. La présence humaine ne devait être que de courte durée et des activités de chasse y étaient pratiquées (Endacott 2008).

### 7.3.5. Discussion

De ces brèves descriptions, quelques différences et similitudes se dégagent et peuvent être comparées à nos interprétations du matériel faunique des Grottes du Poisson-Bleu.

### ***Variabilité taxonomique***

Le caribou compte parmi les espèces dominantes des assemblages osseux pléistocènes et se retrouve souvent mélangé à des restes de mouflon, de bison et de cheval, et parfois même de mammoth (Endacott 2008; Mochanov et Fedoseeva 1996b; Sattler 1997; Sattler et al. 2001; Vinson 1993), une faune typique de la Steppe à Mammoth (Guthrie 1990). L'ours est représenté sur les quatre sites karstiques, à l'exception de la Grotte I du Poisson-Bleu. Les petits canidés, tels que renards roux et renards arctiques, sont également répertoriés dans chacun des sites. En revanche, le loup a pu être identifié dans les Grottes du Poisson-Bleu et à Lime Hills, peut-être aussi à Trail Creek, mais pas à Lower Rampart. La présence de ce carnivore reste toutefois attestée dans chaque cavité de par la présence de traces de dents sur les restes squelettiques. Les assemblages holocènes sont en revanche nettement plus appauvris et ne comptent que quelques spécimens de caribou, mouflon et parfois bison, ainsi que des restes d'ours, de loups et de renards (Cinq-Mars 1990; Sattler 1997; Vinson 1993). La composition taxonomique est donc relativement similaire d'une cavité à une autre. Toutefois, les espèces de la mégafaune (le cheval notamment) sont représentées en grande quantité dans les Grottes du Poisson-Bleu (*cf.* chapitre 5.2.1, p. 158), comparativement aux niveaux pléistocènes des autres sites karstiques ; elles soulignent l'ancienneté du dépôt lœssique de ces cavités, dont les datations radiocarbones, initiales et nouvelles, remontent au moins jusqu'au Dernier Maximum Glaciaire (*cf.* chapitre 5.7, p. 238).

### ***Utilisation interspécifique des cavités***

Les représentations anatomiques des ongulés relevées pour les niveaux pléistocènes de Béringie orientale (les études archéozoologiques étant, au contraire, manquantes en Béringie occidentale) montrent toutes une abondance des éléments appendiculaires et notamment des extrémités distales des membres (Endacott 2008; Sattler 1997; Sattler et al. 2001; Vinson 1993). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, nous avons également reporté un pourcentage non négligeable d'éléments crâniens (*cf.* chapitre 5.3, p. 182). Ces représentations, bien qu'elles ne caractérisent pas exactement l'agent responsable du transport des éléments squelettiques, suggèrent une acquisition des carcasses par des prédateurs et des charognards et coïncident avec des assemblages osseux généralement créés par les loups. En outre, le rongement des extrémités articulaires d'os longs ainsi que les ratios épiphyses/diaphyses obtenus dans les Grottes du Poisson-Bleu et Lime Hills coïncident également avec le comportement alimentaire des canidés. Sur les quatre sites karstiques béringiens revisités ici,

les pourcentages de traces de dents sont relativement élevés : environ 75 % sur l'ensemble du matériel osseux de Lower Rampart (Sattler 1997), près de 70 % sur les éléments appendiculaires de caribou à Lime Hills (Endacott 2008), ainsi que 38 à 56 % et 14 à 32 % respectivement pour les assemblages osseux des Grottes I et II du Poisson-Bleu (ces taux pouvant monter à 75 % et 56 % respectivement si l'on ne prend compte que les os longs ; cf. chapitre 5.4.2.6, p. 208). Des os digérés ont aussi été reportés dans tous les assemblages osseux, à l'exception peut-être du site Lower Rampart.

Ces observations ont conduit les archéologues à placer les carnivores, et notamment les loups, comme principaux responsables de l'accumulation et de la modification des restes squelettiques du Pléistocène dans les Grottes Trail Creek, Lower Rampart et Lime Hills (Endacott 2008; Sattler 1997; Sattler et al. 2001; Vinson 1993). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, les loups mais aussi les lions sont inculpés de l'accumulation de parties squelettiques et de la destruction des extrémités spongieuses (cf. chapitre 6.1, p. 241). A moindre mesure, les renards, fort bien représentés dans les assemblages osseux des quatre sites karstiques, ont certainement contribué au transport de régions squelettiques d'ongulés de plus petites tailles. Hormis les canidés, l'utilisation des cavités par les ours est également suggérée pour chacun des quatre sites karstiques, durant le Pléistocène mais aussi au cours de l'Holocène (Endacott 2008; Saladié et al. 2013b; Sattler 1997; Vinson 1993) ; l'identification de restes squelettiques attribués aux ursidés, la présence d'individus immatures ainsi que les traces de bioturbation indicatives de la préparation d'aires d'aménagements, soulignent la fréquentation des cavités par les ursidés durant la période d'hibernation. Néanmoins, quelques rares évidences culturelles rappellent la présence humaine dans les grottes au cours du Pléistocène (i.e., Grottes du Poisson-Bleu et Lime Hills) et durant l'Holocène (i.e., Grottes Trail Creek et Lower Rampart) (*op. cit.*) (voir plus bas).

Suite à ses observations sur le matériel osseux de la Grotte Lower Rampart, Sattler (1997) propose un modèle d'utilisation alternée interspécifique des cavités de petites dimensions. Ainsi, les ursidés occupent les grottes en hiver pendant la période d'hibernation et consacrent le reste de l'année à la recherche de nourriture. Les canidés utilisent les grottes durant le printemps et l'été pour la mise bas et l'élevage des petits jusqu'à maturité, tandis qu'ils se déplacent en automne et hiver lorsque les plus jeunes sont aptes à voyager et à chasser. La sélection de la cavité dépend alors de certains paramètres tels que la distance à une source d'eau, l'élévation ou la largeur du porche (Endacott

2008; Sattler 1997) ; un point de vue surélevé offre une meilleure visibilité et une ouverture peu large de la cavité permet une meilleure protection des jeunes individus. Les humains, quant à eux, viendraient profiter des grottes et abris sous-roche en fonction de la disponibilité des ressources saisonnières et des pratiques culturelles (voir plus bas).

### ***Interventions humaines***

L'occupation humaine semble avoir été plutôt sporadique et brève dans les sites karstiques de la Béringie orientale. Dans les Grottes Trail Creek 2 et Lower Rampart, de minces éléments ont permis d'identifier une présence humaine durant l'Holocène alors que les carnivores ont été majoritairement incriminés dans les niveaux pléistocènes (Dixon 1984; Sattler 1997; Sattler et al. 2001; Vinson 1993). Dans la Grotte Lime Hills, la présence humaine est attestée dès la fin du Pléistocène mais la taille modeste de l'assemblage archéologique suggère, là encore, des activités de chasse ponctuelles et des occupations de courte durée (Endacott 2008). Dans les Grottes du Poisson-Bleu, où la présence humaine remonte au DMG, les mêmes interprétations ont été faites suite à un faible décompte de traces de découpe sur les ossements et en raison d'un matériel lithique modeste et peu diversifié (*cf.* chapitre 6.2, p. 270). Il est certain que les traces de découpe peuvent être rares sur un assemblage archéologique affecté par des processus post-dépositionnels ou si le traitement des carcasses a été pratiqué par des bouchers expérimentés. Néanmoins, un matériel lithique pauvre et peu diversifié indique généralement une présence humaine de courte durée, tandis que sur un site d'habitat, occupé plus longuement, divers outils en quantité plus importante seront reportés et des foyers, ainsi que différentes aires d'activités, seront représentés ; c'est d'ailleurs la comparaison qui a pu être faite dans la partie précédente avec le site Little John (Easton et al. 2011; Yesner et al. 2011) ainsi qu'avec d'autres sites archéologiques de la vallée Tanana (Potter et al. 2013) (*cf.* chapitre 7.2, p. 304). La Grotte Dyuktai répond également à ces critères, de par une collection lithique plutôt riche et un outillage diversifié, et offre, à la différence des sites karstiques d'Alaska et du Yukon, une superficie beaucoup plus grande. Il est possible que les humains aient préféré les cavités de grandes dimensions pour y développer des activités diverses de taille de la matière première et de traitement des carcasses. Au contraire, les plus petites cavités devaient constituer des lieux de chasse temporaires, probablement saisonniers, offrant un point de vue avantageux pour la capture des animaux et où les carcasses étaient ensuite découpées avant d'être probablement transportées vers un site secondaire.

Finalement, le site des Grottes du Poisson-Bleu était fréquenté principalement pour la chasse au cheval et au caribou, dès le Dernier Maximum Glaciaire et jusqu'à la fin du Pléistocène, d'après les traces de découpe identifiées sur les ossements, les datations radiocarbone obtenues sur quelques-uns de ces spécimens et la répartition stratigraphique des outils lithiques (*cf.* chapitre 6.2, p. 270). Dans la Grotte Lime Hills, le caribou était majoritairement exploité à la toute fin du Pléistocène (Endacott 2008). A l'Holocène, en revanche, la pratique de la chasse à l'ours aurait conduit les humains vers les grottes durant la saison hivernale : c'est l'observation qui a été faite dans la Grotte Lower Rampart (Sattler 1997) ainsi qu'à Bear Cave en Alaska (Sattler, comm. pers. 2016) et Bear Cave au Yukon (Lauriol et al. 2001) (il s'agit là de deux sites distincts portant le même nom et situés le long de la rivière Porcupine, de part et d'autre de la frontière). Cette hypothèse peut être renforcée par la découverte de résidus de sang appartenant à *U. arctos* sur des pointes de projectiles provenant de sites archéologiques béringiens datant de la transition Pléistocène-Holocène (Loy et Dixon 1998).

Ainsi, l'histoire taphonomique des Grottes du Poisson-Bleu, bien que plus ancienne, rejoint celles des autres sites karstiques béringiens qui viennent d'être cités et met en avant l'utilisation alternée des cavités par différentes espèces de carnivores, entrecoupée d'épisodes sporadiques où des activités de chasse étaient pratiquées par les humains. Ces modèles d'occupation humaine de courte durée diffèrent des sites archéologiques de plein-air tels que Little John, Broken Mammoth ou Swan Point qui représentent, au contraire, des activités culturelles plus diversifiées et des occupations à plus long terme (Easton et al. 2011; Potter et al. 2013). Les Grottes du Poisson-Bleu étaient toutefois fréquentées par les chasseurs préhistoriques dès le Dernier Maximum Glaciaire, soit environ 10 000 ans plus tôt que les autres sites discutés dans ce chapitre, et furent utilisées à plusieurs reprises jusqu'à la fin du Pléistocène. Les témoins du passage de ces groupes humains sont rares et se dissimulent derrière quelques stigmates de découpe sur des ossements de la faune et des outils lithiques dispersés à travers toute la stratigraphie. Notre analyse taphonomique et la présente étude comparative des sites archéologiques béringiens suggèrent cependant que la présence humaine peut être discrète dans les grottes et les abris sous-roches, d'autant plus lorsqu'il s'agit d'un palimpseste d'occupations. Dans les Grottes du Poisson-Bleu, le fort taux de fragmentation des ossements et les courbes de mortalité de type adultes dominants pour le cheval (*cf.* chapitre 6.1.2, p. 250) pourraient aussi être dû à l'activité humaine. Dans un tel contexte toutefois, l'utilisation récurrente des cavités par les carnivores ainsi que l'intervention des charognards et des ursidés empêchent d'évaluer clairement le rôle des chasseurs préhistoriques sur le site (*cf.* chapitre 6.1, p. 241). Binford (1980)

évoque également la faible visibilité archéologique des sites non-résidentiels, occupés pour des tâches spécifiques sur un temps relativement court. En conséquence, la fréquence relativement faible des évidences culturelles sur le site archéologique des Grottes du Poisson-Bleu, malgré ses occupations humaines récurrentes sur plusieurs milliers d'années, n'est pas surprenante. En outre, considérant la forte mobilité des premiers béringiens et la possibilité que la population génétiquement isolée était regroupée principalement sur les terres aujourd'hui ennoyées de la Béringie centrale (Hoffecker et al. 2016), il sera difficile de trouver des témoins archéologiques du passage des premiers chasseurs préhistoriques dans les régions steppiques de Béringie occidentale et orientale. En fait, nous pourrions nous attendre à ce que de futures recherches archéologiques opérées dans l'intérieur des terres béringiennes mettent à jour des sites datés du DMG qui n'offriront que quelques rares outils en pierre et, éventuellement, des ossements portant des stigmates anthropiques, illustrant les activités de chasse et de découpe des tous premiers béringiens, tel qu'il est aujourd'hui attesté sur le site des Grottes du Poisson-Bleu.



## 8. CONCLUSION ET NOUVELLES PERSPECTIVES DE RECHERCHE

On a longtemps pensé que les premières populations humaines venues d'Asie atteignirent le Nouveau Monde il y a environ 14 000 ans et se dispersèrent ensuite au sud des masses glaciaires nord-américaines en empruntant un corridor terrestre interglaciaire ; ces populations donnèrent naissance à la culture Clovis, datée à environ 13 ka cal BP. Plus tard, la découverte de niveaux culturels plus anciens aux Etats-Unis et en Amérique du Sud vint contredire ce schéma de dispersion et il fallu admettre que les Amériques avaient été peuplées plus tôt qu'on ne le pensait, il y a au moins 15 ka cal BP. Par la suite, des études archéologiques, paléontologiques, palynologiques, géologiques et paléo-génétiques s'opposèrent formellement à l'hypothèse d'un corridor interglaciaire suffisamment productif avant 13 ka cal BP pour permettre les premières dispersions humaines vers les Amériques du Nord et du Sud ; un autre modèle, jusqu'alors délaissé, fut ainsi mis en avant et propose une migration le long des côtes Pacifiques (Dixon 2011; Heintzman et al. 2016; Mandryk et al. 2001; Perderson et al. 2016). Mais la dynamique des mouvements des populations humaines en Amérique est encore mal comprise. Récemment, des études génétiques et paléo-génétiques avancèrent l'hypothèse d'une arrivée des populations humaines dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord au cours du Dernier Maximum Glaciaire et d'une isolation génétique en Béringie pendant plusieurs milliers d'années (Achilli et al. 2013; Fagundes et al. 2008; Kitchen et al. 2008; Llamas et al. 2016; Mulligan et al. 2008; O'Rourke et Raff 2010; Perego et al. 2009; Raghavan et al. 2015; Reich et al. 2012; Tackney et al. 2015; Tamm et al. 2007). Cette hypothèse ouvrit un nouveau débat qui, jusqu'à aujourd'hui, ne trouva aucun appui dans le domaine de l'archéologie.

A travers la présente étude archéozoologique et taphonomique rigoureuse et systématique des assemblages fauniques, le site des Grottes du Poisson-Bleu nous apporte un nouveau regard sur le peuplement de la Béringie, sur les schémas de mobilité et les modes de subsistance de ces chasseurs-cueilleurs découvrant pour la première fois les portions déglacés du nord-ouest du Nouveau Monde. Les résultats de notre recherche apportent les indices matériels incontestables qui illustrent les activités culturelles et datent la présence humaine dans les Grottes I et II ; ces indices se présentent sous la forme de témoins osseux exhibant des traces évidentes d'activités culturelles et de nouvelles datations radiocarbone effectuées selon un protocole chimique rigoureux et des mesures AMS de grande précision (Bourgeon et al. 2017). Ce travail vient finalement appuyer l'hypothèse de l'isolation

génétique des populations humaines et soutient plusieurs points qui furent jusqu'alors évoqués par J. Cinq-Mars, R. Morlan et C.R. Harington sans toutefois être confirmés (Cinq-Mars 1990; Cinq-Mars et Morlan 1999; Harington et Cinq-Mars 2008; Morlan 2003; Morlan et Cinq-Mars 1982). Le voile se lève enfin sur ce site archéologique longtemps controversé qui nous raconte aujourd'hui une histoire béringienne quelque peu différente de celle usuellement rapportée.

Les populations humaines venues d'Asie de l'Est auraient atteint la limite occidentale de la Béringie vers la fin du stade isotopique 3, il y environ 32 ka cal BP (Nikolskiy et Pitulko 2013; Pitulko et al. 2004). Les résultats de la présente recherche nous permettent de suggérer que, malgré le climat relativement froid et aride du stade isotopique 2, quelques groupes humains continuèrent leur progression en terres béringiennes jusqu'à atteindre le Nouveau Monde en pleine période glaciaire, il y a 23-24 ka cal BP. Ces populations trouvèrent refuge dans un environnement en mosaïque, caractérisé par des espèces végétales de la steppe et de la toundra et dominé par une faune abondante et diversifiée (Guthrie 1990, 2001; Hoffecker et Elias 2007; Yurtsev 2001; Zazula et al. 2007; Zazula et al. 2006a). Le site des Grottes du Poisson-Bleu constitue la preuve archéologique qui soutient les données génétiques et suppose une isolation des populations humaines en Béringie entre 25 et 15 ka cal BP environ (*op. cit.*), alors que l'expansion des inlandsis nord-américains empêchait toute progression vers le reste de l'Amérique. Ce temps d'isolation génétique, et probablement géographique, concorde avec le modèle de dispersions en trois phases proposé par les études génétiques :

1. Fin du stade isotopique 3 (ca. 32-30 000 cal BP) : les populations humaines atteignent la Béringie occidentale.
2. Stade isotopique 2, Dernier Maximum Glaciaire (23 000-19 000 cal BP) : les populations humaines atteignent la Béringie orientale mais les dispersions sont stoppées par les masses glaciaires qui recouvrent presque toute l'Amérique du Nord. De petits groupes de chasseurs-cueilleurs s'isolent, probablement en Béringie centrale pendant plusieurs milliers d'années. Les Grottes du Poisson-Bleu sont occupées de façon sporadique pour des activités de chasse de courte durée.
3. Stade isotopique 2, période postglaciaire (> 16-15 000 cal BP) : l'amélioration climatique entraîne la remontée du niveau marin et le retrait progressif des glaciers, les populations

humaines s'agrandissent et se dispersent vers le sud du continent américain, en empruntant notamment un passage déglacé le long de la côte Pacifique. Les dispersions humaines s'étendent sur l'ensemble des Amériques. Le corridor interglaciaire pourrait quant à lui avoir été emprunté plus tard, du sud vers le nord.

Les premiers béringiens étaient adaptés aux conditions arctiques et savaient tirer profit de l'environnement périglaciaire ; ongulés, petite faune, oiseaux et poissons étaient exploités pour leurs qualités nutritives et leur apport énergétique ainsi que pour la fourrure, l'os et l'ivoire. Des abris et des vêtements isolants étaient confectionnés pour lutter contre le froid et les intempéries, et les matières lithique et osseuse étaient utilisées pour la production d'outils. Certaines régions des basses terres de la Béringie centrale ou des fonds de vallées étaient propices au développement d'une toundra arbustive et les quelques arbres et arbustes auraient fourni du bois indispensable au démarrage d'un feu (Hoffecker et al. 2016). L'os devait aussi être utilisé comme combustible par les populations béringiennes, cette pratique étant déjà bien connue au Paléolithique.

Les quelques témoins culturels reportés dans les Grottes I et II du Poisson-Bleu suggèrent que celles-ci étaient fréquentées par des petits groupes de chasseurs exploitant la faune d'ongulés de façon sporadique et brève sur une période de plus de 10 000 ans, entre 12 000 et 24 000 cal BP. Les cavités étaient ainsi utilisées comme camp de chasse et d'observation de la faune, sur une base probablement saisonnière. Le cheval et le caribou étaient principalement exploités tandis que le wapiti et plus hypothétiquement le mouflon et le bison devaient aussi être convoités. Les restes squelettiques de mammoth ont pu avoir été utilisés pour la confection d'outils en os. En outre, la présence d'ossements de cheval exhibant des traces de découpe relance le débat sur les extinctions de la mégafaune.

Les stratégies d'exploitation de la faune du site des Grottes du Poisson-Bleu présentent des similitudes avec celles reportées sur d'autres sites archéologiques de Béringie occidentale ainsi qu'à Swan Point CZ4 en Alaska (Potter et al. 2013). En outre, les Grottes du Poisson-Bleu se rapprochent des sites karstiques de la Béringie orientale qui illustrent une utilisation alternée interspécifique des cavités ; carnivores (ursidés, canidés, félidés) et, à moindre mesure, humains sont responsables de l'accumulation et de la modification du matériel osseux. Les vestiges culturels sont cependant plutôt rares et des activités de chasse de courte durée y sont dénotées (Endacott 2008; Sattler 1997; Sattler et al. 2001; Vinson 1993). En revanche, sur certains sites archéologiques de plein-air datés d'environ

14-13 000 cal BP, tel que Little John au Yukon, des activités plus variées sont reportées au travers de traces de foyers et de vestiges lithiques et osseux bien plus abondants et diversifiés ; des occupations probablement saisonnières et à plus long terme y sont évoquées (Easton et al. 2011; Holmes 2011; Potter et al. 2013; Yesner 2001).

Finalement, au vu de l'intérêt du site dans la compréhension des stratégies de subsistance des chasseurs-cueilleurs béringiens, il serait intéressant d'envisager de nouvelles recherches sur le site des Grottes du Poisson-Bleu. Selon J. Cinq-Mars et R. Harington (comm. pers., 2010, 2013), la Grotte III mériterait d'être plus amplement fouillée : bien qu'aucun outil en pierre n'y ait été reporté, les niveaux plus profonds pourraient, d'après les chercheurs, contenir les vestiges d'une présence humaine.

En outre, il serait intéressant d'entreprendre une étude archéozoologique et taphonomique du matériel faunique des Grottes Dyuktai afin de comparer les stratégies d'exploitation de la faune et d'utilisation des cavités par les chasseurs-cueilleurs de Sibérie et de Béringie orientale. Une telle étude pourrait également s'étendre aux autres sites archéologiques de Béringie occidentale dont nous n'avons que peu d'informations concernant les modes de subsistance de leurs habitants et dont la date d'occupation humaine est parfois controversée.

Le site des Grottes du Poisson-Bleu s'attribue aujourd'hui la place du plus vieux site archéologique nord-américain et suggère une entrée des populations humaines en Amérique durant le DMG, soit 10 000 ans plus tôt que la date généralement admise jusqu'à ce jour. Le site souligne ainsi une large incomplétude du registre archéologique en Béringie et incite à de plus amples recherches. De nos jours, la majeure partie des terres de Sibérie orientale, d'Alaska et du Yukon est inhabitée et de vastes régions, difficiles d'accès, n'ont toujours pas été prospectées. Des grottes et abris sous-roche dissimulant d'éventuels témoins du passage des premiers béringiens n'ont peut-être pas encore été découverts. En outre, d'après Hoffecker et al. (2014, 2016), les basses terres de la Béringie centrale, régies par un climat plus doux et humide, semblent plus à même de représenter le lieu principal de l'isolation des populations béringiennes durant le DMG ; selon ces mêmes auteurs, les portions de basses altitudes du sud-ouest de l'actuel Alaska et du Chukotka mériteraient d'être plus amplement prospectées. L'archéologie subaquatique se révèle également d'une importance capitale pour déceler les plus anciens sites archéologiques de la Béringie, probablement concentrés dans les basses terres aujourd'hui ennoyées.

Il est certain que les premiers béringiens étaient hautement mobiles et évoluaient en petits groupes sur de grandes distances, en suivant probablement les troupeaux d'ongulés et en exploitant au mieux leur environnement selon la disponibilité des ressources saisonnières. Un tel schéma de mobilité contraint évidemment la découverte de vestiges archéologiques témoignant du passage de ces groupes nomades. A défaut de découvrir des sites archéologiques relativement riches en vestiges lithiques et osseux, tels que les sites de la vallée Tanana ou Little John datés de la période post-DMG, on devrait plutôt s'attendre à retrouver des traces beaucoup plus discrètes d'activités de chasse au cours du DMG, opérées par des chasseurs préhistoriques exploitant les portions steppiques de Béringie occidentale et orientale, tel qu'observé dans les Grottes du Poisson-Bleu.

La Béringie du Dernier Maximum Glaciaire, néanmoins, ne peut plus être perçue comme un territoire hostile que l'humain aurait choisi de délaisser, faute de pouvoir s'adapter aux conditions environnementales, après avoir peuplé l'Afrique, l'Europe et l'Asie. A ce propos, suite à ses travaux préliminaires sur le site des Grottes du Poisson-Bleu, Jacques Cinq-Mars concluait déjà :

*« Ces données conduisent à la réalisation que l'espace béringien doit être perçu [...] comme un important creuset biologique et culturel de longue durée qui mérite d'être étudié comme tel si l'on veut, qu'un jour, il apporte sa juste contribution à notre compréhension de la suite des événements dans une Amérique en voie de peuplement » (Cinq-Mars 1990:28).*

## RÉFÉRENCES

- Abe, Y. 2005. "Hunting and butchery patterns of the Evenki in Northern Transbaikalia, Russia." Doctoral dissertation, Anthropology, Stony Brook University.
- Achilli, A., U.A. Perego, H. Lancioni, A. Olivieri, F. Gandini, B.H. Kashani, V. Battaglia, V. Grugni, N. Angerhofer, et M.P. Rogers. 2013. "Reconciling migration models to the Americas with the variation of North American native mitogenomes." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (35):14308-14313.
- Ackerman, R.E. 1996. "Cave 1, Lime Hills." In *American beginnings: the prehistory and palaeoecology of Beringia*, edited by F.H. West, 470-477. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Adovasio, J.M., J. Donahue, et R. Stuckenrath. 1990. "The Meadowcroft rockshelter radiocarbon chronology 1975-1990." *American Antiquity* 55 (2):348-354.
- Adovasio, J.M., D.R. Pedler, J. Donahue, et R. Stuckenrath. 1999. "Two decades of debate on Meadowcroft Rockshelter." *North American Archaeologist* 19 (4):317-341.
- Aimola, G., C. Andrade, L. Mota, et F. Parenti. 2014. "Final Pleistocene and Early Holocene at Sitio do Meio, Piauí, Brazil: stratigraphy and comparison with Pedra Furada." *Journal of Lithic Studies* 1 (2):5-24.
- Anderson, D.G., et J.C. Gillam. 2000. "Paleoindian colonization of the Americas: implications from an examination of physiography, demography, and artifact distribution." *American Antiquity* 65 (1):43-66.
- Averbouh, A. 2000. "Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithologiques: l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées." Thèse de doctorat, Université de Paris, Panthéon-Sorbonne.
- Backwell, L.R., et F. d'Errico. 2004. "The first use of bone tools: a reappraisal of the evidence from Olduvai Gorge, Tanzania." *Palaeontologia Africana* 40 (9):95-158.
- Badone, E. 1979. Neutron activation analysis, bones and soil from Bluefish Cave I.
- Barnes, I., P. Matheus, B. Shapiro, D. Jensen, et A. Cooper. 2002. "Dynamics of Pleistocene population extinctions in Beringian brown bears." *Science* 295 (5563):2267-2270.
- Barnett, R., B. Shapiro, I. Barnes, S.Y. Ho, J. Burger, N. Yamaguchi, T.F. Higham, H. Wheeler, W. Rosendahl, et A.V. Sher. 2009. "Phylogeography of lions (*Panthera leo* ssp.) reveals three distinct taxa and a late Pleistocene reduction in genetic diversity." *Molecular Ecology* 18 (8):1668-1677.
- Bartlein, P.J., P.M. Anderson, M.E. Edwards, et P.F. McDowell. 1991. "A framework for interpreting paleoclimatic variations in eastern Beringia." *Quaternary International* 10-12:73-83.
- Basilyan, A.E., M.A. Anisimov, P.A. Nikolskiy, et V.V. Pitulko. 2011. "Woolly mammoth mass accumulation next to the Paleolithic Yana RHS site, Arctic Siberia: its geology, age, and relation to past human activity." *Journal of Archaeological Science* 38 (9):2461-2474.
- Bedord, J.N. 1978. "A technique for sex determination of mature Bison metapodials." *Plains Anthropologist* 23 (82):40-43.
- Beebe, B.F. 1983. "Evidence of carnivore activity in a Late Pleistocene/Early Holocene archaeological site (Bluefish Cave I), Yukon Territory, Canada." In *Carnivores, human scavengers and predators: a question of bone technology*, edited by G.M. LeMoine et A.S. MacEachern, 1-14. Calgary : The Archaeological Association of the University of Calgary.
- Behrensmeier, A.K. 1978. "Taphonomic and ecologic information from bone weathering." *Paleobiology* 4 (2):150-162.

- Behrensmeyer, A.K., K.D. Gordon, et G.T. Yanagi. 1986. "Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks." *Nature* 319 (6056):768-771.
- Bello, S.M., et C. Soligo. 2008. "A new method for the quantitative analysis of cutmark micromorphology." *Journal of Archaeological Science* 35 (6):1542-1552.
- Binford, L.R. 1978. *Nunamiut ethnoarchaeology*. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. 1980. "Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation." *American Antiquity* 45 (1):4-20.
- Binford, L.R. 1981. *Bones. Ancient men and modern myths*. New York: Academic Press.
- Blinnikov, M.S., B. Gaglioti, D.A. Walker, M.J. Wooller, et G.D. Zazula. 2011. "Pleistocene graminoid-dominated ecosystems in the Arctic." *Quaternary Science Reviews* 30:2906-2929.
- Blumenschine, R.J. 1988. "An experimental model of the timing of hominid and carnivore influence on archaeological bone assemblages." *Journal of Archaeological Science* 15 (5):483-502.
- Blumenschine, R.J. 1995. "Percussion marks, tooth marks, and experimental determinations of the timing of hominid and carnivore access to long bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania." *Journal of Human Evolution* 29 (1):21-51.
- Blumenschine, R.J., et M.M. Selvaggio. 1988. "Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behaviour." *Nature* 333:763-765.
- Boëda, E., I. Clemente-Conte, M. Fontugne, C. Lahaye, M. Pino, G.D. Felice, N. Guidon, S. Hoeltz, A. Lourdeau, et M. Pagli. 2014. "A new late Pleistocene archaeological sequence in South America: the Vale da Pedra Furada (Piauí, Brazil)." *Antiquity* 88 (341):927-941.
- Boëda, E., A. Lourdeau, C. Lahaye, G. Daltrini Felice, S. Viana, I. Clemente-Conte, M. Pino, M. Fontugne, S. Hoeltz, et N. Guidon. 2013. "The late-Pleistocene industries of Piauí, Brazil: new data." In *Paleoamerican odyssey*, edited by K Graf, C.V. Ketron et M. R. Waters, 445-465. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Boschin, F., et J. Crezzini. 2012. "Morphometrical analysis on cut marks using a 3D digital microscope." *International Journal of Osteoarchaeology* 22 (5):549-562.
- Bourdillat, V. 2008. "Hommes, carnivores? Caractériser l'action de l'hyène des cavernes: de l'utilisation des données fossiles pour l'interprétation des sites mixtes." Thèse de doctorat, Paris, Muséum national d'histoire naturelle.
- Bourgeon, L., A. Burke, et T. Higham. 2017. "Earliest Human Presence in North America Dated to the Last Glacial Maximum: New Radiocarbon Dates from Bluefish Caves, Canada." *Plos One* 12 (1):e0169486.
- Bowyer, R.T., et D.M. Leslie. 1992. "Ovis dalli." *Mammalian Species* 393:1-7.
- Bradley, B., et D. Stanford. 2004. "The North Atlantic ice-edge corridor: a possible Palaeolithic route to the New World." *World Archaeology* 36 (4):459-478.
- Bradley, B., et D. Stanford. 2006. "The Solutrean-Clovis connection: reply to Straus, Meltzer and Goebel." *World Archaeology* 38 (4):704-714.
- Brain, C.K. 1981. *The hunters or the hunted? An introduction to african cave taphonomy*. Chicago: University of Chicago Press.
- Braun, D.R., M. Pante, et W. Archer. 2016. "Cut marks on bone surfaces: influences on variation in the form of traces of ancient behaviour." *Interface Focus* 6 (3):20160006.
- Brink, J., et B. Dawe. 1989. *Final report of the 1985 and 1986 field season at Head-Smashed-in Buffalo Jump Alberta*. Vol. 16. Edmonton, Alberta: Archaeological Survey of Alberta.
- Brock, F., T. Higham, P. Ditchfield, et C. Bronk Ramsey. 2010. "Current pretreatment methods for AMS radiocarbon dating at the Oxford Radiocarbon Accelerator Unit (ORAU)." *Radiocarbon* 52 (1):103-12.

- Brown, T.A., D.E. Nelson, J.S. Vogel, et J.R. Southon. 1988. "Improved collagen extraction by modified Longin method." *Radiocarbon* 30 (2):171-177.
- Brubaker, L.B., P.M. Anderson, M.E. Edwards, et A.V. Lozhkin. 2005. "Beringia as a glacial refugium for boreal trees and shrubs: new perspectives from mapped pollen data." *Journal of Biogeography* 32 (5):833-848.
- Brugal, J.-P., F. David, et C. Farizy. 1994. "Quantification d'un assemblage osseux: paramètres et tableaux: actions anthropiques." *Artefacts* 9:143-153.
- Brugal, J.-P., et P. Fosse. 2004. "Carnivores et hommes au Quaternaire en Europe de l'Ouest." *Revue de Paléobiologie* 23 (2):575-595.
- Brugal, J.-P., et J. Jaubert. 1991. "Les gisements paléontologiques pléistocènes à indices de fréquentation humaine: un nouveau type de comportement de prédation?" *Paléo* 3 (1):15-41.
- Bunn, H.T. 1983. "Comparative analysis of modern bone assemblages from a San hunter-gatherer camp in the Kalahari Desert, Botswana, and from a spotted hyena den near Nairobi, Kenya." In *Animals and archaeology*, edited by J. Clutton-Brock et C. Grigson, 143-148. Oxford, England: BAR International Series.
- Burke, A. 1995. *Prey movements and settlement patterns during the Upper Paleolithic in Southwestern France*. Vol. 619. Oxford, England: BAR International Series.
- Burke, A., et J. Cinq-Mars. 1996. "Dental characteristics of Late Pleistocene *Equus lambei* from the Bluefish Caves, Yukon Territory, and their comparison with Eurasian horses." *Géographie Physique et Quaternaire* 50 (1):81-93.
- Burke, A., et J. Cinq-Mars. 1998. "Paleoethological reconstruction and taphonomy of *Equus lambei* from the Bluefish Caves, Yukon Territory, Canada." *Arctic* 51 (2):105-115.
- Burke, C.C. 2013. "Neotaphonomic analysis of the feeding behaviors and modification marks produced by North American carnivores." *Journal of Taphonomy* 11 (1):1-20.
- Burns, J.A. 1996. "Vertebrate paleontology and the alleged ice-free corridor: the meat of the matter." *Quaternary International* 32:107-112.
- Buvit, I., K. Terry, M. Izuhou, et M.V. Konstantinov. 2015. "The emergence of modern behavior in the Trans-Baikal, Russia." In *Emergence and diversity of modern human behavior in Paleolithic Asia*, edited by Y. Kaifu, M Izuhou, T Goebel, H. Sato et A. Ono, 490-505. Texas: A&M University Press.
- Cabana, Y. 1998. "Etude comparative par analyse chronologique et sédimentologique d'accumulations éoliennes du Pleistocène supérieur et de l'Holocène dans le nord-ouest du Yukon." MSc Thesis, Department of geography, University of Ottawa.
- Capaldo, S.D. 1997. "Experimental determinations of carcass processing by Plio-Pleistocene hominids and carnivores at FLK 22 (Zinjanthropus), Olduvai Gorge, Tanzania." *Journal of Human Evolution* 33 (5):555-597.
- Capaldo, S.D., et R.J. Blumenshine. 1994. "A quantitative diagnosis of notches made by hammerstone percussion and carnivore gnawing on bovid long bones." *American Antiquity* 59 (4):724-748.
- Castel, J.-C., J.-B. Mallye, et J. Oppliger. 2011. "Les petits carnivores dans leurs abris temporaires: choix des espèces et caractéristiques taphonomiques. Implications pour l'archéologie." In *Taphonomie des petits vertébrés: référentiels et transferts aux fossiles*, edited by V. Laroulandie, Jean-Baptiste Mallye et C. Denys, 77-91. Oxford, England: BAR International Series.



- Church, R.R., et R.L. Lyman. 2003. "Small fragments make small differences in efficiency when rendering grease from fractured artiodactyl bones by boiling." *Journal of Archaeological Science* 30 (8):1077-1084.
- Cinq-Mars, J. 1979. "Bluefish Cave I: a late Pleistocene eastern Beringian cave deposit in the northern Yukon." *Canadian Journal of Archaeology* 3:1-32.
- Cinq-Mars, J. 1990. "La place des grottes du Poisson-Bleu dans la préhistoire béringienne." *Revista de Arqueología Americana* 1:9-32.
- Cinq-Mars, J., C.R. Harington, D.E. Nelson, et R.S. MacNeish. 1991. "Engigstciak revisited: a note on Early Holocene AMS dates from the "Buffalo Pit"." *NOGAP archaeology project: an integrated archaeological research and management approach* 1:33-44.
- Cinq-Mars, J., et B. Lauriol. 1985. "Le karst de Tsi-it-toh-Choh: notes préliminaires sur quelques phénomènes karstiques du Yukon septentrional, Canada." *Annales de la Société Géologique de Belgique* 108:185-195.
- Cinq-Mars, J., et R.E. Morlan. 1999. "Bluefish Caves and Old Crow Basin: a new rapport." In *Ice Age peoples of North America. Environments, origins, and adaptations of the first Americans*, edited by R. Bonnicksen et K.L. Turnmire, 200-212. Center for the Study of the First Americans: Oregon State University Press.
- Clague, J.J., R.W. Mathewes, et T.A. Ager. 2004. "Environments of northwestern North America before the last glacial maximum." In *Entering America: northeast Asia and Beringia before the Last Glacial Maximum*, edited by D. B. Madsen, 63-96. Salt Lake City: University of Utah Press.
- Clark, P.U., A.S. Dyke, J.D. Shakun, A.E. Carlson, J. Clark, B. Wohlfarth, J.X. Mitrovica, S.W. Hostetler, et A.M. McCabe. 2009. "The last glacial maximum." *Science* 325 (5941):710-714.
- Colinvaux, P.A. 1964. "The environment of the Bering land bridge." *Ecological Monographs* 34 (3):297-329.
- Cook, J.P. 1996. *Healy Lake*. Edited by F.H. West, *American beginnings: the prehistory and paleoecology of Beringia*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Costamagno, S. 2013. "Bone grease rendering in Mousterian contexts: the case of Noisetier Cave (Fréchet-Aure, Hautes-Pyrénées, France)." In *Zooarchaeology and modern human origins: human hunting behavior during the Late Pleistocene*, edited by J.L. Clark et J.D. Speth, 209-225. Dordrecht: Springer.
- Costamagno, S., et F. David. 2009. "Comparaison des pratiques bouchères et culinaires de différents groupes sibériens vivant de la renniculture." *Archaeofauna* 18:9-25.
- Costamagno, S., C. Griggo, et V. Mourre. 1999. "Approche expérimentale d'un problème taphonomique: utilisation de combustible osseux au Paléolithique." *Préhistoire Européenne* 13:167-194.
- Crass, B.A., B.L. Kedrowski, J. Baus, et J.A. Behm. 2011. "Residue analysis of bone-fueled Pleistocene hearths." In *From the Yenisei to the Yukon: Interpreting Lithic Assemblage Variability in Late Pleistocene/Early Holocene Beringia*, edited by T Goebel et I Buvit, 192-198. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Cruz-Uribe, K. 1991. "Distinguishing hyena from hominid bone accumulations." *Journal of Field Archaeology* 18 (4):467-486.
- Cwynar, L.C. 1982. "A late-Quaternary vegetation history from Hanging Lake, northern Yukon." *Ecological Monographs* 52 (1):1-24.
- Cwynar, L.C., et J.C. Ritchie. 1980. "Arctic steppe-tundra: a Yukon perspective." *Science* 208 (4450):1375-1377.
- D'Errico, F., et P. Villa. 1997. "Holes and grooves: the contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins." *Journal of Human Evolution* 33:1-31.

- Dansgaard, W., S. Johnsen, H. Clausen, D. Dahl-Jensen, N. Gundestrup, C. Hammer, C. Hvidberg, J. Steffensen, A. Sveinbjörnsdottir, et J. Jouzel. 1993. "Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record." *Nature* 364 (6434):218-220.
- Derevianko, A.P., A.V. Postnov, E.P. Rybin, Y.V. Kuzmin, et S.G. Keates. 2007. "The Pleistocene peopling of Siberia: a review of environmental and behavioural aspects." *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association* 25:57-68.
- Dickinson, W.R. 2011. "Geological perspectives on the Monte Verde archeological site in Chile and pre-Clovis coastal migration in the Americas." *Quaternary Research* 76 (2):201-210.
- Diedrich, C.G. 2011. "Late Pleistocene steppe lion *Panthera leo spelaea* (Goldfuss, 1810) footprints and bone records from open air sites in northern Germany—evidence of hyena-lion antagonism and scavenging in Europe." *Quaternary Science Reviews* 30 (15):1883-1906.
- Dikov, N.N. 1977. *Arkheologicheskie Pamyatniki Kamchatki, Chukotki i Verkhnei Kolymy*. Moscow: Nauka.
- Dikov, N.N. 1979. *Drevnie Kul'tury Severo-Vostochnoi Azii*. Moscow: Nauka.
- Dikov, N.N. 1996. "The Ushki sites, Kamchatka Peninsula." In *American beginnings: the prehistory and palaeoecology of Beringia*, edited by F.H. West, 244-250. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Dillehay, T.D. 1989. *Monte Verde: a Late Pleistocene Settlement in Chile*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Dillehay, T.D., et M.B. Collins. 1988. "Early cultural evidence from Monte Verde in Chile." *Nature* 332 (6160):150-152.
- Dillehay, T.D., C. Ocampo, J. Saavedra, A.O. Sawakuchi, R.M. Vega, M. Pino, M.B. Collins, L.S. Cummings, I. Arregui, et X.S. Villagran. 2015. "New archaeological evidence for an early human presence at Monte Verde, Chile." *Plos One* 10 (11):e0141923.
- Dillehay, T.D., C. Ramirez, M. Pino, M.B. Collins, J. Rossen, et J. Pino-Navarro. 2008. "Monte Verde: seaweed, food, medicine, and the peopling of South America." *Science* 320 (5877):784-786.
- Discamps, E., et S. Costamagno. 2015. "Improving mortality profile analysis in zooarchaeology: a revised zoning for ternary diagrams." *Journal of Archaeological Science* 58:62-76.
- Dixon, E.J. 1984. "Context and environment in taphonomic analysis: examples from Alaska's Porcupine River Caves." *Quaternary Research* 22 (2):201-215.
- Dixon, E.J. 1999. *Bones, boats & bison: archeology and the first colonization of western North America*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Dixon, E.J. 2001. "Human colonization of the Americas: timing, technology and process." *Quaternary Science Reviews* 20:277-299.
- Dixon, E.J. 2011. "Late Pleistocene colonization of North America from northeast Asia: new insights from large-scale paleogeographic reconstructions." *Quaternary International* 285:57-67.
- Dixon, E.J., et K. Monteleone. 2014. "Gateway to the Americas: underwater archeological survey in Beringia and the North Pacific." In *Prehistoric archaeology on the continental shelf*, edited by A.M Evans, J.C. Flatman et N.C Flemming, 95-114. New York: Springer.
- Domínguez-Rodrigo, M. 2003. "On cut marks and statistical inferences: methodological comments on Lupo & O'Connell (2002)." *Journal of Archaeological Science* 30 (3):381-386.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1997. "Meat-eating by early hominids at the FLK 22Zinjanthropussite, Olduvai Gorge (Tanzania): an experimental approach using cut-mark data." *Journal of Human Evolution* 33 (6):669-690.
- Domínguez-Rodrigo, M. 1999. "Flesh availability and bone modifications in carcasses consumed by lions: palaeoecological relevance in hominid foraging patterns." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 149 (1):373-388.

- Domínguez-Rodrigo, M., et R. Barba. 2006. "New estimates of tooth mark and percussion mark frequencies at the FLK Zinj site: the carnivore-hominid-carnivore hypothesis falsified." *Journal of Human Evolution* 50 (2):170-194.
- Domínguez-Rodrigo, M., S. De Juana, A. Galán, et M. Rodríguez. 2009. "A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks." *Journal of Archaeological Science* 36 (12):2643-2654.
- Domínguez-Rodrigo, M., et A. Piqueras. 2003. "The use of tooth pits to identify carnivore taxa in tooth-marked archaeofaunas and their relevance to reconstruct hominid carcass processing behaviours." *Journal of Archaeological Science* 30 (11):1385-1391.
- Domínguez-Rodrigo, M., et J. Yravedra. 2009. "Why are cut mark frequencies in archaeofaunal assemblages so variable? A multivariate analysis." *Journal of Archaeological Science* 36 (3):884-894.
- Drees, M. 2005. "Sexual dimorphism in Pleistocene *Bison priscus* (Mammalia, Bovidae) with a discussion on the position of *Bison schoetensacki*." *Senckenbergiana Lethaea* 85 (1):153-157.
- Driver, J.C., M. Handly, K.R. Fladmark, D.E. Nelson, G.M. Sullivan, et R. Preston. 1996. "Stratigraphy, radiocarbon dating, and culture history of Charlie Lake Cave, British Columbia." *Arctic* 49 (3):265-277.
- Drummond, A.J., A. Rambaut, B. Shapiro, et O.G. Pybus. 2005. "Bayesian coalescent inference of past population dynamics from molecular sequences." *Molecular biology and evolution* 22 (5):1185-1192.
- Duches, R., N. Nannini, M. Romandini, F. Boschini, J. Crezzini, et M. Peresani. 2016. "Identification of Late Epigravettian hunting injuries: descriptive and 3D analysis of experimental projectile impact marks on bone." *Journal of Archaeological Science* 66:88-102.
- Duffield, L.F. 1973. "Aging and sexing the post-cranial skeleton of bison." *The Plains Anthropologist* 18 (60):132-139.
- Dyke, A.S. 2004. "An outline of North American deglaciation with emphasis on central and northern Canada." In *Quaternary glaciations: extend and chronology, Part II North America*, edited by J. Ehlers et P.L. Gibbard, 373-424. New York: Elsevier Science.
- Dyke, A.S., J.T. Andrews, P.U. Clark, J.H. England, G.H. Miller, J. Shaw, et J.J. Veillette. 2002. "The Laurentide and Innuitian ice sheets during the Last Glacial Maximum." *Quaternary Science Reviews* 21 (1-3):9-31.
- Easton, N.A., M. Grooms, J. Handley, R. Reimer, D.R. Yesner, J.T. Rasic, N. Slobodin, L. Bourgeon, K. Hawes, V. Hutchinson, J. Cubley, et M. Samolczyk. 2013. "Analytical approaches to interpreting the Little John Site (KdVo6), a multi-component Late Pleistocene occupation in Yukon's southeast Beringia." *Paleoamerican odyssey*, Santa Fe, October 17-19.
- Easton, N.A., G.R. MacKay, P. Schnurr, P.B. Young, et C. Baker. 2007. "The Little John site (KdVo-6), a Late Glacial multi-component (Nenana-Denali complex) site in the far southwest of Yukon Territory, Canada." *Current Research in the Pleistocene* 24:82-84.
- Easton, N.A., G.R. MacKay, P.B. Young, P. Schnurr, et D.R. Yesner. 2011. "Chindadn in Canada — emergent evidence of the Pleistocene transition of Southeast Beringia as revealed by the Little John Site (KdVo-6), Yukon Territory, Canada." In *From the Yenisei to the Yukon: Interpreting Lithic Assemblage Variability in Late Pleistocene/Early Holocene Beringia*, edited by T. Goebel et I. Buvit, 289-307. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Elias, S.A. 2000. "Late Pleistocene climates of Beringia, based on analysis of fossil beetles." *Quaternary Research* 53 (2):229-235.

- Elias, S.A. 2001. "Mutual climatic range reconstructions of seasonal temperatures based on Late-Pleistocene fossil beetle assemblages in Eastern Beringia." *Quaternary Science Reviews* 20 (1):77-91.
- Elias, S.A., et B. Crocker. 2008. "The Bering Land Bridge: a moisture barrier to the dispersal of steppe-tundra biota?" *Quaternary Science Reviews* 27 (27-28):2473-2483.
- Elias, S.A., S.K. Short, et H.H. Birks. 1997. "Late Wisconsin environments of the Bering land bridge." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 136 (1-4):293-308.
- Emerson, A.M. 1990. "Archaeological implications of variability in the economic anatomy of Bison Bison." Doctoral dissertation, Washington State University.
- Endacott, N.A. 2008. "The zooarchaeology of Lime Hills Cave: paleoecological and taphonomic insights." Doctoral dissertation, Department of Anthropology, Washington State University.
- Erlandson, J.M., et T.J. Braje. 2011. "From Asia to the Americas by boat? Paleogeography, paleoecology, and stemmed points of the northwest Pacific." *Quaternary International* 239 (1):28-37.
- Erlandson, J.M., T.J. Braje, K.M. Gill, et M.H. Graham. 2015. "Ecology of the kelp highway: did marine resources facilitate human dispersal from Northeast Asia to the Americas?" *The Journal of Island and Coastal Archaeology* 10 (3):392-411.
- Erlandson, J.M., M.H. Graham, B.J. Bourque, D. Corbett, J.A. Estes, et R.S. Steneck. 2007. "The kelp highway hypothesis: marine ecology, the coastal migration theory, and the peopling of the Americas." *The Journal of Island and Coastal Archaeology* 2 (2):161-174.
- Erlandson, J.M., M.L. Moss, et M. Des Lauriers. 2008. "Life on the edge: early maritime cultures of the Pacific Coast of North America." *Quaternary Science Reviews* 27 (23-24):2232-2245.
- Erlandson, J.M., T.C. Rick, T.J. Braje, M. Casperson, B. Culleton, B. Fulfroost, T. Garcia, D.A. Guthrie, N. Jew, et D.J. Kennett. 2011. "Paleoindian seafaring, maritime technologies, and coastal foraging on California's Channel Islands." *Science* 331 (6021):1181-1185.
- Escalera, J.E., et L.M. Iriarte. 2000. "Muerte en el Canal: experiencias bioestratégicas controladas sobre la acción sustractora de Cánidos." *Archaeofauna* 9:7-16.
- Fagundes, N.J., R. Kanitz, R. Eckert, A.C. Valls, M.R. Bogo, F.M. Salzano, D.G. Smith, W.A. Silva, M.A. Zago, et A.K. Ribeiro-dos-Santos. 2008. "Mitochondrial population genomics supports a single pre-Clovis origin with a coastal route for the peopling of the Americas." *The American Journal of Human Genetics* 82 (3):583-592.
- Faith, J.T., et A.K. Behrensmeyer. 2006. "Changing patterns of carnivore modification in a landscape bone assemblage, Amboseli Park, Kenya." *Journal of Archaeological Science* 33 (12):1718-1733.
- Faith, J.T., C.W. Marean, et A.K. Behrensmeyer. 2007. "Carnivore competition, bone destruction, and bone density." *Journal of Archaeological Science* 34 (12):2025-2034.
- Fariña, R.A. 2015. "Bone surface modifications, reasonable certainty, and human antiquity in the Americas: the case of the Arroyo Del Vizcaíno site." *American Antiquity* 80 (1):193-200.
- Fariña, R.A., P.S. Tambusso, L. Varela, A. Czerwonogora, M.D. Giacomo, M. Musso, R. Bracco, et A. Gascue. 2014. "Arroyo del Vizcaíno, Uruguay: a fossil-rich 30-ka-old megafaunal locality with cut-marked bones." *Proc. R. Soc. B* 281 (1774).
- Fedje, D.W., J.M. White, M.C. Wilson, D.E. Nelson, J.S. Vogel, et J.R. Southon. 1995. "Vermilion Lakes site: Adaptations and environments in the Canadian Rockies during the latest Pleistocene and early Holocene." *American Antiquity* 60 (1):81-108.
- Fernández-Jalvo, Y., et P. Andrews. 2011. "When humans chew bones." *Journal of Human Evolution* 60 (1):117-123.

- Fiedel, S.J. 2000. "The peopling of the New World: present evidence, new theories, and future directions." *Journal of Archaeological Research* 8 (1):39-103.
- Fiedel, S.J. 2005. "Man's best friend—mammoth's worst enemy? A speculative essay on the role of dogs in Paleoindian colonization and megafaunal extinction." *World Archaeology* 37 (1):11-25.
- Fiedel, S.J., et Y.V. Kuzmin. 2007. "Radiocarbon date frequency as an index of intensity of Paleolithic occupation of Siberia: did humans react predictably to climate oscillations?" *Radiocarbon* 49 (02):741-756.
- Fiorillo, A.R. 1989. "An experimental study of trampling: implications for the fossil record." In *Bone modification*, edited by R. Bonnichsen et M. H. Sorg, 61-71. Orono: Peopling of the Americas Publications, Institute for Quaternary Studies, University of Maine.
- Fisher, J.W., Jr. 1995. "Bone surface modifications in zooarchaeology." *Journal of Archaeological Method and Theory* 2 (1):7-68.
- Fladmark, K.R. 1979. "Routes: alternate migration corridors for early man in North America." *American Antiquity* 44 (1):55-69.
- Fladmark, K.R., J.C. Driver, et D. Alexander. 1988. "The Paleoindian component at Charlie Lake Cave (HbRf 39), British Columbia." *American Antiquity* 53 (2):371-384.
- Fosse, P. 1996. "La grotte n° 1 de Lunel-Viel (Hérault, France): repaire d'hyènes du Pléistocène moyen. Etude taphonomique du matériel osseux." *Paléo* 8 (1):47-79.
- Fosse, P., P. Morel, et J.-P. Brugal. 2002. "Taphonomie et éthologie des ursidés pléistocènes." In *L'Ours et l'homme*, edited by T. Tillet et L.R. Binford, 79-100. Isère, France (4-6 Nov. 1997): Symposium d'Auberives-en-Royans.
- Fox-Dobbs, K., J.A. Leonard, et P.L. Koch. 2008. "Pleistocene megafauna from eastern Beringia: paleoecological and paleoenvironmental interpretations of stable carbon and nitrogen isotope and radiocarbon records." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 261 (1):30-46.
- France, D.L. 2008. *Human and nonhuman bone identification: a color atlas*. Taylor & Francis group: CRC Press.
- Frantz, L.A., V.E. Mullin, M. Pionnier-Capitan, O. Lebrasseur, M. Ollivier, A. Perri, A. Linderholm, V. Mattiangeli, M.D. Teasdale, et E.A. Dimopoulos. 2016. "Genomic and archaeological evidence suggest a dual origin of domestic dogs." *Science* 352 (6290):1228-1231.
- Gaudzinski, S., E. Turner, A. Anzidei, E. Álvarez-Fernández, J. Arroyo-Cabrales, J. Cinq-Mars, V. Dobosi, A. Hannus, E. Johnson, et S. Münzel. 2005. "The use of Proboscidean remains in every-day Palaeolithic life." *Quaternary International* 126:179-194.
- Gilbert, M.T.P., D.L. Jenkins, A. Götherstrom, N. Naveran, J.J. Sanchez, M. Hofreiter, P.F. Thomsen, J. Binladen, T.F. Higham, et R.M. Yohe. 2008. "DNA from pre-Clovis human coprolites in Oregon, North America." *Science* 320 (5877):786-789.
- Gipson, P.S., W.B. Ballard, R.M. Nowak, et L.D. Mech. 2000. "Accuracy and precision of estimating age of gray wolves by tooth wear." *The Journal of Wildlife Management* 64 (3):752-758.
- Goebel, T., S.B. Slobodin, et M.R. Waters. 2010. "New dates from Ushki-1, Kamchatka, confirm 13,000 calBP age for earliest Paleolithic occupation." *Journal of Archaeological Science* 37 (10):2640-2649.
- Goebel, T., H.L. Smith, L. DiPietro, M.R. Waters, B. Hockett, K.E. Graf, R. Gal, S.B. Slobodin, R.J. Speakman, et S.G. Driese. 2013. "Serpentine Hot Springs, Alaska: results of excavations and implications for the age and significance of northern fluted points." *Journal of Archaeological Science* 40:4222-4233.

- Goebel, T., M.R. Waters, et M. Dikova. 2003. "The archaeology of Ushki Lake, Kamchatka, and the Pleistocene peopling of the Americas." *Science* 301 (5632):501-505.
- Goebel, T., M.R. Waters, et D.H. O'Rourke. 2008. "The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas." *Science* 319 (5869):1497-1502.
- Gomez-Coutouly, Y.A. 2011. "Industries lithiques à composante lamellaire par pression du Nord Pacifique de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène: de la diffusion d'une technique en Extrême-Orient au peuplement initial du Nouveau Monde." Thèse de doctorat, Laboratoire Préhistoire et Technologie de la Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie, Université Paris Ouest, Nanterre La Défense.
- Goss, R.J. 2012. *Deer antlers: regeneration, function and evolution*. New York: Academic Press.
- Graf, K.E. 2009. "'The Good, the Bad, and the Ugly': evaluating the radiocarbon chronology of the middle and late Upper Paleolithic in the Enisei River valley, south-central Siberia." *Journal of Archaeological Science* 36 (3):694-707.
- Graf, K.E. 2013. "Siberian odyssey." In *Paleoamerican odyssey*, edited by Kelly E Graf, Caroline V Ketron et Michael R Waters, 65-80. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Grant, A. 1982. "The use of tooth wear as a guide to the age of domestic ungulates." In *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*, edited by B. Wilson, C. Grigson et S. Payne, 91-108. Oxford, England: BAR International Series.
- Grayson, D.K. 1989. "Bone transport, bone destruction, and reverse utility curves." *Journal of Archaeological Science* 16 (6):643-652.
- Grayson, D.K., et D.J. Meltzer. 2002. "Clovis hunting and large mammal extinction: a critical review of the evidence." *Journal of World Prehistory* 16 (4):313-359.
- Grayson, D.K., et D.J. Meltzer. 2003. "A requiem for North American overkill." *Journal of Archaeological Science* 30 (5):585-593.
- Grayson, D.K., et D.J. Meltzer. 2015. "Revisiting Paleoindian exploitation of extinct North American mammals." *Journal of Archaeological Science* 56:177-193.
- Greenfield, H.J. 1999. "The origins of metallurgy: distinguishing stone from metal cut-marks on bones from archaeological sites." *Journal of Archaeological Science* 26 (7):797-808.
- Gruhn, R. 1988. "Linguistic evidence in support of the coastal route of earliest entry into the New World." *Man* 23 (1):77-100.
- Guadelli, J.L. 2008. "La gélifraction des restes fauniques. Expérimentation et transfert au fossile." *Annales de Paléontologie* 94:121-165.
- Guadelli, J.L., et J.-C. Ozouf. 2000. "L'action du gel sur les restes fauniques: premiers résultats." *Anthropologie et Préhistoire* 111:355-363.
- Guidon, N., et G. Delibrias. 1986. "Carbon-14 dates point to man in the Americas 32, 000 years ago." *Nature* 321 (6072):769-771.
- Guthrie, R.D. 1982. "Mammals of the mammoth steppe as paleoenvironmental indicators." In *Paleoecology of Beringia*, edited by D.M. Hopkins, J.V. Matthews, C.E. Schweger et S.B. Young, 307-326. New York: Academic Press.
- Guthrie, R.D. 1988. "Bone litter from an alaskan pleistocene carnivore den." *Current Research in the Pleistocene* 5:69-71.
- Guthrie, R.D. 1990. *Frozen fauna of the Mammoth Steppe: the story of Blue Babe*. Chicago: University of Chicago Press.
- Guthrie, R.D. 2001. "Origin and causes of the mammoth steppe: a story of cloud cover, woolly mammal tooth pits, buckles, and inside-out Beringia." *Quaternary Science Reviews* 20 (1-3):549-574.

- Guthrie, R.D. 2003. "Rapid body size decline in Alaskan Pleistocene horses before extinction." *Nature* 426 (6963):169-171.
- Guthrie, R.D. 2006. "New carbon dates link climatic change with human colonization and Pleistocene extinctions." *Nature* 441 (7090):207-209.
- Haile, J., D.G. Froese, R.D. MacPhee, R.G. Roberts, L.J. Arnold, A.V. Reyes, M. Rasmussen, R. Nielsen, B.W. Brook, et S. Robinson. 2009. "Ancient DNA reveals late survival of mammoth and horse in interior Alaska." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (52):22352-22357.
- Hall, R., D. Roy, et D. Boling. 2004. "Pleistocene migration routes into the Americas: human biological adaptations and environmental constraints." *Evolutionary Anthropology* 13 (4):132-144.
- Hamilton, M.J., et B. Buchanan. 2010. "Archaeological support for the three-stage expansion of modern humans across Northeastern Eurasia and into the Americas." *Plos One* 5 (8).
- Hamm, G., P. Mitchell, L.J. Arnold, G.J. Prideaux, D. Questiaux, N.A. Spooner, V.A. Levchenko, E.C. Foley, T.H. Worthy, B. Stephenson, V. Coulthard, C. Coulthard, S. Wilton, et D. Johnston. 2016. "Cultural innovation and megafauna interaction in the early settlement of arid Australia." *Nature* 539 (7628):280-283.
- Harington, C.R. 1980. "Pleistocene mammals from Lost Chicken Creek, Alaska." *Canadian Journal of Earth Sciences* 17 (2):168-198.
- Harington, C.R. 2003. *Annotated bibliography of Quaternary vertebrates of northern North America: with radiocarbon dates*. Toronto: University of Toronto Press.
- Harington, C.R. 2011. "Pleistocene vertebrates of the Yukon Territory." *Quaternary Science Reviews* 30:2341-2354.
- Harington, C.R., et J. Cinq-Mars. 1995. "Radiocarbon dates on saiga antelope (*Saiga tatarica*) fossils from Yukon and the Northwest Territories." *Arctic* 48 (1):1-7.
- Harington, C.R., et J. Cinq-Mars. 2008. "Bluefish Caves - Fauna and context." *Beringian Research Notes* 19:8 p.
- Harington, C.R., et R.E. Morlan. 1992. "A late pleistocene antler artifact from the klondike district, Yukon Territory, Canada." *Arctic* 45 (3):269-272.
- Harington, C.R., et R.E. Morlan. 2002. "Evidence for human modification of a Late Pleistocene bison (*Bison* sp.) bone from the Klondike District, Yukon Territory, Canada." *Arctic* 55 (2):143-147.
- Haynes, G. 1980. "Evidence of carnivore gnawing on Pleistocene and recent mammalian bones." *Paleobiology* 6 (3):341-351.
- Haynes, G. 1982. "Utilization and skeletal disturbances of North American prey carcasses." *Arctic* 35 (2):266-281.
- Haynes, G. 1983a. "Frequencies of spiral and green-bone fractures on ungulate limb bones in modern surface assemblages." *American Antiquity* 48 (1):102-114.
- Haynes, G. 1983b. "A guide for differentiating mammalian carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones." *Paleobiology* 9 (2):164-172.
- Haynes, G. 1988. "Longitudinal studies of African elephant death and bone deposits." *Journal of Archaeological Science* 15 (2):131-157.
- Haynes, G. 1991. *Mammoths, mastodons, and elephants: biology, behavior and the fossil record*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Haynes, G., et J. Klimowicz. 2015. "Recent elephant-carcass utilization as a basis for interpreting mammoth exploitation." *Quaternary International* 359:19-37.
- Haynes, G., et K.E. Krasinski. 2010. "Taphonomic fieldwork in southern Africa and its application in studies of the earliest peopling of North America." *Journal of Taphonomy* 8 (2-3):181-202.

- Heaton, T.H., et F. Grady. 2003. "The Late Wisconsin vertebrate history of Prince of Wales Island, Southeast Alaska." In *Ice Age cave faunas of North America*, edited by B.W. Schubert, J.I. Mead et R.W. Graham, 17-53. Indiana: Indiana University Press.
- Heaton, T.H., S.L. Talbot, et G.F. Shields. 1996. "An ice age refugium for large mammals in the Alexander Archipelago, southeastern Alaska." *Quaternary Research* 46 (2):186-192.
- Heintzman, P.D., D. Froese, J.W. Ives, A.E.R. Soares, G.D. Zazula, B. Letts, T.D. Andrews, J.C. Driver, E. Hall, P.G. Hare, C.N. Jass, G. MacKay, J.R. Southon, M. Stiller, R. Woywitka, M.A. Suchard, et B. Shapiro. 2016. "Bison phylogeography constrains dispersal and viability of the ice free corridor in western Canada." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (29):8057-8063.
- Hemming, J.E. 1969. "Cemental deposition, tooth succession, and horn development as criteria of age in Dall sheep." *The Journal of Wildlife Management* 33 (3):552-558.
- Henrichsen, P., et H. Grue. 1980. "Age criteria in the muskox (*Ovibos moschatus*) from Greenland." *Danish Review of Game Biology* 11 (4):18 pp.
- Hetherington, R., J.V. Barrie, R.G. Reid, R. MacLeod, D.J. Smith, T.S. James, et R. Kung. 2003. "Late Pleistocene coastal paleogeography of the Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada, and its implications for terrestrial biogeography and early postglacial human occupation." *Canadian Journal of Earth Sciences* 40 (12):1755-1766.
- Higham, T.F., R. Jacobi, et C.B. Ramsey. 2006. "AMS radiocarbon dating of ancient bone using ultrafiltration." *Radiocarbon* 48 (2):179-195.
- Hill, C. 1982. "Origin of black deposits in caves." *National Speleological Society Bulletin* 44 (1):15-19.
- Hockett, B., et D.L. Jenkins. 2013. "Identifying stone tool cut marks and the pre-Clovis occupation of the Paisley Caves." *American Antiquity* 78 (4):762-778.
- Hodgson, J.A., W.D. Allmon, P.L. Nester, J.M. Sherpa, et J.J. Chiment. 2008. "Comparative osteology of late Pleistocene mammoth and mastodon remains from the Watkins Glen site, Chemung County, New York." In *Mastodon paleobiology, taphonomy, and paleoenvironment in the Late Pleistocene of New York State: studies on the Hyde Park, Chemung, and North Java sites*, edited by Warren D Allmon et Peter L Nester, 301-367. Ithaca: Palaeontographica Americana.
- Hoffecker, J.F. 2001. "Late Pleistocene and early Holocene sites in the Nenana River valley, central Alaska." *Arctic Anthropology* 38 (2):139-153.
- Hoffecker, J.F. 2005. "Innovation and technological knowledge in the Upper Paleolithic of northern Eurasia." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 14 (5):186-198.
- Hoffecker, J.F. 2011. "Assemblage variability in Beringia." In *From the Yenisei to the Yukon: Interpreting Lithic Assemblage Variability in Late Pleistocene/Early Holocene Beringia*, edited by T Goebel et I Buvit, 165-178. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Hoffecker, J.F., et S.A. Elias. 2003. "Environment and archeology in Beringia." *Evolutionary Anthropology* 12 (1):34-49.
- Hoffecker, J.F., et S.A. Elias. 2007. *The human ecology of Beringia*. New York: Columbia University Press.
- Hoffecker, J.F., S.A. Elias, D.H. O'Rourke, G.R. Scott, et N.H. Bigelow. 2016. "Beringia and the global dispersal of modern humans." *Evolutionary Anthropology* 25 (2):64-78.
- Hoffecker, J.F., S.A. Elias, et D.H. O'Rourke. 2014. "Out of Beringia?" *Science* 343 (6174):979-980.
- Hoffecker, J.F., W.R. Powers, et T. Goebel. 1993. "The colonization of Beringia and the peopling of the New World." *Science* 259 (5091):46-53.



- Holen, S.R. 2006. "Taphonomy of two last glacial maximum mammoth sites in the central Great Plains of North America: a preliminary report on La Sena and Lovewell." *Quaternary International* 142-143:30-43.
- Holen, S.R. 2007. "The age and taphonomy of mammoths at Lovewell Reservoir, Jewell County, Kansas, USA." *Quaternary International* 169:51-63.
- Holen, S.R., T.A. Deméré, D.C. Fisher, R. Fullagar, J.B. Paces, G.T. Jefferson, J.M. Beeton, R.A. Cerutti, A.N. Rountrey, et L. Vescera. 2017. "A 130,000-year-old archaeological site in southern California, USA." *Nature* 544 (7651):479-483.
- Holen, S.R., et K. Holen. 2013. "The mammoth steppe hypothesis: the middle Wisconsin (oxygen isotope stage 3) peopling of North America." In *Paleoamerican odyssey*, edited by Kelly E Graf, Caroline V Ketron et Michael R Waters, 429-444. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Holmes, C.E. 2001. "Tanana River valley archaeology circa 14,000 to 9000 BP." *Arctic Anthropology* 38 (2):154-170.
- Holmes, C.E. 2011. "The Beringian and transitional periods in Alaska: technology of the East Beringian Tradition as viewed from Swan Point." In *From the Yenisei to the Yukon: Interpreting Lithic Assemblage Variability in Late Pleistocene/Early Holocene Beringia*, edited by T. Goebel et I Buvit, 179-191. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Holmes, C.E., D.C. Fisher, et A. Rountrey. 2012. "Dental and skeletal evidence point to the hunting of mammoths in central Alaska." Alaska Anthropological Association, 39th Annual Meeting, Seattle, WA.
- Hopkins, D.M. 1967. *The Bering land bridge*. Stanford, California: Stanford University Press.
- Hopkins, D.M., J.V. Matthews, C.E. Schweger, et S.B. Young. 1982. *Paleoecology of Beringia*. New York: Academic Press.
- Hultén, E. 1937. *Outline of the history of arctic and boreal biota during the Quaternary period*. Stockholm, Sweden: Bokfoerlags Aktiebolaget Thule.
- Irving, W.N., et C.R. Harington. 1973. "Upper Pleistocene radiocarbon-dated artefacts from the northern Yukon." *Science* 179 (4071):335-340.
- Irving, W.N., A.V. Jopling, et I. Kritsch-Armstrong. 1989. "Studies of bone technology and taphonomy, Old Crow Basin, Yukon Territory." In *Bone modification*, edited by R. Bonnicksen et M.H. Sorg, 347-379. Orono, Maine: Center for the Study of the First Americans.
- Jachmann, H. 1988. "Estimating age in African elephants: a revision of Laws' molar evaluation technique." *African Journal of Ecology* 26 (1):51-56.
- Jenkins, D.L., L.G. Davis, T.W. Stafford, P.F. Campos, B. Hockett, G.T. Jones, L.S. Cummings, C. Yost, T.J. Connolly, et R.M. Yohe. 2012. "Clovis age western stemmed projectile points and human coprolites at the Paisley Caves." *Science* 337 (6091):223-228.
- Jennings, T.A. 2012. "Clovis, Folsom, and Midland components at the Debra L. Friedkin site, Texas: context, chronology, and assemblages." *Journal of Archaeological Science* 39 (10):3239-3247.
- Johnson, E. 1985. "Current developments in bone technology." In *Advances in Archaeological Method and Theory*, edited by M.B. Schiffer, 157-235. New York: Academic Press.
- Johnston, W.A. 1933. "Quaternary geology of North America in relation to the migration of man." In *The American aborigines: their origin and antiquity*, edited by D. Jenness, 11-45. Toronto: University of Toronto Press.
- Joubert, D. 2006. "Hunting behaviour of lions (*Panthera leo*) on elephants (*Loxodonta africana*) in the Chobe National Park, Botswana." *African Journal of Ecology* 44 (2):279-281.

- Kaplan, J.O. 2001. "Geophysical Applications of Vegetation Modeling." Doctoral dissertation, Lund University.
- Karr, L.P., A.K. Outram, et L. Adrien Hannus. 2010. "A chronology of bone marrow and bone grease exploitation at the Mitchell prehistoric Indian village." *Plains Anthropologist* 55 (215):215-223.
- Kelly, R.L., et L.C. Todd. 1988. "Coming into the country: Early Paleoindian hunting and mobility." *American Antiquity* 53 (2):231-244.
- Kitchen, A., M.M. Miyamoto, et C.J. Mulligan. 2008. "A three-stage colonization model for the peopling of the Americas." *Plos One* 3 (2):e1596.
- Klein, R.G., K. Allwarden, et C. Wolf. 1983. "The calculation and interpretation of ungulate age profiles from dental crown heights." In *Hunter-gatherer economy in prehistory*, edited by G Bailey, 47-57. Cambridge: Cambridge University Press.
- Klein, R.G., et K. Cruz-Urbe. 1984. *The analysis of animal bones from archaeological sites*. Chicago: University of Chicago Press.
- Klein, R.G., C. Wolf, L.G. Freeman, et K. Allwarden. 1981. "The use of dental crown heights for constructing age profiles of red deer and similar species in archaeological samples." *Journal of Archaeological Science* 8 (1):1-31.
- Knecht, H. 1997. "Projectile points of bone, antler, and stone: experimental explorations of manufacture and use." In *Projectile technology*, edited by Heidi Knecht, 191-212. New York: Plenum Press.
- Krajcarz, M., et M.T. Krajcarz. 2012. "The red fox (*Vulpes vulpes*) as an accumulator of bones in cave-like environments." *International Journal of Osteoarchaeology* 24 (4):459-475.
- Krasinski, K.E. 2010. "Broken bones and cutmarks: taphonomic analyses and implications for the peopling of North America." Doctoral dissertation, University of Nevada, Reno.
- Kuhn, B., L. Berger, et J. Skinner. 2010. "Examining criteria for identifying and differentiating fossil faunal assemblages accumulated by hyenas and hominins using extant hyenid accumulations." *International Journal of Osteoarchaeology* 20 (1):15-35.
- Kuntz, D. 2011. "Ostéométrie et migration(s) du renne (*Rangifer tarandus*) dans le Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléni-glaciaire et du Tardiglaciaire (21 500-13 000 cal. BP)." Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.
- Kuzmin, Y.V. 2008. "Siberia at the Last Glacial Maximum: environment and archaeology." *Journal of Archaeological Research* 16 (2):163-221.
- Kuzmin, Y.V., et S.G. Keates. 2005. "Dates are not just data: Paleolithic settlement patterns in Siberia derived from radiocarbon records." *American Antiquity* 70 (4):773-789.
- Kuzmin, Y.V., et L.A. Orlova. 1998. "Radiocarbon chronology of the Siberian Paleolithic." *Journal of World Prehistory* 12 (1):1-53.
- Lahaye, C., M. Hernandez, E. Boëda, G.D. Felice, N. Guidon, S. Hoeltz, A. Lourdeau, M. Pagli, A.-M. Pessis, et M. Rasse. 2013. "Human occupation in South America by 20,000 BC: the Toca da Tira Peia site, Piauí, Brazil." *Journal of Archaeological Science* 40 (6):2840-2847.
- Lam, Y.M., X. Chen, et O.M. Pearson. 1999. "Intertaxonomic variability in patterns of bone density and the differential representation of bovid, cervid, and equid elements in the archaeological record." *American Antiquity* 64 (2):343-362.
- Lam, Y.M., et O.M. Pearson. 2005. "Bone density studies and the interpretation of the faunal record." *Evolutionary Anthropology* 14 (3):99-108.
- Lam, Y.M., O.M. Pearson, C.W. Marean, et X. Chen. 2003. "Bone density studies in zooarchaeology." *Journal of Archaeological Science* 30 (12):1701-1708.

- Landon, D.B., C.A. Waite, R.O. Peterson, et L.D. Mech. 1998. "Evaluation of age determination techniques for gray wolves." *The Journal of Wildlife Management* 62 (2):674-682.
- Larsen, H. 1968. "Trail Creek, final report on the excavation of two caves at Seward Peninsula, Alaska." *Acta Arctica* 15:7-79.
- Lauriol, B., Y. Cabana, J. Cinq-Mars, M.-A. Geurts, et F.W. Grimm. 2002. "Cliff-top eolian deposits and associated molluscan assemblages as indicators of Late Pleistocene and Holocene environments in Beringia." *Quaternary International* 87 (1):59-79.
- Lauriol, B., C. Prévost, É. Deschamps, J. Cinq-Mars, et S. Labrecque. 2001. "Faunal and archaeological remains as evidence of climate change in freezing caverns, Yukon Territory, Canada." *Arctic* 54 (2):135-141.
- Laws, R. 1966. "Age criteria for the African elephant." *African Journal of Ecology* 4 (1):1-37.
- Leonard, J.A., R.K. Wayne, J. Wheeler, R. Valadez, S. Guillén, et C. Vila. 2002. "Ancient DNA evidence for Old World origin of New World dogs." *Science* 298 (5598):1613-1616.
- Levine, M.A. 1982. "The use of crown height measurements and eruption-wear sequences to age horse teeth." In *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*, edited by B. Wilson, C. Grigson et S. Payne, 223-250. Oxford, England: BAR International Series.
- Levine, M.A. 1983. "Mortality models and the interpretation of horse population structure." In *Hunter-gatherer economy in prehistory*, edited by G Bailey, 23-46. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Lister, A.M. 1994. "Skeletal association and bone maturation in the Hot Springs mammoths." In *The Hot Springs Mammoth site: a decade of field and laboratory research in paleontology, geology, and paleoecology*, edited by L. Agenbroad et J. Mead, 253-268. Rapid City, South Dakota: Fenske Printing, Inc.
- Lister, A.M. 1999. "Epiphyseal fusion and postcranial age determination in the woolly mammoth *Mammuthus primigenius*." *Mammoths and the Mammoth Fauna: Studies of an Extinct Ecosystem. Deinsea* 6:79-87.
- Lister, A.M., et L.D. Agenbroad. 1994. "Gender determination of the Hot Springs mammoths." In *The Hot Springs Mammoth site: a decade of field and laboratory research in paleontology, geology, and paleoecology*, edited by L. Agenbroad et J. Mead, 208-214. Rapid City, South Dakota: Fenske Printing, Inc.
- Llamas, B., L. Fehren-Schmitz, G. Valverde, J. Soubrier, S. Mallick, N. Rohland, S. Nordenfelt, C. Valdiosera, S.M. Richards, et A. Rohrlach. 2016. "Ancient mitochondrial DNA provides high-resolution time scale of the peopling of the Americas." *Science Advances* 2 (4):e1501385.
- Lopez-Gonzalez, F., A. Grandal-d'Anglade, et J.R. Vidal-Romani. 2006. "Deciphering bone depositional sequences in caves through the study of manganese coatings." *Journal of Archaeological Science* 33:707-717.
- Loveridge, A.J., J.E. Hunt, F. Murindagomo, et D.W. Macdonald. 2006. "Influence of drought on predation of elephant (*Loxodonta africana*) calves by lions (*Panthera leo*) in an African wooded savannah." *Journal of Zoology* 270 (3):523-530.
- Loy, T.H., et E.J. Dixon. 1998. "Blood residues on fluted points from Eastern Beringia." *American Antiquity* 63 (1):21-46.
- Lyman, R.L. 1984. "Bone density and differential survivorship of fossil classes." *Journal of Anthropological Archaeology* 3 (4):259-299.
- Lyman, R.L. 1985. "Bone frequencies: differential transport, in situ destruction, and the MGUI." *Journal of Archaeological Science* 12 (3):221-236.
- Lyman, R.L. 1987a. "Archaeofaunas and butchery studies: a taphonomic perspective." *Advances in Archaeological Method and Theory* 10:249-337.

- Lyman, R.L. 1987b. "On the analysis of vertebrate mortality profiles: sample size, mortality type, and hunting pressure." *American Antiquity* 52 (1):125-142.
- Lyman, R.L. 1994a. "Quantitative units and terminology in zooarchaeology." *American Antiquity* 59 (1):36-71.
- Lyman, R.L. 1994b. *Vertebrate taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MacFadden, B.J. 1992. *Fossil horses: systematics, paleobiology, and evolution of the family Equidae*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mackie, Q., L. Davis, D. Fedje, D. McLaren, A. Gusick, K. Graf, C. Ketron, et M. Waters. 2013. "Locating Pleistocene-age submerged archaeological sites on the Northwest Coast: current status of research and future directions." In *Paleoamerican odyssey* edited by Kelly E Graf, Caroline V Ketron et Michael R Waters, 133-147. Collage Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Maguire, J.M., D. Pemberton, et M. Collett. 1980. "The Makapansgat limeworks grey breccia: hominids, hyaenas, hystricids or hillwash?" *Palaeontologia Africana* 23:75-98.
- Mallye, J.-B., D. Cochard, et V. Laroulandie. 2008. "Accumulations osseuses en périphérie de terriers de petits carnivores: les stigmates de prédation et de fréquentation." *Annales de Paléontologie* 94 (3):187-208.
- Mandryk, C.A.S., H. Josenhans, D.W. Fedje, et R.W. Mathewes. 2001. "Late Quaternary paleoenvironments of Northwestern North America: implications for inland versus coastal migration routes." *Quaternary Science Reviews* 20 (1-3):301-314.
- Manley, W.F. 2002. "Postglacial flooding of the Bering Land Bridge: a geospatial animation." INSTAAR, University of Colorado, v1. Accessed January, 2017. [http://instaar.colorado.edu/QGISL/bering\\_land\\_bridge](http://instaar.colorado.edu/QGISL/bering_land_bridge).
- Marean, C.W., et C.L. Ehrhardt. 1995. "Paleoanthropological and paleoecological implications of the taphonomy of a sabertooth's den." *Journal of Human Evolution* 29 (6):515-547.
- Marean, C.W., et C.J. Frey. 1997. "Animal bones from caves to cities: reverse utility curves as methodological artifacts." *American Antiquity* 62 (4):698-711.
- Martin, F.M., et L.A. Borrero. 2017. "Climate change, availability of territory, and Late Pleistocene human exploration of Ultima Esperanza, South Chile." *Quaternary International* 428:86-95.
- Martin, P.S. 1984. "Prehistoric overkill: the global model." In *Quaternary extinctions: a prehistoric revolution*, edited by P.S. Martin et R.G. Klein, 354-403. Tucson: University of Arizona Press.
- Martindale, A., R.E. Morlan, M. Betts, M. Blake, K. Gajewski, M. Chaput, A. Mason, et P. Vermeersch. 2016. "Canadian Archaeological Radiocarbon Database (CARD 2.0)." Accessed January, 2016. <http://www.canadianarchaeology.ca/>.
- Matheus, P.E. 2003. Locomotor adaptations and ecomorphology of short-faced bears (*Arctodus simus*) in eastern Beringia. In *Occasional Papers in Earth Sciences No. 7*. Yukon Palaeontology Program.
- Matthews Jr., J., et A. Telka. 1997. "Insect fossils from the Yukon." In *Insects of the Yukon*, edited by H.V. Danks et J.A. Downes, 911-962. Ottawa: Biological Survey of Canada.
- McCuaig-Balkwill, D., et J. Cinq-Mars. 1998. "Migratory birds from Bluefish Caves, eastern Beringia." 8th International Congress of the International Council for Archaeozoology. Final Program and Abstracts, August 23-29, Victoria, B.C.
- Mech, L.D. 1974. "Canis lupus." *Mammalian Species* 32:6.
- Mech, L.D., et L. Boitani. 2003. *Wolves: behavior, ecology, and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.

- Meiri, M., A.M. Lister, M.J. Collins, N. Tuross, T. Goebel, S. Blockley, G.D. Zazula, N. van Doorn, R.D. Guthrie, et G.G. Boeskorov. 2014. "Faunal record identifies Bering isthmus conditions as constraint to end-Pleistocene migration to the New World." *Proc. R. Soc. B* 281 (20132167).
- Meltzer, D.J. 1993. "Pleistocene peopling of the Americas." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 1 (5):157-169.
- Meltzer, D.J. 1997. "Monte Verde and the Pleistocene peopling of the Americas." *Science* 276 (5313):754-755.
- Meltzer, D.J., D.K. Grayson, G. Ardila, A.W. Barker, D.F. Dincauze, C.V. Haynes, F. Mena, L. Nunez, et D.J. Stanford. 1997. "On the Pleistocene antiquity of Monte Verde, southern Chile." *American Antiquity* 62 (4):659-663.
- Merritt, S.R. 2012. "Factors affecting Early Stone Age cut mark cross-sectional size: implications from actualistic butchery trials." *Journal of Archaeological Science* 39 (9):2984-2994.
- Metcalf, J.L., C. Turney, R. Barnett, F. Martin, S.C. Bray, J.T. Vilstrup, L. Orlando, R. Salas-Gismondi, D. Loponte, M. Medina, M. De Nigris, T. Civalero, P.M. Fernandez, A. Gasco, V. Duran, K.L. Seymour, C. Otaola, A. Gil, R. Paunero, F.J. Prevosti, C.J.A. Bradshaw, J.C. Wheeler, L.A. Borrero, J.J. Austin, et A. Cooper. 2016. "Synergistic roles of climate warming and human occupation in Patagonian megafaunal extinctions during the Last Deglaciation." *Science advances* 2 (6):e1501682.
- Metcalf, D., et K.T. Jones. 1988. "A reconsideration of animal body-part utility indices." *American Antiquity* 53 (3):486-504.
- Meyer, M., M. Kircher, M.-T. Gansauge, H. Li, F. Racimo, S. Mallick, J.G. Schraiber, F. Jay, K. Prüfer, et C. De Filippo. 2012. "A high-coverage genome sequence from an archaic Denisovan individual." *Science* 338 (6104):222-226.
- Mix, A.C., E. Bard, et R. Schneider. 2001. "Environmental processes of the ice age: land, oceans, glaciers (EPILOG)." *Quaternary Science Reviews* 20 (4):627-657.
- Mochanov, Y.A. 1977. *Drevneishie Etapy Zaseleniya Chelovekom Severo-Vostochnoi Azii*. Novosibirsk: Nauka.
- Mochanov, Y.A., et S.A. Fedoseeva. 1996a. "Berelekh, Allakhovsk Region." In *American beginnings: the prehistory and palaeoecology of Beringia*, edited by F.H. West, 218-221. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Mochanov, Y.A., et S.A. Fedoseeva. 1996b. "Dyuktai Cave." In *American beginnings: the prehistory and palaeoecology of Beringia*, edited by F.H. West, 164-174. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Mochanov, Y.A., et S.A. Fedoseeva. 1996c. "Verkhne-Troitskaya." In *American beginnings: the prehistory and palaeoecology of Beringia*, edited by F.H. West, 180-184. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Mol, D., et L. Agenbroad. 1994. "Metapodials and shoulder height of *Mammuthus columbi* compared with Eurasian *Mammuthus* species." In *The Hot Springs Mammoth site: a decade of field and laboratory research in paleontology, geology, and paleoecology*, edited by LD Agenbroad et JL Mead, 224-252. Rapid City, South Dakota: Fenske Printing, Inc.
- Mondini, N.M. 1995. "Artiodactyl prey transport by foxes in Puna rock shelters." *Current Anthropology* 36 (3):520-524.
- Monnier, G.F., et E. Bischoff. 2014. "Size matters. An evaluation of descriptive and metric criteria for identifying cut marks made by unmodified rocks during butchery." *Journal of Archaeological Science* 50:305-317.
- Monteleone, K. 2013. "Lost Worlds: Locating submerged archaeological sites in southeast Alaska." Doctoral dissertation, Department of Anthropology, University of New Mexico, Albuquerque.

- Morin, E. 2007. "Fat composition and Nunamiut decision-making: a new look at the marrow and bone grease indices." *Journal of Archaeological Science* 34 (1):69-82.
- Morin, E. 2010. "Implications taphonomiques de l'utilisation de l'os comme combustible." *Palethnologie* 2 (1).
- Morin, E. 2012. *Reassessing paleolithic subsistence: the Neandertal and modern human foragers of Saint-Césaire*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morin, E., et E. Ready. 2013. "Foraging goals and transport decisions in western Europe during the Paleolithic and early Holocene." In *Zooarchaeology and modern human origins: human hunting behavior during the Late Pleistocene*, edited by J.L. Clark et J.D. Speth, 227-269. Dordrecht: Springer.
- Morlan, R.E. 1967. "The preceramic period of Hokkaido: an outline." *Arctic Anthropology* 4 (1):164-220.
- Morlan, R.E. 1976. "Technological characteristics of some wedge-shaped cores in northwestern North America and northeast Asia." *Asian Perspectives* 19 (1):96-106.
- Morlan, R.E. 1980. *Taphonomy and archaeology in the Upper Pleistocene of the Northern Yukon Territory: a glimpse of the peopling of the New World*. Vol. 94. Ottawa: National Museum of Man Mercury Series. Archaeological Survey of Canada.
- Morlan, R.E. 1983. "Counts and estimates of taxonomic abundance in faunal remains: microtine rodents from Bluefish Cave I." *Canadian Journal of Archaeology* 7 (1):61-76.
- Morlan, R.E. 1984. "Toward the definition of criteria for the recognition of artificial bone alterations." *Quaternary Research* 22 (2):160-171.
- Morlan, R.E. 1989. "Paleoecological implications of Late Pleistocene and Holocene microtine rodents from the Bluefish Caves, northern Yukon Territory." *Canadian Journal of Earth Sciences* 26 (1):149-156.
- Morlan, R.E. 2003. "Current perspectives on the Pleistocene archaeology of eastern Beringia." *Quaternary Research* 60 (1):123-132.
- Morlan, R.E., et J. Cinq-Mars. 1982. "Ancient Beringians: human occupation in the Late Pleistocene of Alaska and the Yukon Territory." In *Paleoecology of Beringia* edited by D.M. Hopkins, J.V. Matthews, C.E. Schweger et S.B. Young, 353-381. New York: Academic Press.
- Morlan, R.E., D.E. Nelson, T.A. Brown, J.S. Vogel, et J.R. Southon. 1990. "Accelerator mass spectrometry dates on bones from Old Crow Basin, northern Yukon Territory." *Canadian Journal of Archaeology* 14:75-92.
- Morrison, D., et P. Whitridge. 1997. "Estimating the age and sex of caribou from mandibular measurements." *Journal of Archaeological Science* 24 (12):1093-1106.
- Morrison, D.A. 1997. *Caribou hunters in the Western Arctic: zooarchaeology of the Rita-Claire and Bison Skull sites*. Hull, Quebec: Canadian Museum of Civilization: Mercury Series, Archaeological Survey of Canada Paper 157.
- Mowbray, T.B., F. Cooke, et B. Ganter. 2000. "Snow goose (*Chen caerulescens*)." The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Accessed April, 2016. <https://birdsna.org/Species-Account/bna/home>.
- Mulligan, C.J., A. Kitchen, et M.M. Miyamoto. 2008. "Updated three-stage model for the peopling of the Americas." *Plos One* 3 (9):e3199.
- Nelson, D.E., R.E. Morlan, J.S. Vogel, J.R. Southon, et C.R. Harington. 1986. "New dates on northern Yukon artifacts: Holocene not Upper Pleistocene." *Science* 232 (4751):749-751.
- Nicholson, R.A. 1996. "Bone degradation, burial medium and species representation: debunking the myths, an experiment-based approach." *Journal of Archaeological Science* 23 (4):513-533.

- Nikolskiy, P., et V. Pitulko. 2013. "Evidence from the Yana Palaeolithic site, Arctic Siberia, yields clues to the riddle of mammoth hunting." *Journal of Archaeological Science* 40:4189-4197.
- O'Rourke, D.H., et J.A. Raff. 2010. "The human genetic history of the Americas: the final frontier." *Current Biology* 20 (4):R202-R207.
- O'Connor, S., R. Ono, et C. Clarkson. 2011. "Pelagic fishing at 42,000 years before the present and the maritime skills of modern humans." *Science* 334 (6059):1117-1121.
- Olsen, S. 1972. *Osteology for the archaeologist: No. 3. The American mastodon and the woolly mammoth*. Vol. 56. Cambridge, Massachusetts, USA: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology.
- Olsen, S.L., et P. Shipman. 1988. "Surface modification on bone: trampling versus butchery." *Journal of Archaeological Science* 15 (5):535-553.
- Oppenheimer, S., B. Bradley, et D. Stanford. 2014. "Solutrean hypothesis: genetics, the mammoth in the room." *World Archaeology* 46 (5):752-774.
- Outram, A.K. 1998. "The identification and palaeoeconomic context of prehistoric bone marrow and grease exploitation." Doctoral dissertation, University of Durham.
- Outram, A.K. 2001. "A new approach to identifying bone marrow and grease exploitation: why the "indeterminate" fragments should not be ignored." *Journal of Archaeological Science* 28 (4):401-410.
- Outram, A.K., et P. Rowley-Conwy. 1998. "Meat and marrow utility indices for horse (Equus)." *Journal of Archaeological Science* 25 (9):839-849.
- Pales, L., et M. Garcia. 1981. *Atlas ostéologique pour servir à l'identification des mammifères du Quaternaire. II. Tete, rachis, ceintures scapulaire et pelvienne*: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Pales, L., et C. Lambert. 1971. *Atlas ostéologique pour servir à l'identification des mammifères du Quaternaire. I. Les membres*: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Pasda, K. 2009. *Osteometry, and osteological age and sex determination of the Sisimiut reindeer population (Rangifer tarandus groenlandicus)*. Edited by John and Erica Hedges Limited. Oxford, England: BAR International series 1947.
- Patterson, L.W. 1983. "Criteria for determining the attributes of man-made lithics." *Journal of Field Archaeology* 10 (3):297-307.
- Perdersen, M.W., A. Ruter, C.E. Schweger, H. Friebe, R.A. Staff, K.K. Kjeldsen, M. Mendoza, A.B. Beaudoin, C. Zutter, N.K. Larsen, B.A. Potter, R. Nielsen, R.A. Rainville, L. Orlando, D.J. Meltzer, K. Kjaer, et E. Willerslev. 2016. "Postglacial viability and colonization in North America's ice-free corridor." *Nature* 537 (7618).
- Perego, U.A., A. Achilli, N. Angerhofer, M. Accetturo, M. Pala, A. Olivieri, B.H. Kashani, K.H. Ritchie, R. Scozzari, et Q.-P. Kong. 2009. "Distinctive Paleo-Indian migration routes from Beringia marked by two rare mtDNA haplogroups." *Current Biology* 19 (1):1-8.
- Pickering, T.R. 2002. "Reconsideration of criteria for differentiating faunal assemblages accumulated by hyenas and hominids." *International Journal of Osteoarchaeology* 12 (2):127-141.
- Pierce, B.M., et V.C. Bleich. 2003. "Mountain lion." In *Wild Mammals of North America*, 744-757. Baltimore: The Johns Hopkins Press.
- Pike-Tay, A., C.A. Morcomb, et M. O Farrell. 2000. "Reconsidering the quadratic crown height method of age estimation for Rangifer from archaeological sites." *Archaeozoologia* 11 (1/2):145-174.
- Pitulko, V.V. 2011. "The Berelekh quest: a review of forty years of research in the mammoth graveyard in northeast Siberia." *Geoarchaeology Review Paper* 26 (1):5-32.

- Pitulko, V.V., A.E. Basilyan, et E.Y. Pavlova. 2014. "The Berelekh mammoth "graveyard": new chronological and stratigraphical data from the 2009 field season." *Geoarchaeology* 29 (4):277-299.
- Pitulko, V.V., P.A. Nikolsky, E.Y. Girya, A.E. Basilyan, V.E. Tumskoy, S.A. Koulakov, S.N. Astakhov, E.Y. Pavlova, et M.A. Anisimov. 2004. "The Yana RHS site: humans in the Arctic before the Last Glacial Maximum." *Science* 303 (5654):52-56.
- Pitulko, V.V., E.Y. Pavlova, P.A. Nikolskiy, et V.V. Ivanova. 2012. "The oldest art of the Eurasian Arctic: personal ornaments and symbolic objects from Yana RHS, Arctic Siberia." *Antiquity* 86 (333):642-659.
- Pitulko, V.V., A.N. Tikhonov, E.Y. Pavlova, P.A. Nikolskiy, K.E. Kuper, et R.N. Polozov. 2016. "Early human presence in the Arctic: evidence from 45,000-year-old mammoth remains." *Science* 351 (6270):260-263.
- Pope, K.O., et J.E. Terrell. 2008. "Environmental setting of human migrations in the circum-Pacific region." *Journal of Biogeography* 35:1-21.
- Potter, B.A. 2007. "Models of faunal processing and economy in Early Holocene interior Alaska." *Environmental Archaeology* 12 (1):3-23.
- Potter, B.A., C.E. Holmes, et D.R. Yesner. 2013. "Technology and economy among the earliest prehistoric foragers in interior eastern Beringia." In *Paleoamerican odyssey*, edited by K.E. Graf, C.V. Ketron et M. R. Waters, 81-103. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Potter, B.A., J.D. Irish, J.D. Reuther, C. Gelvin-Reymiller, et V.T. Holliday. 2011. "A Terminal Pleistocene child cremation and residential structure from Eastern Beringia." *Science* 331 (6020):1058-1062.
- Potter, B.A., J.D. Irish, J.D. Reuther, et H.J. McKinney. 2014. "New insights into Eastern Beringian mortuary behavior: a terminal Pleistocene double infant burial at Upward Sun River." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (48):17060-17065.
- Powers, W.R., et J.F. Hoffecker. 1989. "Late Pleistocene settlement in the Nenana valley, central Alaska." *American Antiquity* 54:263-287.
- Prince, P. 2007. "Determinants and implications of bone grease rendering: a Pacific Northwest example." *North American Archaeologist* 28 (1):1-28.
- Prummel, W., et H.-J. Frisch. 1986. "A guide for the distinction of species, sex and body side in bones of sheep and goat." *Journal of Archaeological Science* 13 (6):567-577.
- Rabinovitch, R., et L. Horwitz. 1994. "An experimental approach to the study of porcupine damage to bones: a gnawing issue." *Artefacts* 9:97-118.
- Raghavan, M., P. Skoglund, K.E. Graf, M. Metspalu, A. Albrechtsen, I. Moltke, S. Rasmussen, T.W. Stafford Jr, L. Orlando, E. Metspalu, M. Karmin, K. Tambets, S. Rootsi, R. Magi, P.F. Campos, E. Balanovska, O. Balanovsky, E. Khusnutdinova, S. Litvinov, L.P. Osipova, S.A. Fedorova, M.I. Voevoda, M. DeGiorgio, T. Sicheritz-Ponten, S. Brunak, S. Demeshchenko, T. Kivisild, R. Villems, R. Nielsen, M. Jakobsson, et E. Willerslev. 2014. "Upper Palaeolithic Siberian genome reveals dual ancestry of Native Americans." *Nature* 505. doi: 10.1038/nature12736.
- Raghavan, M., M. Steinrücken, K. Harris, S. Schiffels, S. Rasmussen, M. DeGiorgio, A. Albrechtsen, C. Valdiosera, M.C. Ávila-Arcos, et A.-S. Malaspina. 2015. "Genomic evidence for the Pleistocene and recent population history of Native Americans." *Science* 349 (6250).
- Ramsey, C.B. 2001. "Development of the radiocarbon calibration program." *Radiocarbon* 43 (2A):355-364.
- Ramsey, C.B., T. Higham, A. Bowles, et R. Hedges. 2004a. "Improvements to the pretreatment of bone at Oxford." *Radiocarbon* 46 (1):155-163.



- Ramsey, C.B., T. Higham, et P. Leach. 2004b. "Towards high-precision AMS: progress and limitations." *Radiocarbon* 46 (1):17-24.
- Rasmussen, M., S.L. Anzick, M.R. Waters, P. Skoglund, M. DeGiorgio, T.W. Stafford Jr, S. Rasmussen, I. Moltke, A. Albrechtsen, et S.M. Doyle. 2014. "The genome of a Late Pleistocene human from a Clovis burial site in western Montana." *Nature* 506 (7487):225-229.
- Reich, D., R.E. Green, M. Kircher, J. Krause, N. Patterson, E.Y. Durand, B. Viola, A.W. Briggs, U. Stenzel, et P.L. Johnson. 2010. "Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia." *Nature* 468 (7327):1053-1060.
- Reich, D., N. Patterson, D. Campbell, A. Tandon, S. Mazieres, N. Ray, M.V. Parra, W. Rojas, C. Duque, et N. Mesa. 2012. "Reconstructing native American population history." *Nature* 488 (7411):370-374.
- Reimer, P.J., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, et M. Friedrich. 2013. "IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP." *Radiocarbon* 55 (4):1869-1887.
- Richards, M.P., P.B. Pettitt, M.C. Stiner, et E. Trinkaus. 2001. "Stable isotope evidence for increasing dietary breadth in the European mid-Upper Paleolithic." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (11):6528-6532.
- Rincon, P. 2017. "First americans claim sparks controversy." BBC News website. Accessed May, 2017. <http://www.bbc.com/news/science-environment-39710311>.
- Ritchie, J.C., J. Cinq-Mars, et L.C. Cwynar. 1982. "L'environnement tardiglaciaire du Yukon septentrional, Canada" *Géographie Physique et Quaternaire* 36 (1-2):241-250.
- Ritchie, J.C., et L.C. Cwynar. 1982. "The Late Quaternary vegetation of the North Yukon." In *Paleoecology of Beringia*, edited by D.M. Hopkins, J.V. Matthews, C.E. Schweger et S.B. Young, 113-126. New York: Academic Press.
- Roberge, J., B. Lauriol, P. Thibaudeau, et J. Cinq-Mars. 1986. "Caractère des karsts arctiques du Yukon septentrional." *Comptes rendus du IXème Congrès international de spéléologie*, Barcelone.
- Roth, V., et J. Shoshani. 1988. "Dental identification and age determination in *Elephas maximus*." *Journal of Zoology* 214 (4):567-588.
- Rubicz, R.C., et M. Crawford. "Molecular genetic evidence from contemporary populations for the origins of Native North Americans." In *The Oxford Handbook of the Prehistoric Arctic*, edited by M. Friesen et O. Mason, 27-50. Oxford: Oxford University Press.
- Saint-Germain, C. 1997. "The production of bone broth: a study in nutritional exploitation." *Anthropozoologica* (25-26):153-156.
- Saladié, P., R. Huguet, C. Díez, A. Rodríguez-Hidalgo, et E. Carbonell. 2013a. "Taphonomic modifications produced by modern brown bears (*Ursus arctos*)." *International Journal of Osteoarchaeology* 23 (1):13-33.
- Saladié, P., A. Rodríguez-Hidalgo, C. Díez, P. Martín-Rodríguez, et E. Carbonell. 2013b. "Range of bone modifications by human chewing." *Journal of Archaeological Science* 40 (1):380-397.
- Sanchez, G., V.T. Holliday, E.P. Gaines, J. Arroyo-Cabrales, N. Martínez-Tagüeña, A. Kowler, T. Lange, G.W. Hodgins, S.M. Mentzer, et I. Sanchez-Morales. 2014. "Human (Clovis)-gomphothere (*Cuvieronius* sp.) association ~ 13,390 calibrated yBP in Sonora, Mexico." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (30):10972-10977.
- Sattler, R. 1997. "Large mammals in Lower Rampart Cave 1, Alaska: interspecific utilization of an eastern Beringian cave." *Geoarchaeology* 12 (6):657-688.
- Sattler, R., D.M. Vinson, et T.E. Gillispie. 2001. "Calibrated radiocarbon ages and taphonomic factors in beringian cave faunas at the end of the Pleistocene." In *People and wildlife in northern*

- North America: essays in honor of R. Dale Guthrie*, edited by S.C. Gerlach et M.S. Murray, 112-123. Oxford, England: BAR International Series.
- Schubert, B.W. 2010. "Late Quaternary chronology and extinction of North American giant short-faced bears (*Arctodus simus*)." *Quaternary International* 217 (1):188-194.
- Schubert, B.W., et J.E. Kaufmann. 2003. "A partial short-faced bear skeleton from an Ozark cave with comments on the paleobiology of the species." *Journal of Cave and Karst Studies* 65 (2):101-110.
- Schweger, C.E. 1982. "Late Pleistocene vegetation of eastern Beringia: pollen analysis of dated alluvium." In *Paleoecology of Beringia*, edited by D.M. Hopkins, J.V. Matthews, C.E. Schweger et S.B. Young, 95-112. New York: Academic Press.
- Scott, G.R., K. Schmitz, K.N. Heim, K.S. Paul, R. Schomberg, et M.A. Pilloud. 2016. "Sinodonty, Sundadonty, and the Beringian Standstill model: issues of timing and migrations into the New World." *Quaternary International* Available online 27 May 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.04.027>.
- Selvaggio, M.M., et J. Wilder. 2001. "Identifying the involvement of multiple carnivore taxa with archaeological bone assemblages." *Journal of Archaeological Science* 28 (5):465-470.
- Shahack-Gross, R., O. Bar-Yosef, et S. Weiner. 1997. "Black-coloured bones in Hayonim Cave, Israel: differentiating between burning and oxide staining." *Journal of Archaeological Science* 24 (5):439-446.
- Shipman, P. 1981. *Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press
- Shipman, P. 1989. "Altered bones from Olduvai Gorge, Tanzania: techniques, problems, and implications of their recognition." In *Bone modification*, edited by R. Bonnichsen et M. H. Sorg, 317-334. Orono, Maine: Center for the Study of the First Americans.
- Shipman, P., et J.J. Rose. 1988. "Bone tools: an experimental approach." In *Scanning electron microscopy in archaeology*, 303-335. Oxford, England: BAR International Series 452.
- Sisson, S., et J.D. Grossman. 1975. *The anatomy of the domestic animals*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Smuts, G., J. Anderson, et J. Austin. 1978. "Age determination of the African lion (*Panthera leo*)." *Journal of Zoology* 185 (1):115-146.
- Solow, A.R., D.L. Roberts, et K.M. Robbirt. 2006. "On the Pleistocene extinctions of Alaskan mammoths and horses." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (19):7351-7353.
- Sorkin, B. 2006. "Ecomorphology of the giant short-faced bears *Agriotherium* and *Arctodus*." *Historical Biology* 18 (1):1-20.
- Speth, J.D., et K.A. Spielmann. 1983. "Energy source, protein metabolism, and hunter-gatherer subsistence strategies." *Journal of Anthropological Archaeology* 2 (1):1-31.
- Stanford, D., R. Bonnichsen, et R.E. Morlan. 1981. "The Ginsberg experiment: modern and prehistoric evidence of a bone-flaking technology." *Science* 212 (4493):438-440.
- Steele, J., et G. Politis. 2009. "AMS 14 C dating of early human occupation of southern South America." *Journal of archaeological science* 36 (2):419-429.
- Steele, T.E., et T.D. Weaver. 2012. "Refining the quadratic crown height method of age estimation: do elk teeth wear quadratically with age?" *Journal of Archaeological Science* 39 (7):2329-2334.
- Stiner, M.C. 1990. "The use of mortality patterns in archaeological studies of hominid predatory adaptations." *Journal of Anthropological Archaeology* 9 (4):305-351.
- Stiner, M.C. 1991. "Food procurement and transport by human and non-human predators." *Journal of Archaeological Science* 18 (4):455-482.

- Stiner, M.C. 1994. *Honor among thieves: a zooarchaeological study of Neandertal ecology*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Stiner, M.C. 1998. "Mortality analysis of Pleistocene bears and its paleoanthropological relevance." *Journal of Human Evolution* 34 (3):303-326.
- Stiner, M.C. 2002a. "On in situ attrition and vertebrate body part profiles." *Journal of Archaeological Science* 29 (9):979-991.
- Stiner, M.C. 2002b. "Pourquoi ossements d'ours et outillages coexistent-ils dans les sites en grotte paléolithiques? Observations provenant du pourtour méditerranéen." In *L'Ours et l'homme*, edited by T. Tillet et L.R. Binford, 157-165. Isère, France (4-6 Nov. 1997): Symposium d'Auberives-en-Royans.
- Stiner, M.C., S.L. Kuhn, S. Weiner, et O. Bar-Yosef. 1995. "Differential burning, recrystallization, and fragmentation of archaeological bone." *Journal of Archaeological Science* 22 (2):223-237.
- Stiner, M.C., N.D. Munro, et M. Sanz. 2012. "Carcass damage and digested bone from mountain lions (*Felis concolor*): implications for carcass persistence on landscapes as a function of prey age." *Journal of Archaeological Science* 39 (4):896-907.
- Stokes, C.R., L. Tarasov, et A.S. Dyke. 2012. "Dynamics of the North American ice sheet complex during its inception and build-up to the Last Glacial Maximum." *Quaternary Science Reviews* 50:86-104.
- Straus, L.G. 2000. "Solutrean settlement of North America? A review of reality." *American Antiquity* 65 (2):219-226.
- Straus, L.G., D.J. Meltzer, et T. Goebel. 2005. "Ice Age Atlantis? Exploring the Solutrean-Clovis 'connection'." *World Archaeology* 37 (4):507-532.
- Stuart, A.J., et A.M. Lister. 2011. "Extinction chronology of the cave lion *Panthera spelaea*." *Quaternary Science Reviews* 30 (17):2329-2340.
- Sutcliffe, A.J. 1990. "Rates of decay of mammalian remains in the permafrost environment of the Canadian High Arctic." In *Canada's missing dimension: science and history in the Canadian Arctic Islands*, edited by C Richard Harington, 161-186. Ottawa: Canadian Museum of Nature.
- Tackney, J., J. Coltrain, J. Raff, et D. O'Rourke. 2016. "Ancient DNA and stable isotopes." In *The Oxford Handbook of the Prehistoric Arctic*, edited by M. Friesen et O. Mason, 51-79. Oxford: Oxford University Press.
- Tackney, J.C., B.A. Potter, J. Raff, M. Powers, W.S. Watkins, D. Warner, J.D. Reuther, J.D. Irish, et D.H. O'Rourke. 2015. "Two contemporaneous mitogenomes from terminal Pleistocene burials in eastern Beringia." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (45):13833-13838.
- Tamm, E., T. Kivisild, M. Reidla, M. Metspalu, D.G. Smith, C.J. Mulligan, C.M. Bravi, O. Rickards, C. Martinez-Labarga, et E.K. Khusnutdinova. 2007. "Beringian standstill and spread of Native American founders." *Plos One* 2 (9):e829.
- Théry-Parisot, I., S. Costamagno, J.-P. Brugal, P. Fosse, et R. Guilbert. 2005. "The use of bone as fuel during the Palaeolithic, experimental study of bone combustible properties." In *The zooarchaeology of fats, oils, milk and dairying*, edited by J. Mulville et A.K. Outram, 50-59. Oxford: Oxbow Books.
- Thorson, R.M., et R.D. Guthrie. 1984. "River ice as a taphonomic agent: an alternative hypothesis for bone "artifacts"." *Quaternary Research* 22 (2):172-188.
- Todisco, D., et H. Monchot. 2008. "Bone weathering in a periglacial environment: the Tayara site (KbFk-7), Qikirtaq Island, Nunavik (Canada)." *Arctic* 61 (1):87-101.
- Vasil'ev, S.A., Y.V. Kuzmin, L.A. Orlova, et V.N. Dementiev. 2002. "Radiocarbon-based chronology of the Paleolithic of Siberia and its relevance to the peopling of the New World." *Radiocarbon* 44 (2):503-530.

- Vasil'ev, S.A. 2003. "Faunal exploitation, subsistence practices and Pleistocene extinctions in Palaeolithic Siberia." Proceedings of the Second International Mammoth Conference, Rotterdam, May 16-20 (1999), Deinsea 9.
- Vasiliev, S.K. 2008. "Late Pleistocene bison (*Bison p. priscus* Bojanis, 1827) from the southeastern part of western Siberia." *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia* 34 (2):34-56.
- Viau, A., K. Gajewski, M. Sawada, et J. Bunbury. 2008. "Low-and high-frequency climate variability in eastern Beringia during the past 25 000 years " *Canadian Journal of Earth Sciences* 45 (11):1435-1453.
- Villa, P., J.-C. Castel, C. Beauval, V. Bourdillat, et P. Goldberg. 2004. "Human and carnivore sites in the European Middle and Upper Paleolithic: similarities and differences in bone modification and fragmentation." *Revue de Paléobiologie* 23 (2):705-730.
- Villa, P., et F. D'errico. 2001. "Bone and ivory points in the Lower and Middle Paleolithic of Europe." *Journal of Human Evolution* 41 (2):69-112.
- Villa, P., et E. Mahieu. 1991. "Breakage patterns of human long bones." *Journal of Human Evolution* 21 (1):27-48.
- Villavicencio, N.A., E.L. Lindsey, F.M. Martin, L.A. Borrero, P.I. Moreno, C.R. Marshall, et A.D. Barnosky. 2016. "Combination of humans, climate, and vegetation change triggered Late Quaternary megafauna extinction in the Última Esperanza region, southern Patagonia, Chile." *Ecography* 39 (2):125-140.
- Vinson, D.M. 1993. "Taphonomic analysis of faunal remains from Trail Creek caves, Seward Peninsula, Alaska." M.A. Thesis, University of Alaska Fairbanks.
- Walker, D.N. 1987. "Sequence of epiphyseal fusion in the Rocky Mountain bighorn sheep." *The Great Basin Naturalist* 47 (1):7-12.
- Walker, P.L., et J.C. Long. 1977. "An experimental study of the morphological characteristics of tool marks." *American Antiquity* 42 (4):605-616.
- Waters, M.R., S.L. Forman, T.A. Jennings, L.C. Nordt, S.G. Driese, J.M. Feinberg, J.L. Keene, J. Halligan, A. Lindquist, et J. Pierson. 2011a. "The Buttermilk Creek complex and the origins of Clovis at the Debra L. Friedkin site, Texas." *Science* 331 (6024):1599-1603.
- Waters, M.R., et T.W. Stafford. 2007. "Redefining the age of Clovis: implications for the peopling of the Americas." *Science* 315 (5815):1122-1126.
- Waters, M.R., T.W. Stafford, B. Kooyman, et L. Hills. 2015. "Late Pleistocene horse and camel hunting at the southern margin of the ice-free corridor: reassessing the age of Wally's Beach, Canada." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (14):4263-4267.
- Waters, M.R., T.W. Stafford, H.G. McDonald, C. Gustafson, M. Rasmussen, E. Cappellini, J.V. Olsen, D. Szklarczyk, L.J. Jensen, et M.T.P. Gilbert. 2011b. "Pre-Clovis mastodon hunting 13,800 years ago at the Manis site, Washington." *Science* 334 (6054):351-353.
- Weinstock, J. 2000. "Osteometry as a source of refined demographic information: sex-ratios of reindeer, hunting strategies, and herd control in the Late Glacial site of Stellmoor, Northern Germany." *Journal of Archaeological Science* 27 (12):1187-1195.
- West, F.H. 1967. "The Donnelly Ridge site and the definition of an early core and blade complex in central Alaska." *American Antiquity* 32 (3):360-382.
- West, F.H. 1996. *American beginnings: the prehistory and palaeoecology of Beringia*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Westbrook, R.E. 2012. "Evidence for a mesic glacial refugium in central Beringia: a 150 kyr palynological record from IODP Expedition 323 sediment." 2012 GSA Annual Meeting & Exposition, Charlotte, North Carolina, USA, 4-7 November.
- Wheat, J. 1979. "The Jurgens Site." *Plains Anthropologist* 24 (84):1-153.

- Willerslev, E., J. Davison, M. Moora, M. Zobel, E. Coissac, M.E. Edwards, E.D. Lorenzen, M. Vestergård, G. Gussarova, et J. Haile. 2014. "Fifty thousand years of Arctic vegetation and megafaunal diet." *Nature* 506 (7486):47-51.
- Witt, K.E., K. Judd, A. Kitchen, C. Grier, T.A. Kohler, S.G. Ortman, B.M. Kemp, et R.S. Malhi. 2015. "DNA analysis of ancient dogs of the Americas: identifying possible founding haplotypes and reconstructing population histories." *Journal of Human Evolution* 79:105-118.
- Yesner, D.R. 2001. "Human dispersal into interior Alaska: antecedent conditions, mode of colonization, and adaptations." *Quaternary Science Reviews* 20 (1-3):315-327.
- Yesner, D.R., K.I. Crossen, et N.A. Easton. 2011. "Geoarchaeological and zooarchaeological correlates of early Beringian artifact assemblages." In *From the Yenisei to the Yukon: Interpreting Lithic Assemblage Variability in Late Pleistocene/Early Holocene Beringia*, edited by T. Goebel et I Buvit, 308-322. College Station, Texas: Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.
- Yesner, D.R., et G. Pearson. 2002. "Microblades and migrations: ethnic and economic models in the peopling of the Americas." *Archeological Papers of the American Anthropological Association* 12 (1):133-161.
- Youngman, P.M. 1993. "The Pleistocene small carnivores of eastern Beringia." *Canadian field-naturalist, Ottawa* 107 (2):139-163.
- Yurtsev, B.A. 2001. "The Pleistocene "Tundra-Steppe" and the productivity paradox: the landscape approach." *Quaternary Science Reviews* 20 (1):165-174.
- Zazula, G.D., ed. 2003. *Full-glacial macrofossils, paleoecology and stratigraphy of the Bluefish Exposure, northern Yukon*. Yukon Territory: Occasional Papers in Earth Sciences No. 4. Palaeontology Program, Government of the Yukon.
- Zazula, G.D., D.G. Froese, S.A. Elias, S. Kuzmina, et R.W. Mathewes. 2007. "Arctic ground squirrels of the mammoth-steppe: paleoecology of Late Pleistocene middens (24 000-29 450 14C yr BP), Yukon Territory, Canada." *Quaternary Science Reviews* 26:979-1003.
- Zazula, G.D., R.D. MacPhee, J.Z. Metcalfe, A.V. Reyes, F. Brock, P.S. Druckenmiller, P. Groves, C.R. Harington, G.W. Hodgins, et M.L. Kunz. 2014. "American mastodon extirpation in the Arctic and Subarctic predates human colonization and terminal Pleistocene climate change." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (52):18460-18465.
- Zazula, G.D., C.E. Schweger, A.B. Beaudoin, et G.H. McCourt. 2006a. "Macrofossil and pollen evidence for full-glacial steppe within an ecological mosaic along the Bluefish River, eastern Beringia." *Quaternary International* 142-143:2-19.
- Zazula, G.D., A. Telka, C. Harington, C. Schweger, et R. Mathewes. 2006b. "New spruce (*Picea* spp.) macrofossils from Yukon Territory: implications for Late Pleistocene refugia in Eastern Beringia." *Arctic* 59 (4):391-400.

## ANNEXES



Annexe 1 : Aperçu de la fraction fragmentaire des assemblages osseux (MCH, MgVo-1, 2).

| Éléments                         | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Squelette axial</b>           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| VERTEBRE THOR.                   | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 2,6   |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |             |           |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 10          | 0         | 6 | 4 | 3    | 4   | 2,0 | 100,0 |
| HUMERUS prox.                    |             |           |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 9           | 0         | 6 | 3 | 3    | 4   | 2,0 | 100,0 |
| HUMERUS dist.                    | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| RADIUS total                     | 3           | 1         | 0 | 2 | 1    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| RADIUS prox.                     | 2           | 1         | 0 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| RADIUS diaph.                    | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| RADIUS dist.                     |             |           |   |   |      |     |     |       |
| ULNA                             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CARPES                           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METACARPES                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 11          | 0         | 7 | 4 | 3    | 4   | 2,0 | 100,0 |
| TIBIA prox.                      | 2           | 0         | 2 | 0 | 2    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| TIBIA diaph.                     | 9           | 0         | 5 | 4 | 3    | 4   | 2,0 | 100,0 |
| TIBIA dist.                      |             |           |   |   |      |     |     |       |
| FIBULA diaph.                    | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| TARSES                           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSES                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.                  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGES                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NRDt</b> | <b>26</b> |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NMI</b>  | <b>3</b>  |   |   |      |     |     |       |

**Annexe 2 : Représentation squelettique du mammouth (*M. primigenius*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).**

| Eléments                         | NRDt | G/D | G  | D  | NMIc | NME | MAU  | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|----|----|------|-----|------|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |    |    |      |     |      |       |
| CRANE                            | 32   | 24  | 4  | 4  | 5    | 5   | 5    | 37,0  |
| MAXILLAIRE                       | 17   | 6   | 5  | 6  | 2    | 4   | 2    | 14,8  |
| MANDIBULE                        | 97   | 65  | 15 | 17 | 5    | 8   | 4    | 29,6  |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |    |    |      |     |      |       |
| COTES                            |      |     |    |    |      |     |      |       |
| VERT. CERV.                      | 5    | 5   | 0  | 0  | 3    | 4   | 0,6  | 4,2   |
| VERT. THOR.                      |      |     |    |    |      |     |      |       |
| VERT. LOMB.                      | 1    | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,2  | 1,2   |
| SACRUM                           | 1    | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 1,0  | 7,4   |
| VERT. CAUD.                      |      |     |    |    |      |     |      |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |    |    |      |     |      |       |
| SCAPULA                          | 3    | 0   | 1  | 2  | 1    | 2   | 1,0  | 7,4   |
| HUMERUS total                    | 14   | 1   | 8  | 5  | 4    | 7   | 3,5  | 25,9  |
| HUMERUS prox.                    | 1    | 0   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5  | 3,7   |
| HUMERUS diaph.                   | 6    | 1   | 4  | 1  | 1    | 2   | 1,0  | 7,4   |
| HUMERUS dist.                    | 7    | 0   | 3  | 4  | 4    | 7   | 3,5  | 25,9  |
| RADIO/ULNA total                 | 29   | 2   | 12 | 15 | 7    | 11  | 5,5  | 40,7  |
| RADIO/ULNA prox.                 | 17   | 1   | 6  | 10 | 7    | 11  | 5,5  | 40,7  |
| RADIO/ULNA diaph.                | 10   | 1   | 6  | 3  | 2    | 4   | 2,0  | 14,8  |
| RADIO/ULNA dist.                 | 2    | 0   | 0  | 2  | 2    | 2   | 1,0  | 7,4   |
| CARPES total                     | 5    | 0   | 4  | 1  | 3    | 5   | 0,4  | 2,6   |
| LUNATUM                          |      |     |    |    |      |     |      |       |
| PYRAMIDAL                        |      |     |    |    |      |     |      |       |
| SCAPHOIDE                        |      |     |    |    |      |     |      |       |
| PISIFORME                        | 1    | 0   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5  | 3,7   |
| HAMATUM                          |      |     |    |    |      |     |      |       |
| CAPITATUM                        | 4    | 0   | 3  | 1  | 3    | 4   | 2,0  | 14,8  |
| TRAPEZOIDE                       |      |     |    |    |      |     |      |       |
| METACARPE total                  | 11   | 4   | 3  | 4  | 5    | 9   | 4,5  | 33,3  |
| METACARPE prox.                  |      |     |    |    |      |     |      |       |
| METACARPE diaph.                 | 2    | 2   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,5  | 3,7   |
| METACARPE dist.                  | 9    | 2   | 3  | 4  | 5    | 9   | 4,5  | 33,3  |
| METACARPE VESTIGIAL MED.         | 2    | 0   | 2  | 0  | 2    | 2   | 1,0  | 7,4   |
| METACARPE VESTIGIAL LAT.         | 1    | 0   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5  | 3,7   |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |    |    |      |     |      |       |
| COXAL                            | 47   | 1   | 18 | 28 | 16   | 27  | 13,5 | 100,0 |
| FEMUR total                      | 26   | 5   | 11 | 9  | 3    | 5   | 2,5  | 18,5  |
| FEMUR prox.                      | 6    | 0   | 3  | 3  | 3    | 5   | 2,5  | 18,5  |
| FEMUR diaph.                     | 15   | 5   | 7  | 3  | 3    | 5   | 2,5  | 18,5  |
| FEMUR dist.                      | 5    | 0   | 2  | 3  | 3    | 4   | 2,0  | 14,8  |
| PATELLA                          |      |     |    |    |      |     |      |       |
| TIBIA total                      | 22   | 7   | 6  | 9  | 7    | 12  | 6,0  | 44,4  |
| TIBIA prox.                      |      |     |    |    |      |     |      |       |
| TIBIA diaph.                     | 10   | 7   | 1  | 2  | 2    | 3   | 1,5  | 11,1  |
| TIBIA dist.                      | 12   | 0   | 5  | 7  | 7    | 12  | 6,0  | 44,4  |

**Annexe 3 : Représentation squelettique du cheval (*E. lambei*) dans la Grotte I (dents isolées exclues)  
(suite sur la page suivante).**



| Éléments                     | NRDt        | G/D        | G  | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|------------|----|---|------|-----|-----|-------|
| TARSES total                 | 16          | 0          | 10 | 6 | 4    | 16  | 1,3 | 9,9   |
| CALCANEUM                    | 6           | 0          | 2  | 4 | 4    | 6   | 3,0 | 22,2  |
| TALUS                        | 5           | 0          | 4  | 1 | 4    | 5   | 2,5 | 18,5  |
| NAVIVULAIRE                  | 3           | 0          | 3  | 0 | 3    | 3   | 1,5 | 11,1  |
| CUBOIDE                      |             |            |    |   |      |     |     |       |
| GRAND CUNEIFORME             | 2           | 0          | 1  | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 7,4   |
| PETIT CUNEIFORME             |             |            |    |   |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 13          | 0          | 9  | 4 | 8    | 12  | 6,0 | 44,4  |
| METATARSE prox.              | 12          | 0          | 8  | 4 | 8    | 12  | 6,0 | 44,4  |
| METATARSE diaph.             | 1           | 0          | 1  | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 3,7   |
| METATARSE dist.              |             |            |    |   |      |     |     |       |
| METATARSE VESTIGIAL MED.     | 4           | 0          | 2  | 2 | 2    | 3   | 1,5 | 11,1  |
| METATARSE VESTIGIAL LAT.     | 1           | 0          | 1  | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 3,7   |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |            |    |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              | 17          | 17         | 0  | 0 | 1    | 2   | 0,5 | 3,7   |
| METAPODE VESTIGIAL indet.    | 3           | 3          | 0  | 0 | 1    | 3   | 0,4 | 2,8   |
| PHALANGE 1                   | 11          | 11         | 0  | 0 | 3    | 11  | 2,8 | 20,4  |
| PHALANGE 2                   | 7           | 7          | 0  | 0 | 2    | 7   | 3,5 | 25,9  |
| PHALANGE 3                   | 4           | 4          | 0  | 0 | 1    | 4   | 2,0 | 14,8  |
| SESAMOIDES                   | 2           | 2          | 0  | 0 | 1    | 2   | 0,2 | 1,2   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>391</b> |    |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>16</b>  |    |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Eléments                         | NRDt | G/D | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. CERV.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. THOR.                      | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 3,6   |
| VERT. LOMB.                      | 5    | 5   | 0 | 0 | 1    | 5   | 1,0 | 50,0  |
| SACRUM                           | 2    | 2   | 0 | 0 | 2    | 2   | 2,0 | 100,0 |
| VERT. CAUD.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| HUMERUS prox.                    |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS dist.                    | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| RADIO/ULNA total                 | 3    | 0   | 1 | 2 | 1    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| RADIO/ULNA prox.                 | 2    | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| RADIO/ULNA diaph.                | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| RADIO/ULNA dist.                 |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CARPES total                     | 7    | 0   | 1 | 6 | 1    | 7   | 0,6 | 29,2  |
| LUNATUM                          | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| PYRAMIDAL                        | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| SCAPHOIDE                        | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| PISIFORME                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HAMATUM                          | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 3    | 0   | 1 | 2 | 2    | 3   | 1,5 | 75,0  |
| METACARPE (complet)              | 2    | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR total                      | 4    | 0   | 4 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| FEMUR prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 4    | 0   | 4 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| FEMUR dist.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |
| TIBIA total                      | 3    | 0   | 1 | 2 | 2    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| TIBIA prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 2    | 0   | 0 | 2 | 2    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| TIBIA dist.                      | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 25,0  |

**Annexe 4 : Représentation squelettique du bison (*B. priscus*) dans la Grotte I (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Eléments                     | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| OS MALLEOLAIRE               |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TARSES total                 | 8           | 0         | 1 | 7 |      | 8   | 0,8 | 40,0  |
| CALCANEUM                    | 2           | 0         | 0 | 2 | 2    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| TALUS                        | 4           | 0         | 1 | 3 | 3    | 4   | 2,0 | 100,0 |
| CUBONAVIVULAIRE              | 2           | 0         | 0 | 2 | 2    | 2   | 1,0 | 50,0  |
| GRAND CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PETIT CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 3           | 0         | 0 | 3 | 3    | 3   | 1,5 | 75,0  |
| METATARSE prox.              | 3           | 0         | 0 | 3 | 3    | 3   | 1,5 | 75,0  |
| METATARSE diaph.             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE dist.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGE 1                   | 4           | 4         | 0 | 0 | 1    | 3   | 0,4 | 18,8  |
| PHALANGE 2                   | 2           | 2         | 0 | 0 | 1    | 2   | 0,3 | 12,5  |
| PHALANGE 3                   | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 6,3   |
| SESAMOIDES                   |             |           |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>47</b> |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>3</b>  |   |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments                         | NRDt        | G/D      | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|-------------|----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |             |          |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       |             |          |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        | 1           | 0        | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| <b>Squelette axial</b>           |             |          |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| VERTEBRES                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |             |          |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |             |          |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 1           | 0        | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| HUMERUS prox.                    |             |          |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 1           | 0        | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| HUMERUS dist.                    |             |          |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA total                 | 2           | 0        | 0 | 2 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| RADIO/ULNA prox.                 | 2           | 0        | 0 | 2 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| RADIO/ULNA diaph.                |             |          |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA dist.                 |             |          |   |   |      |     |     |       |
| CARPES                           |             |          |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |             |          |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |             |          |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| OS MALLEOLAIRE                   |             |          |   |   |      |     |     |       |
| TARSES                           |             |          |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |             |          |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.                  |             |          |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGES                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                       |             |          |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NRDt</b> | <b>4</b> |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NMI</b>  | <b>1</b> |   |   |      |     |     |       |

Annexe 5 : Représentation squelettique du bœuf musqué (*O. moschatus*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).

| Eléments                         | NRDt | G/D | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| BOIS                             |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERTEBRES                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 2    | 0   | 0 | 2 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| HUMERUS prox.                    |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS dist.                    | 2    | 0   | 0 | 2 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| RADIO/ULNA total                 | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| RADIO/ULNA prox.                 |      |     |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA diaph.                | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| RADIO/ULNA dist.                 |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CARPES total                     | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,1 | 8,3   |
| LUNATUM                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PYRAMIDAL                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPHOIDE                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PISIFORME                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HAMATUM                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METACARPE total                  | 7    | 6   | 0 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| METACARPE prox.                  | 2    | 1   | 0 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| METACARPE diaph.                 | 5    | 5   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METACARPE dist.                  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR total                      | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| FEMUR prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| FEMUR dist.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 8    | 2   | 1 | 5 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| TIBIA prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 8    | 2   | 1 | 5 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| TIBIA dist.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |

**Annexe 6 : Représentation squelettique de l'original (*A. alces*) dans la Grotte I (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Eléments                     | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| OS MALLEOLAIRE               |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TARSES total                 | 3           | 0         | 0 | 3 | 1    | 2   | 0,2 | 20,0  |
| CALCANEUM                    | 2           | 0         | 0 | 2 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| TALUS                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CUBONAVIVULAIRE              | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| GRAND CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PETIT CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 15          | 10        | 0 | 5 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METATARSE prox.              | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METATARSE diaph.             | 14          | 10        | 0 | 4 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METATARSE dist.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              | 7           | 7         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,3 | 25,0  |
| PHALANGE 1                   | 4           | 4         | 0 | 0 | 1    | 3   | 0,4 | 37,5  |
| PHALANGE 2                   | 2           | 2         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 12,5  |
| PHALANGE 3                   | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 12,5  |
| SESAMOIDES                   | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,0 | 4,2   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>53</b> |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>1</b>  |   |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments                         | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            | 2           | 0         | 0 | 2 | 1    | 1   | 1,0 | 100,0 |
| BOIS                             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       | 3           | 0         | 2 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| MANDIBULE                        | 3           | 0         | 1 | 2 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| <b>Squelette axial</b>           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| VERTEBRES                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |             |           |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS                          |             |           |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CARPES                           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| FEMUR total                      | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| FEMUR prox.                      |             |           |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| FEMUR dist.                      |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| OS MALLEOLAIRE                   |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TARSES                           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.                  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGES                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NRDt</b> | <b>11</b> |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NMI</b>  | <b>1</b>  |   |   |      |     |     |       |

**Annexe 7 : Représentation squelettique du wapiti (*C. canadensis*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).**

| Éléments                         | NRDt | G/D | G  | D  | NMlc | NME | MAU  | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|----|----|------|-----|------|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |    |    |      |     |      |       |
| CRANE                            | 25   | 3   | 10 | 14 | 7    | 7   | 7,0  | 58,3  |
| BOIS                             | 74   | 57  | 6  | 9  | 7    | 11  | 5,5  | 45,8  |
| MAXILLAIRE                       |      |     |    |    |      |     |      |       |
| MANDIBULE                        | 5    | 1   | 1  | 3  | 1    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |    |    |      |     |      |       |
| COTES                            | 1    | 0   | 0  | 1  | 1    | 1   | 0,0  | 0,3   |
| VERT. CERV.                      | 13   | 13  | 0  | 0  | 3    | 13  | 1,9  | 15,5  |
| VERT. THOR.                      |      |     |    |    |      |     |      |       |
| VERT. LOMB.                      | 1    | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,2  | 1,7   |
| SACRUM                           |      |     |    |    |      |     |      |       |
| VERT. CAUD.                      | 1    | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   |      |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |    |    |      |     |      |       |
| SCAPULA                          | 4    | 0   | 2  | 2  | 2    | 3   | 1,5  | 12,5  |
| HUMERUS total                    | 33   | 0   | 18 | 15 | 3    | 6   | 3,0  | 25,0  |
| HUMERUS prox.                    |      |     |    |    |      |     |      |       |
| HUMERUS diaph.                   | 28   | 0   | 15 | 13 | 3    | 6   | 3,0  | 25,0  |
| HUMERUS dist.                    | 5    | 0   | 3  | 2  | 3    | 5   | 2,5  | 20,8  |
| RADIO/ULNA total                 | 83   | 18  | 34 | 31 | 4    | 6   | 3,0  | 25,0  |
| RADIO/ULNA prox.                 | 9    | 0   | 2  | 7  | 4    | 6   | 3,0  | 25,0  |
| RADIO/ULNA diaph.                | 68   | 17  | 28 | 23 | 4    | 6   | 3,0  | 25,0  |
| RADIO/ULNA dist.                 | 6    | 1   | 4  | 1  | 4    | 5   | 2,5  | 20,8  |
| CARPES total                     | 9    | 1   | 4  | 4  | 2    | 9   | 0,8  | 6,3   |
| LUNATUM                          |      |     |    |    |      |     |      |       |
| PYRAMIDAL                        | 2    | 0   | 1  | 1  | 1    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| SCAPHOIDE                        | 3    | 1   | 2  | 0  | 2    | 3   | 1,5  | 12,5  |
| PISIFORME                        | 1    | 0   | 0  | 1  | 1    | 1   | 0,5  | 4,2   |
| HAMATUM                          |      |     |    |    |      |     |      |       |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 3    | 0   | 1  | 2  | 2    | 3   | 1,5  | 12,5  |
| METACARPE total                  | 59   | 28  | 18 | 13 | 14   | 24  | 12,0 | 100,0 |
| METACARPE prox.                  | 28   | 0   | 16 | 12 | 14   | 24  | 12,0 | 100,0 |
| METACARPE diaph.                 | 29   | 26  | 2  | 1  | 1    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| METACARPE dist.                  | 2    | 2   | 0  | 0  | 1    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |    |    |      |     |      |       |
| COXAL                            | 12   | 1   | 5  | 6  | 4    | 6   | 3,0  | 25,0  |
| FEMUR total                      | 21   | 7   | 7  | 7  | 2    | 4   | 2,0  | 16,7  |
| FEMUR prox.                      |      |     |    |    |      |     |      |       |
| FEMUR diaph.                     | 14   | 7   | 2  | 5  | 2    | 3   | 1,5  | 12,5  |
| FEMUR dist.                      | 7    | 0   | 5  | 2  | 2    | 4   | 2,0  | 16,7  |
| PATELLA                          |      |     |    |    |      |     |      |       |
| TIBIA total                      | 67   | 14  | 13 | 40 | 7    | 9   | 4,5  | 37,5  |
| TIBIA prox.                      | 5    | 1   | 1  | 3  | 1    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| TIBIA diaph.                     | 53   | 13  | 10 | 30 | 5    | 8   | 4,0  | 33,3  |
| TIBIA dist.                      | 9    | 0   | 2  | 7  | 7    | 9   | 4,5  | 37,5  |

**Annexe 8 : Représentation squelettique du caribou (*R. tarandus*) dans la Grotte I (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**



| Éléments                     | NRDt        | G/D        | G  | D  | NMIc | NME | MAU  | % MAU |
|------------------------------|-------------|------------|----|----|------|-----|------|-------|
| OS MALLEOLAIRE               | 2           | 0          | 1  | 1  | 1    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| TARSES total                 | 40          | 2          | 16 | 22 | 11   | 34  | 3,4  | 28,3  |
| CALCANEUM                    | 11          | 0          | 6  | 5  | 5    | 8   | 4,0  | 33,3  |
| TALUS                        | 9           | 0          | 6  | 3  | 6    | 9   | 4,5  | 37,5  |
| CUBONAVIVULAIRE              | 17          | 1          | 4  | 12 | 11   | 14  | 7,0  | 58,3  |
| GRAND CUNEIFORME             | 2           | 0          | 0  | 2  | 2    | 2   | 1,0  | 8,3   |
| PETIT CUNEIFORME             | 1           | 1          | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,5  | 4,2   |
| METATARSE total              | 113         | 67         | 22 | 24 | 13   | 24  | 12,0 | 100,0 |
| METATARSE prox.              | 34          | 2          | 15 | 17 | 13   | 24  | 12,0 | 100,0 |
| METATARSE diaph.             | 71          | 59         | 6  | 6  | 2    | 4   | 2,0  | 16,7  |
| METATARSE dist.              | 8           | 6          | 1  | 1  | 3    | 7   | 3,5  | 29,2  |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |            |    |    |      |     |      |       |
| METAPODE indet.              | 129         | 129        | 0  | 0  | 1    | 2   | 0,5  | 4,2   |
| METAPODE vestigial           | 30          | 30         | 0  | 0  | 2    | 15  | 1,9  | 15,6  |
| PHALANGE 1 vestigial         | 14          | 14         | 0  | 0  | 2    | 9   | 1,1  | 9,4   |
| PHALANGE 2 vestigial         | 5           | 5          | 0  | 0  | 1    | 5   | 0,6  | 5,2   |
| PHALANGE 3 vestigial         | 3           | 3          | 0  | 0  | 1    | 3   | 0,4  | 3,1   |
| PHALANGE 1                   | 2           | 2          | 0  | 0  | 1    | 2   | 0,3  | 2,1   |
| PHALANGE 2                   | 1           | 1          | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,1  | 1,0   |
| PHALANGE 3                   | 6           | 6          | 0  | 0  | 1    | 6   | 0,8  | 6,3   |
| PHALANGE indet.              | 2           | 2          | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,1  | 1,0   |
| SESAMOIDES                   | 6           | 6          | 0  | 0  | 1    | 6   | 0,8  | 6,3   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>756</b> |    |    |      |     |      |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>14</b>  |    |    |      |     |      |       |

(Suite)

| Éléments                         | NRDt | G/D | G | D  | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|---|----|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |   |    |      |     |     |       |
| CRANE                            | 1    | 1   | 0 | 0  | 1    | 1   | 1,0 | 33,3  |
| CHEVILLE OSSEUSE                 | 27   | 27  | 3 | 2  | 3    | 6   | 3,0 | 100,0 |
| MAXILLAIRE                       | 3    | 2   | 0 | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| MANDIBULE                        | 4    | 0   | 2 | 2  | 1    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |   |    |      |     |     |       |
| COTES                            | 1    | 1   | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,0 | 1,3   |
| VERT. CERV.                      | 2    | 2   | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,1 | 4,8   |
| VERT. THOR.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| VERT. LOMB.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| SACRUM                           |      |     |   |    |      |     |     |       |
| VERT. CAUD.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |   |    |      |     |     |       |
| SCAPULA                          | 1    | 0   | 1 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| HUMERUS total                    | 6    | 2   | 2 | 2  | 2    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| HUMERUS prox.                    |      |     |   |    |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 4    | 2   | 2 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| HUMERUS dist.                    | 2    | 0   | 0 | 2  | 2    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| RADIO/ULNA total                 | 14   | 9   | 1 | 4  | 2    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| RADIO/ULNA prox.                 |      |     |   |    |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA diaph.                | 14   | 9   | 1 | 4  | 2    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| RADIO/ULNA dist.                 |      |     |   |    |      |     |     |       |
| CARPES total                     | 22   | 1   | 6 | 15 | 4    | 22  | 1,8 | 61,1  |
| LUNATUM                          | 3    | 0   | 1 | 2  | 2    | 3   | 1,5 | 50,0  |
| PYRAMIDAL                        | 5    | 0   | 1 | 4  | 4    | 5   | 2,5 | 83,3  |
| SCAPHOIDE                        | 1    | 0   | 0 | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| PISIFORME                        | 4    | 1   | 1 | 2  | 2    | 4   | 2,0 | 66,7  |
| HAMATUM                          | 5    | 0   | 1 | 4  | 4    | 5   | 2,5 | 83,3  |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 4    | 0   | 2 | 2  | 2    | 4   | 2,0 | 66,7  |
| METACARPE total                  | 7    | 5   | 1 | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| METACARPE prox.                  |      |     |   |    |      |     |     |       |
| METACARPE diaph.                 | 6    | 5   | 0 | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| METACARPE dist.                  | 1    | 0   | 1 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |   |    |      |     |     |       |
| COXAL                            |      |     |   |    |      |     |     |       |
| FEMUR total                      | 1    | 1   | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| FEMUR prox.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 1    | 1   | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| FEMUR dist.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| PATELLA                          |      |     |   |    |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 8    | 2   | 3 | 3  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| TIBIA prox.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 5    | 2   | 3 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| TIBIA dist.                      | 3    | 0   | 0 | 3  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |

**Annexe 9 : Représentation squelettique des bovidés de taille 3 (*Ovis/Saiga*) dans la Grotte I (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Éléments                     | NRDt        | G/D        | G | D  | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|------------|---|----|------|-----|-----|-------|
| OS MALLEOLAIRE               |             |            |   |    |      |     |     |       |
| TARSES total                 | 13          | 2          | 1 | 10 | 2    | 9   | 0,9 | 30,0  |
| CALCANEUM                    | 4           | 0          | 0 | 4  | 2    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| TALUS                        |             |            |   |    |      |     |     |       |
| CUBONAVIVULAIRE              | 5           | 0          | 1 | 4  | 2    | 3   | 1,5 | 50,0  |
| GRAND CUNEIFORME             | 4           | 2          | 0 | 2  | 2    | 4   | 2,0 | 66,7  |
| PETIT CUNEIFORME             |             |            |   |    |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 10          | 7          | 0 | 3  | 3    | 4   | 2,0 | 66,7  |
| METATARSE prox.              | 5           | 2          | 0 | 3  | 3    | 4   | 2,0 | 66,7  |
| METATARSE diaph.             | 5           | 5          | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 16,7  |
| METATARSE dist.              |             |            |   |    |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |            |   |    |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              | 6           | 6          | 0 | 0  | 1    | 2   | 1,0 | 33,3  |
| PHALANGE 1                   | 7           | 7          | 0 | 0  | 1    | 6   | 0,8 | 25,0  |
| PHALANGE 2                   | 3           | 3          | 0 | 0  | 1    | 3   | 0,4 | 12,5  |
| PHALANGE 3                   | 1           | 1          | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,1 | 4,2   |
| SESAMOIDES                   | 7           | 7          | 0 | 0  | 1    | 7   | 0,3 | 9,7   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>144</b> |   |    |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>4</b>   |   |    |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments     | NRDt     | G/D | G | D | NMIc | NME |
|--------------|----------|-----|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b> |          |     |   |   |      |     |
| MANDIBULE    | 1        | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   |
| <b>NRDt</b>  | <b>1</b> |     |   |   |      |     |
| <b>NMI</b>   | <b>1</b> |     |   |   |      |     |

**Annexe 10 : Représentation squelettique du lion (*P. leo atrox*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).**

| Éléments                        | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME |
|---------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b>                    |             |           |   |   |      |     |
| MANDIBULE                       | 3           | 0         | 1 | 2 | 1    | 2   |
| <b>Squelette appendiculaire</b> |             |           |   |   |      |     |
| TIBIA total                     | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| TIBIA prox.                     |             |           |   |   |      |     |
| TIBIA diaph.                    | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| TIBIA dist.                     |             |           |   |   |      |     |
| FEMUR total                     | 4           | 0         | 2 | 2 | 1    | 2   |
| FEMUR prox.                     | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| FEMUR diaph.                    | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| FEMUR dist.                     |             |           |   |   |      |     |
| METACARPES total                | 6           | 0         | 3 | 3 | 1    | 6   |
| METACARPE 1                     |             |           |   |   |      |     |
| METACARPE 2                     | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| METACARPE 3                     | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| METACARPE 4                     |             |           |   |   |      |     |
| METACARPE 5                     | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| PHALANGE indet.                 | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   |
|                                 | <b>NRDt</b> | <b>15</b> |   |   |      |     |
|                                 | <b>NMI</b>  | <b>1</b>  |   |   |      |     |

**Annexe 11 : Représentation squelettique du loup (*C. lupus*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).**

| Éléments                        | NRDt        | G/D      | G | D | NMIc | NME |
|---------------------------------|-------------|----------|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b>                    |             |          |   |   |      |     |
| MAXILLAIRE                      | 2           | 1        | 1 | 0 | 1    | 1   |
| MANDIBULE                       | 4           | 0        | 1 | 3 | 2    | 3   |
| <b>Squelette appendiculaire</b> |             |          |   |   |      |     |
| ULNA prox.                      | 1           | 0        | 0 | 1 | 1    | 1   |
| FEMUR prox.                     | 1           | 0        | 0 | 1 | 1    | 1   |
|                                 | <b>NRDt</b> | <b>8</b> |   |   |      |     |
|                                 | <b>NMI</b>  | <b>2</b> |   |   |      |     |

**Annexe 12 : Représentation squelettique du renard polaire (*A. lagopus*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).**

| Éléments                         | NRDt      | G/D | G | D | NMIc | NME |
|----------------------------------|-----------|-----|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b>                     |           |     |   |   |      |     |
| CRANE                            |           |     |   |   |      |     |
| MAXILLAIRE                       | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| MANDIBULE                        | 3         | 0   | 1 | 2 | 1    | 2   |
| <b>Squelette axial</b>           |           |     |   |   |      |     |
| COTES                            |           |     |   |   |      |     |
| ATLAS                            | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| VERTEBRE CAUDALE                 | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |           |     |   |   |      |     |
| SCAPULA                          |           |     |   |   |      |     |
| HUMERUS total                    | 6         | 0   | 3 | 3 | 2    | 3   |
| HUMERUS prox.                    | 3         | 0   | 2 | 1 | 2    | 3   |
| HUMERUS diaph.                   |           |     |   |   |      |     |
| HUMERUS dist.                    | 3         | 0   | 1 | 2 | 2    | 3   |
| RADIUS total                     | 5         | 0   | 3 | 2 | 1    | 2   |
| RADIUS prox.                     | 2         | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   |
| RADIUS diaph.                    | 1         | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   |
| RADIUS dist.                     | 2         | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   |
| ULNA prox.                       | 3         | 0   | 1 | 2 | 2    | 3   |
| CARPES                           |           |     |   |   |      |     |
| METACARPES                       |           |     |   |   |      |     |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |           |     |   |   |      |     |
| COXAL                            |           |     |   |   |      |     |
| FEMUR total                      | 5         | 3   | 1 | 1 | 2    | 2   |
| FEMUR prox.                      | 2         | 1   | 0 | 1 | 2    | 2   |
| FEMUR diaph.                     | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| FEMUR dist.                      | 2         | 1   | 1 | 0 | 2    | 2   |
| PATELLA                          |           |     |   |   |      |     |
| TIBIA total                      | 4         | 0   | 2 | 2 | 2    | 3   |
| TIBIA prox.                      | 1         | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   |
| TIBIA diaph.                     |           |     |   |   |      |     |
| TIBIA dist.                      | 3         | 0   | 1 | 2 | 2    | 3   |
| TARSES total                     | 1         | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   |
| CALCANEUM                        | 1         | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   |
| TALUS                            |           |     |   |   |      |     |
| CUBONAVICULAIRE                  |           |     |   |   |      |     |
| GRAND CUNEIFORME                 |           |     |   |   |      |     |
| PETIT CUNEIFORME                 |           |     |   |   |      |     |
| METATARSES                       |           |     |   |   |      |     |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |           |     |   |   |      |     |
| METAPODE indèt.                  |           |     |   |   |      |     |
| PHALANGE 1                       | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| PHALANGE 2                       | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| PHALANGE 3                       | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   |
| SESAMOIDES                       |           |     |   |   |      |     |
| <b>NRDt</b>                      | <b>33</b> |     |   |   |      |     |
| <b>NMI</b>                       | <b>2</b>  |     |   |   |      |     |

**Annexe 13 : Représentation squelettique du renard roux (*V. vulpes*) dans la Grotte I (dents isolées exclues).**

| Eléments                         | NRDt      | G/D | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|-----------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |           |     |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |           |     |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        |           |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Squelette axial</b>           |           |     |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,0 | 1,8   |
| VERTEBRES                        |           |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |           |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| HUMERUS total                    | 5         | 2   | 0 | 3 | 3    | 3   | 1,5 | 100,0 |
| HUMERUS prox.                    |           |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 4         | 1   | 0 | 3 | 3    | 3   | 1,5 | 100,0 |
| HUMERUS dist.                    | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| RADIUS                           |           |     |   |   |      |     |     |       |
| ULNA                             |           |     |   |   |      |     |     |       |
| CARPES total                     | 3         | 0   | 0 | 3 | 1    | 3   | 0,2 | 12,5  |
| LUNATUM                          |           |     |   |   |      |     |     |       |
| PYRAMIDAL                        |           |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPHOIDE                        |           |     |   |   |      |     |     |       |
| PISIFORME                        |           |     |   |   |      |     |     |       |
| HAMATUM                          |           |     |   |   |      |     |     |       |
| TRAPEZE                          | 1         | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| TRAPEZOIDE                       | 1         | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| CAPITATUM                        | 1         | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| METACARPES                       | 3         | 0   | 0 | 3 | 2    | 3   | 0,3 | 20,0  |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |           |     |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            | 5         | 3   | 2 | 0 | 2    | 2   | 1,0 | 66,7  |
| FEMUR total                      | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| FEMUR prox.                      |           |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 1         | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| FEMUR dist.                      |           |     |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |           |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 7         | 0   | 0 | 7 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| TIBIA prox.                      |           |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 7         | 0   | 0 | 7 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| TIBIA dist.                      |           |     |   |   |      |     |     |       |
| FIBULA                           |           |     |   |   |      |     |     |       |
| TARSES total                     | 6         | 0   | 1 | 5 | 2    | 6   | 0,5 | 33,3  |
| CALCANEUM                        | 2         | 0   | 0 | 2 | 2    | 2   | 1,0 | 66,7  |
| TALUS                            | 2         | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 66,7  |
| CUBOIDE                          |           |     |   |   |      |     |     |       |
| NAVICULAIRE                      | 1         | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| CUNEIFORME INTERNE               | 1         | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 33,3  |
| CUNEIFORME EXTERNE               |           |     |   |   |      |     |     |       |
| METATARSES                       |           |     |   |   |      |     |     |       |
| FRAGMENTS indèt.                 | 15        |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>NRDt</b>                      | <b>47</b> |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>NMI</b>                       | <b>3</b>  |     |   |   |      |     |     |       |

**Annexe 14 : Représentation squelettique du mammouth (*M. primigenius*) dans la Grotte II (dents isolées exclues).**

| Eléments                         | NRDt | G/D | G | D  | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|---|----|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |   |    |      |     |     |       |
| CRANE                            | 7    | 7   | 0 | 0  | 1    | 1   | 1   | 22,2  |
| MAXILLAIRE                       |      |     |   |    |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        | 14   | 4   | 6 | 4  | 2    | 3   | 1,5 | 33,3  |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |   |    |      |     |     |       |
| COTES                            |      |     |   |    |      |     |     |       |
| VERT. CERV.                      | 3    | 3   | 0 | 0  | 1    | 3   | 0,4 | 9,5   |
| VERT. THOR.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| VERT. LOMB.                      | 6    | 6   | 0 | 0  | 1    | 6   | 1,0 | 22,2  |
| SACRUM                           | 2    | 0   | 0 | 0  | 2    | 2   | 2,0 | 44,4  |
| VERT. CAUD.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |   |    |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |      |     |   |    |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 3    | 0   | 0 | 3  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| HUMERUS prox.                    |      |     |   |    |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 2    | 0   | 0 | 2  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| HUMERUS dist.                    | 1    | 0   | 0 | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| RADIO/ULNA total                 | 10   | 0   | 4 | 6  | 2    | 4   | 2,0 | 44,4  |
| RADIO/ULNA prox.                 | 6    | 0   | 3 | 3  | 2    | 4   | 2,0 | 44,4  |
| RADIO/ULNA diaph.                | 2    | 0   | 0 | 2  | 2    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| RADIO/ULNA dist.                 | 2    | 0   | 1 | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| CARPES total                     | 13   | 0   | 2 | 11 | 4    | 13  | 0,9 | 20,6  |
| LUNATUM                          | 2    | 0   | 1 | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| PYRAMIDAL                        |      |     |   |    |      |     |     |       |
| SCAPHOIDE                        | 2    | 0   | 0 | 2  | 2    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| PISIFORME                        | 4    | 0   | 0 | 4  | 4    | 4   | 2,0 | 44,4  |
| HAMATUM                          |      |     |   |    |      |     |     |       |
| CAPITATUM                        | 5    | 0   | 1 | 4  | 4    | 5   | 2,5 | 55,6  |
| TRAPEZOIDE                       |      |     |   |    |      |     |     |       |
| METACARPES total                 | 7    | 1   | 1 | 5  | 5    | 7   | 3,5 | 77,8  |
| METACARPE prox.                  |      |     |   |    |      |     |     |       |
| METACARPE diaph.                 |      |     |   |    |      |     |     |       |
| METACARPE dist.                  | 7    | 1   | 1 | 5  | 5    | 7   | 3,5 | 77,8  |
| METACARPE VESTIGIAL MED.         |      |     |   |    |      |     |     |       |
| METACARPE VESTIGIAL LAT.         | 2    | 0   | 1 | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |   |    |      |     |     |       |
| COXAL                            | 11   | 0   | 5 | 6  | 5    | 9   | 4,5 | 100,0 |
| FEMUR total                      | 2    | 1   | 0 | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| FEMUR prox.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 1    | 1   | 0 | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| FEMUR dist.                      | 1    | 0   | 0 | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| PATELLA                          |      |     |   |    |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 12   | 4   | 4 | 4  | 4    | 7   | 3,5 | 77,8  |
| TIBIA prox.                      |      |     |   |    |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 4    | 3   | 0 | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| TIBIA dist.                      | 8    | 1   | 4 | 3  | 4    | 7   | 3,5 | 77,8  |

**Annexe 15 : Représentation squelettique du cheval (*E. lambei*) dans la Grotte II (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Eléments                     | NRDt       | G/D | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|------------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| TARSES total                 | 6          | 0   | 3 | 3 | 1    | 6   | 0,5 | 11,1  |
| CALCANEUM                    | 2          | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| TALUS                        | 1          | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| NAVIVULAIRE                  |            |     |   |   |      |     |     |       |
| CUBOIDE                      | 1          | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| GRAND CUNEIFORME             | 2          | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| PETIT CUNEIFORME             |            |     |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE (complet)          | 2          | 0   | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 22,2  |
| METATARSE VESTIGIAL MED.     |            |     |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE VESTIGIAL LAT.     | 1          | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 11,1  |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |            |     |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              |            |     |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE VESTIGIAL indet.    | 2          | 2   | 0 | 0 | 1    | 2   | 0,3 | 5,6   |
| PHALANGE 1                   | 5          | 5   | 0 | 0 | 2    | 5   | 1,3 | 27,8  |
| PHALANGE 2                   | 8          | 8   | 0 | 0 | 2    | 8   | 2,0 | 44,4  |
| PHALANGE 3                   | 9          | 9   | 0 | 0 | 3    | 9   | 2,3 | 50,0  |
| SESAMOIDES                   | 10         | 10  | 0 | 0 | 1    | 10  | 0,8 | 18,5  |
| <b>NRDt</b>                  | <b>135</b> |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>NMI</b>                   | <b>5</b>   |     |   |   |      |     |     |       |

(Suite)



| Eléments                         | NRDt | G/D | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. CERV.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. THOR.                      | 2    | 2   | 0 | 0 | 1    | 2   | 0,1 | 4,1   |
| VERT. LOMB.                      | 3    | 3   | 0 | 0 | 1    | 3   | 0,6 | 17,1  |
| SACRUM                           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. CAUD.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          | 3    | 0   | 3 | 0 | 2    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| HUMERUS total                    | 9    | 0   | 2 | 7 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| HUMERUS prox.                    |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 8    | 0   | 1 | 7 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| HUMERUS dist.                    | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| RADIO/ULNA total                 | 4    | 0   | 3 | 1 | 2    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| RADIO/ULNA prox.                 | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| RADIO/ULNA diaph.                | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 |       |
| RADIO/ULNA dist.                 | 2    | 0   | 2 | 0 | 2    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| CARPES total                     | 3    | 0   | 3 | 0 | 1    | 3   | 0,3 | 7,1   |
| LUNATUM                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PYRAMIDAL                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPHOIDE                        | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| PISIFORME                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HAMATUM                          | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| METACARPE total                  | 5    | 0   | 3 | 2 | 3    | 5   | 2,5 | 71,4  |
| METACARPE prox.                  | 5    | 0   | 3 | 2 | 3    | 5   | 2,5 | 71,4  |
| METACARPE diaph.                 |      |     |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE dist.                  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            | 4    | 0   | 3 | 1 | 3    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| FEMUR total                      | 3    | 0   | 1 | 2 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| FEMUR prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 3    | 0   | 1 | 2 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| FEMUR dist.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 9    | 0   | 8 | 1 | 6    | 7   | 3,5 | 100,0 |
| TIBIA prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| TIBIA dist.                      | 8    | 0   | 7 | 1 | 7    | 7   | 3,5 | 100,0 |

**Annexe 16 : Représentation squelettique du bison (*B. priscus*) dans la Grotte II (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Éléments                     | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| OS MALLEOLAIRE               | 2           | 0         | 0 | 2 | 2    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| TARSES total                 | 7           | 0         | 6 | 1 | 3    | 7   | 0,7 | 20,0  |
| CALCANEUM                    |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TALUS                        | 4           | 0         | 3 | 1 | 3    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| CUBONAVIVULAIRE              | 1           | 0         | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| GRAND CUNEIFORME             | 2           | 0         | 2 | 0 | 2    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| PETIT CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 7           | 0         | 4 | 3 | 4    | 7   | 3,5 | 100,0 |
| METATARSE prox.              | 7           | 0         | 4 | 3 | 4    | 7   | 3,5 | 100,0 |
| METATARSE diaph.             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE dist.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGE 1                   | 5           | 5         | 0 | 0 | 1    | 5   | 0,6 | 17,9  |
| PHALANGE 2                   | 2           | 2         | 0 | 0 | 1    | 2   | 0,3 | 7,1   |
| PHALANGE 3                   |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                   | 10          | 10        | 0 | 0 | 1    | 10  | 0,4 | 11,9  |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>78</b> |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>7</b>  |   |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments                         | NRDt        | G/D      | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|-------------|----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |             |          |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       |             |          |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        | 1           | 0        | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| <b>Squelette axial</b>           |             |          |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| VERTEBRES                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |             |          |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |             |          |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS                          |             |          |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA                       |             |          |   |   |      |     |     |       |
| CARPES                           |             |          |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |             |          |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |             |          |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA                            |             |          |   |   |      |     |     |       |
| OS MALLEOLAIRE                   |             |          |   |   |      |     |     |       |
| TARSES total                     | 4           | 0        | 4 | 0 | 1    | 4   | 0,4 | 80,0  |
| CALCANEUM                        | 1           | 0        | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| TALUS                            | 1           | 0        | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| CUBONAVICULAIRE                  | 1           | 0        | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| GRAND CUNEIFORME                 | 1           | 0        | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| PETIT CUNEIFORME                 |             |          |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |             |          |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indèt.                  |             |          |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGES                        |             |          |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                       |             |          |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NRDt</b> | <b>5</b> |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NMI</b>  | <b>1</b> |   |   |      |     |     |       |

**Annexe 17 : Représentation squelettique du bœuf musqué (*O. moschatus*) dans la Grotte II (dents isolées exclues).**

| Éléments                         | NRDt | G/D | G | D | NMlc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| BOIS                             |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                       |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Squelette axial</b>           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COTES                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERTEBRES                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| HUMERUS prox.                    |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| HUMERUS dist.                    |      |     |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA                       |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CARPES total                     | 2    | 0   | 2 | 0 | 1    | 2   | 0,2 | 33,3  |
| LUNATUM                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PYRAMIDAL                        | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| SCAPHOIDE                        | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| PISIFORME                        |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HAMATUM                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              |      |     |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE total                  | 10   | 8   | 2 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| METACARPE prox.                  |      |     |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE diaph.                 | 9    | 8   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| METACARPE dist.                  | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR total                      | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| FEMUR prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| FEMUR dist.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 5    | 2   | 3 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| TIBIA prox.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA diaph.                     | 5    | 2   | 3 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| TIBIA dist.                      |      |     |   |   |      |     |     |       |

**Annexe 18 : Représentation squelettique de l'original (*A. alces*) dans la Grotte II (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Éléments                     | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| OS MALLEOLAIRE               | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| TARSES total                 |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CALCANEUM                    |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TALUS                        |             |           |   |   |      |     |     |       |
| CUBONAVIVULAIRE              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| GRAND CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PETIT CUNEIFORME             |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 9           | 8         | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| METATARSE prox.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE diaph.             | 9           | 8         | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 100,0 |
| METATARSE dist.              |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              | 8           | 8         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,3 | 50,0  |
| PHALANGE 1                   | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 25,0  |
| PHALANGE 2                   | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 25,0  |
| PHALANGE 3                   |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                   |             |           |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>39</b> |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>1</b>  |   |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments                        | NRDt | G/D | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|---------------------------------|------|-----|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                    |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CRANE                           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| BOIS                            |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MAXILLAIRE                      |      |     |   |   |      |     |     |       |
| MANDIBULE                       | 2    | 1   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| <b>Squelette axial</b>          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| COTES                           |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. CERV.                     | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 14,3  |
| VERT. THOR.                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. LOMB.                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SACRUM                          |      |     |   |   |      |     |     |       |
| VERT. CAUD.                     |      |     |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b> |      |     |   |   |      |     |     |       |
| SCAPULA                         |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS total                   | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| HUMERUS prox.                   |      |     |   |   |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                  | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| HUMERUS dist.                   |      |     |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA total                | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| RADIO/ULNA prox.                |      |     |   |   |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA diaph.               | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| RADIO/ULNA dist.                |      |     |   |   |      |     |     |       |
| CARPES total                    | 6    | 0   | 1 | 5 | 1    | 6   | 0,5 | 50,0  |
| LUNATUM                         | 1    | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| PYRAMIDAL                       | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| SCAPHOIDE                       | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| PISIFORME                       | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| HAMATUM                         | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE             | 1    | 0   | 0 | 1 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METACARPE total                 | 3    | 2   | 0 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |
| METACARPE prox.                 |      |     |   |   |      |     |     |       |
| METACARPE diaph.                | 1    | 1   | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METACARPE dist.                 | 2    | 1   | 0 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 100,0 |

**Annexe 19 : Représentation squelettique de wapiti (*C. canadensis*) dans la Grotte II (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

| Éléments                         | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|-----|-------|
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |             |           |   |   |      |     |     |       |
| COXAL                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| FEMUR                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PATELLA                          |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TIBIA                            |             |           |   |   |      |     |     |       |
| OS MALLEOLAIRE                   |             |           |   |   |      |     |     |       |
| TARSES                           |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE total                  | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METATARSE prox.                  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METATARSE diaph.                 | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,5 | 50,0  |
| METATARSE dist.                  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |             |           |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indet.                  |             |           |   |   |      |     |     |       |
| PHALANGE 1                       | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 12,5  |
| PHALANGE 2                       | 2           | 2         | 0 | 0 | 1    | 2   | 0,3 | 25,0  |
| PHALANGE 3                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
| SESAMOIDES                       |             |           |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NRDt</b> | <b>18</b> |   |   |      |     |     |       |
|                                  | <b>NMI</b>  | <b>1</b>  |   |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments                         | NRDt*  | G/D | G  | D  | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|--------|-----|----|----|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |        |     |    |    |      |     |     |       |
| CRANE                            | 3 (4)  | 1   | 0  | 2  | 2    | 2   | 2,0 | 33,3  |
| BOIS                             | 15 (3) | 12  | 1  | 2  | 2    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| MAXILLAIRE                       | 8 (2)  | 0   | 2  | 6  | 3    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| MANDIBULE                        | 16 (2) | 7   | 8  | 1  | 2    | 3   | 1,5 | 25,0  |
| <b>Squelette axial</b>           |        |     |    |    |      |     |     |       |
| COTES                            |        |     |    |    |      |     |     |       |
| VERT. CERV.                      | 9 (1)  | 9   | 0  | 0  | 4    | 8   | 1,1 | 19,0  |
| VERT. THOR.                      | 1      | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,1 | 1,2   |
| VERT. LOMB.                      |        |     |    |    |      |     |     |       |
| SACRUM                           |        |     |    |    |      |     |     |       |
| VERT. CAUD.                      |        |     |    |    |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |        |     |    |    |      |     |     |       |
| SCAPULA                          | 2      | 0   | 0  | 2  | 2    | 2   | 1,0 | 16,7  |
| HUMERUS total                    | 8      | 0   | 5  | 3  | 2    | 3   | 1,5 | 25,0  |
| HUMERUS prox.                    |        |     |    |    |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 6      | 0   | 4  | 2  | 2    | 3   | 1,5 | 25,0  |
| HUMERUS dist.                    | 2      | 0   | 1  | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 16,7  |
| RADIO/ULNA total                 | 37     | 10  | 16 | 11 | 2    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| RADIO/ULNA prox.                 | 10     | 0   | 6  | 4  | 2    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| RADIO/ULNA diaph.                | 26     | 10  | 9  | 7  | 2    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| RADIO/ULNA dist.                 | 1      | 0   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 8,3   |
| CARPES total                     | 35 (3) | 0   | 16 | 19 | 6    | 35  | 2,9 | 48,6  |
| LUNATUM                          | 5      | 0   | 3  | 2  | 3    | 5   | 2,5 | 41,7  |
| PYRAMIDAL                        | 5      | 0   | 3  | 2  | 3    | 5   | 2,5 | 41,7  |
| SCAPHOIDE                        | 3      | 0   | 0  | 3  | 3    | 3   | 1,5 | 25,0  |
| PISIFORME                        | 7      | 0   | 4  | 3  | 4    | 7   | 3,5 | 58,3  |
| HAMATUM                          | 8      | 0   | 2  | 6  | 6    | 8   | 4,0 | 66,7  |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 7 (3)  | 0   | 4  | 3  | 4    | 7   | 3,5 | 58,3  |
| METACARPE total                  | 23 (1) | 8   | 7  | 8  | 6    | 12  | 6,0 | 100,0 |
| METACARPE prox.                  | 14 (1) | 1   | 6  | 7  | 6    | 12  | 6,0 | 100,0 |
| METACARPE diaph.                 | 6      | 5   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 8,3   |
| METACARPE dist.                  | 3      | 2   | 0  | 1  | 2    | 3   | 1,5 | 25,0  |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |        |     |    |    |      |     |     |       |
| COXAL                            | 8      | 0   | 6  | 2  | 5    | 6   | 3,0 | 50,0  |
| FEMUR total                      | 5      | 1   | 0  | 4  | 1    | 2   | 1,0 | 16,7  |
| FEMUR prox.                      |        |     |    |    |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 5      | 1   | 0  | 4  | 1    | 2   | 1,0 | 16,7  |
| FEMUR dist.                      |        |     |    |    |      |     |     |       |
| PATELLA                          |        |     |    |    |      |     |     |       |
| TIBIA total                      | 27 (2) | 8   | 8  | 11 | 3    | 5   | 2,5 | 41,7  |
| TIBIA prox.                      | 1      | 0   | 0  | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 8,3   |
| TIBIA diaph.                     | 21 (2) | 8   | 6  | 7  | 3    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| TIBIA dist.                      | 5      | 0   | 2  | 3  | 3    | 5   | 2,5 | 41,7  |

**Annexe 20 : Représentation squelettique du caribou (*R. tarandus*) dans la Grotte II (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

\*Les chiffres entre parenthèses concernent les éléments provenant du dépôt holocène, d'après les archives du Musée Canadien de l'Histoire ; ils sont notés à titre informatif dans la première colonne (NRDt) mais ne sont pas pris en compte dans le reste du tableau.



| Éléments                     | NRDt*       | G/D             | G  | D  | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|-----------------|----|----|------|-----|-----|-------|
| OS MALLEOLAIRE               | 1           | 0               | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 8,3   |
| TARSES total                 | 18 (3)      | 0               | 7  | 11 | 5    | 17  | 1,7 | 28,3  |
| CALCANEUM                    | 5 (1)       | 0               | 3  | 2  | 2    | 4   | 2,0 | 33,3  |
| TALUS                        | 5           | 0               | 2  | 3  | 3    | 5   | 2,5 | 41,7  |
| CUBONAVIVULAIRE              | 6 (2)       | 0               | 1  | 5  | 5    | 6   | 3,0 | 50,0  |
| GRAND CUNEIFORME             | 2           | 0               | 1  | 1  | 1    | 2   | 1,0 | 16,7  |
| PETIT CUNEIFORME             |             |                 |    |    |      |     |     |       |
| METATARSE total              | 54 (5)      | 31              | 14 | 9  | 6    | 9   | 4,5 | 75,0  |
| METATARSE prox.              | 18          | 2               | 10 | 6  | 6    | 9   | 4,5 | 75,0  |
| METATARSE diaph.             | 32 (5)      | 27              | 3  | 2  | 1    | 2   | 1,0 | 16,7  |
| METATARSE dist.              | 4           | 2               | 1  | 1  | 1    | 2   | 1,5 | 25,0  |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |                 |    |    |      |     |     |       |
| METAPODE indet.              | 25 (1)      | 25              | 0  | 0  | 1    | 2   | 0,5 | 8,3   |
| METAPODE vestigial           | 18 (5)      | 18              | 0  | 0  | 2    | 15  | 1,9 | 31,3  |
| PHALANGE 1 vestigial         | 10          | 10              | 0  | 0  | 2    | 10  | 1,3 | 20,8  |
| PHALANGE 2 vestigial         | 5           | 5               | 0  | 0  | 1    | 5   | 0,6 | 10,4  |
| PHALANGE 3 vestigial         | 2           | 2               | 0  | 0  | 1    | 2   | 0,3 | 4,2   |
| PHALANGE 1                   | 38 (2)      | 38              | 0  | 0  | 5    | 34  | 4,3 | 70,8  |
| PHALANGE 2                   | 18          | 18              | 0  | 0  | 2    | 16  | 2,0 | 33,3  |
| PHALANGE 3                   | 5           | 5               | 0  | 0  | 1    | 5   | 0,6 | 10,4  |
| SESAMOIDES                   | 7 (1)       | 7               | 0  | 0  | 1    | 7   | 0,3 | 4,9   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>398 (35)</b> |    |    |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>6 (2)</b>    |    |    |      |     |     |       |

(Suite)

| Éléments                         | NRDt*  | G/D | G  | D  | NMlc | NME | MAU | % MAU |
|----------------------------------|--------|-----|----|----|------|-----|-----|-------|
| <b>Crâne</b>                     |        |     |    |    |      |     |     |       |
| CRANE                            | 4      | 4   | 0  | 0  | 3    | 3   | 3,0 | 85,7  |
| CHEVILLE OSSEUSE                 | 3      | 3   | 0  | 0  | 2    | 3   | 1,5 | 42,9  |
| MAXILLAIRE                       | 1      | 0   | 1  | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| MANDIBULE                        | 8      | 0   | 2  | 6  | 2    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| <b>Squelette axial</b>           |        |     |    |    |      |     |     |       |
| COTES                            |        |     |    |    |      |     |     |       |
| VERTEBRES                        |        |     |    |    |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |        |     |    |    |      |     |     |       |
| SCAPULA                          |        |     |    |    |      |     |     |       |
| HUMERUS total                    | 1 (2)  | 0   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| HUMERUS prox.                    |        |     |    |    |      |     |     |       |
| HUMERUS diaph.                   | 1 (2)  | 0   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| HUMERUS dist.                    |        |     |    |    |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA total                 | 3 (2)  | 2   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| RADIO/ULNA prox.                 |        |     |    |    |      |     |     |       |
| RADIO/ULNA diaph.                | 3 (2)  | 2   | 1  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| RADIO/ULNA dist.                 |        |     |    |    |      |     |     |       |
| CARPES total                     | 29 (3) | 0   | 14 | 15 | 5    | 29  | 2,4 | 69,0  |
| LUNATUM                          | 4      | 0   | 3  | 1  | 3    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| PYRAMIDAL                        | 5 (1)  | 0   | 3  | 2  | 3    | 5   | 2,5 | 71,4  |
| SCAPHOIDE                        | 4      | 0   | 2  | 2  | 2    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| PISIFORME                        | 7 (1)  | 0   | 2  | 5  | 5    | 7   | 3,5 | 100,0 |
| HAMATUM                          | 5 (1)  | 0   | 1  | 4  | 4    | 5   | 2,5 | 71,4  |
| CAPITATO-TRAPEZOIDE              | 4      | 0   | 3  | 1  | 3    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| METACARPE total                  | 7      | 7   | 0  | 0  | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| METACARPE prox.                  | 1      | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| METACARPE diaph.                 | 6      | 6   | 0  | 0  | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| METACARPE dist.                  |        |     |    |    |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |        |     |    |    |      |     |     |       |
| COXAL                            |        |     |    |    |      |     |     |       |
| FEMUR total                      | 1      | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| FEMUR prox.                      |        |     |    |    |      |     |     |       |
| FEMUR diaph.                     | 1      | 1   | 0  | 0  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| FEMUR dist.                      |        |     |    |    |      |     |     |       |
| PATELLA                          |        |     |    |    |      |     |     |       |
| TIBIA                            |        |     |    |    |      |     |     |       |
| OS MALLEOLAIRE                   |        |     |    |    |      |     |     |       |
| TARSES total                     | 10 (4) | 0   | 5  | 5  | 3    | 10  | 1,0 | 28,6  |
| CALCANEUM                        | 1      | 0   | 0  | 1  | 1    | 1   | 0,5 | 14,3  |
| TALUS                            |        |     |    |    |      |     |     |       |
| CUBONAVICULAIRE                  | 4 (2)  | 0   | 3  | 1  | 3    | 4   | 2,0 | 57,1  |
| GRAND CUNEIFORME                 | 5 (2)  | 0   | 2  | 3  | 3    | 5   | 2,5 | 71,4  |
| PETIT CUNEIFORME                 |        |     |    |    |      |     |     |       |

**Annexe 21 : Représentation squelettique des bovidés de taille 3 (*Ovis/Saiga*) dans la Grotte II (dents isolées exclues) (suite sur la page suivante).**

\*Les chiffres entre parenthèses concernent les éléments provenant du dépôt holocène, d'après les archives du Musée Canadien de l'Histoire ; ils sont notés à titre informatif dans la première colonne (NRDt) mais ne sont pas pris en compte dans le reste du tableau.

| Eléments                     | NRDt        | G/D            | G | D | NMIc | NME | MAU | % MAU |
|------------------------------|-------------|----------------|---|---|------|-----|-----|-------|
| METATARSE total              | 13          | 11             | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| METATARSE prox.              | 3           | 1              | 1 | 1 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| METATARSE diaph.             | 10          | 10             | 0 | 0 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| METATARSE dist.              |             |                |   |   |      |     |     |       |
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |                |   |   |      |     |     |       |
| METAPODE indèt.              | 6           | 6              | 0 | 0 | 1    | 2   | 1,0 | 28,6  |
| PHALANGE 1                   | 4           | 4              | 0 | 0 | 1    | 3   | 1,5 | 42,9  |
| PHALANGE 2                   | 5           | 5              | 0 | 0 | 1    | 5   | 0,6 | 17,9  |
| PHALANGE 3                   | 1           | 1              | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,1 | 3,6   |
| SESAMOIDES                   | 1           | 1              | 0 | 0 | 1    | 1   | 0,0 | 1,2   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>97 (11)</b> |   |   |      |     |     |       |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>5 (1)</b>   |   |   |      |     |     |       |

(Suite)

| Eléments                     | NRDt        | Int      | G | D | NMIc | NME |
|------------------------------|-------------|----------|---|---|------|-----|
| <b>Appendiculaire indèt.</b> |             |          |   |   |      |     |
| PHALANGE 3                   | 1           | 1        | 0 | 0 | 1    | 1   |
|                              | <b>NRDt</b> | <b>1</b> |   |   |      |     |
|                              | <b>NMI</b>  | <b>1</b> |   |   |      |     |

**Annexe 22 : Représentation squelettique du lion (*P. leo atrox*) dans la Grotte II (dents isolées exclues).**

| Eléments                        | NRDt        | Int      | G | D | NMIc | NME |
|---------------------------------|-------------|----------|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b>                    |             |          |   |   |      |     |
| MANDIBULE                       | 2           | 0        | 1 | 1 | 1    | 2   |
| <b>Squelette appendiculaire</b> |             |          |   |   |      |     |
| HUMERUS dist.                   | 1           | 0        | 1 | 0 | 1    | 1   |
| FEMUR diaph.                    | 1           | 0        | 1 | 0 | 1    | 1   |
|                                 | <b>NRDt</b> | <b>4</b> |   |   |      |     |
|                                 | <b>NMI</b>  | <b>1</b> |   |   |      |     |

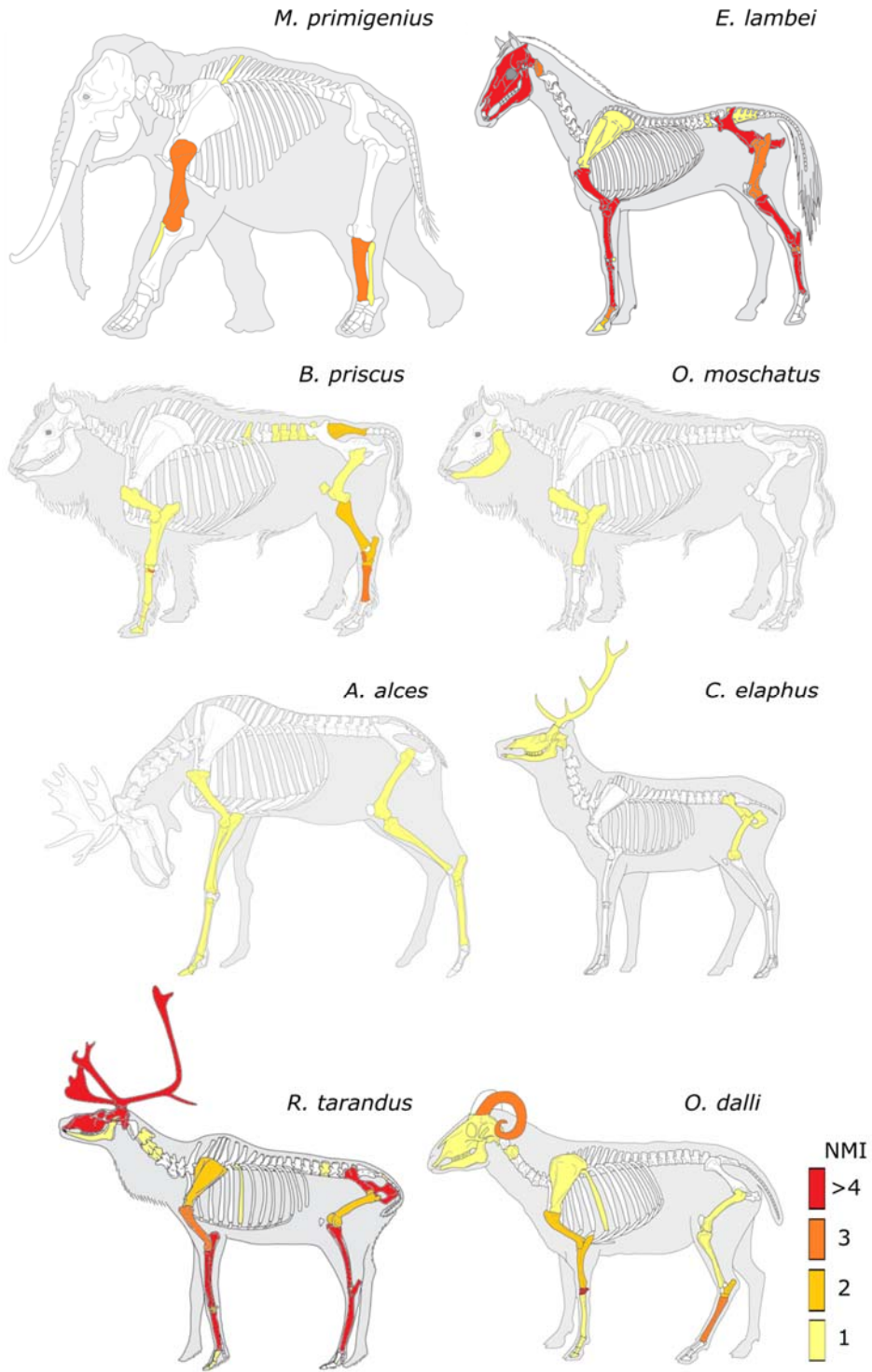
**Annexe 23 : Représentation squelettique du loup (*C. lupus*) dans la Grotte II (dents isolées exclues).**

| Éléments                        | NRDt      | Int | G | D | NMIc | NME |
|---------------------------------|-----------|-----|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b>                    |           |     |   |   |      |     |
| MAXILLAIRE                      | 5         | 0   | 1 | 4 | 1    | 2   |
| MANDIBULE                       | 5         | 0   | 2 | 3 | 1    | 2   |
| <b>Squelette appendiculaire</b> |           |     |   |   |      |     |
| METACARPE                       | 2         | 0   | 0 | 2 | 1    | 2   |
| METATARSE                       | 1         | 0   | 1 | 0 | 1    | 1   |
| <b>NRDt</b>                     | <b>13</b> |     |   |   |      |     |
| <b>NMI</b>                      | <b>1</b>  |     |   |   |      |     |

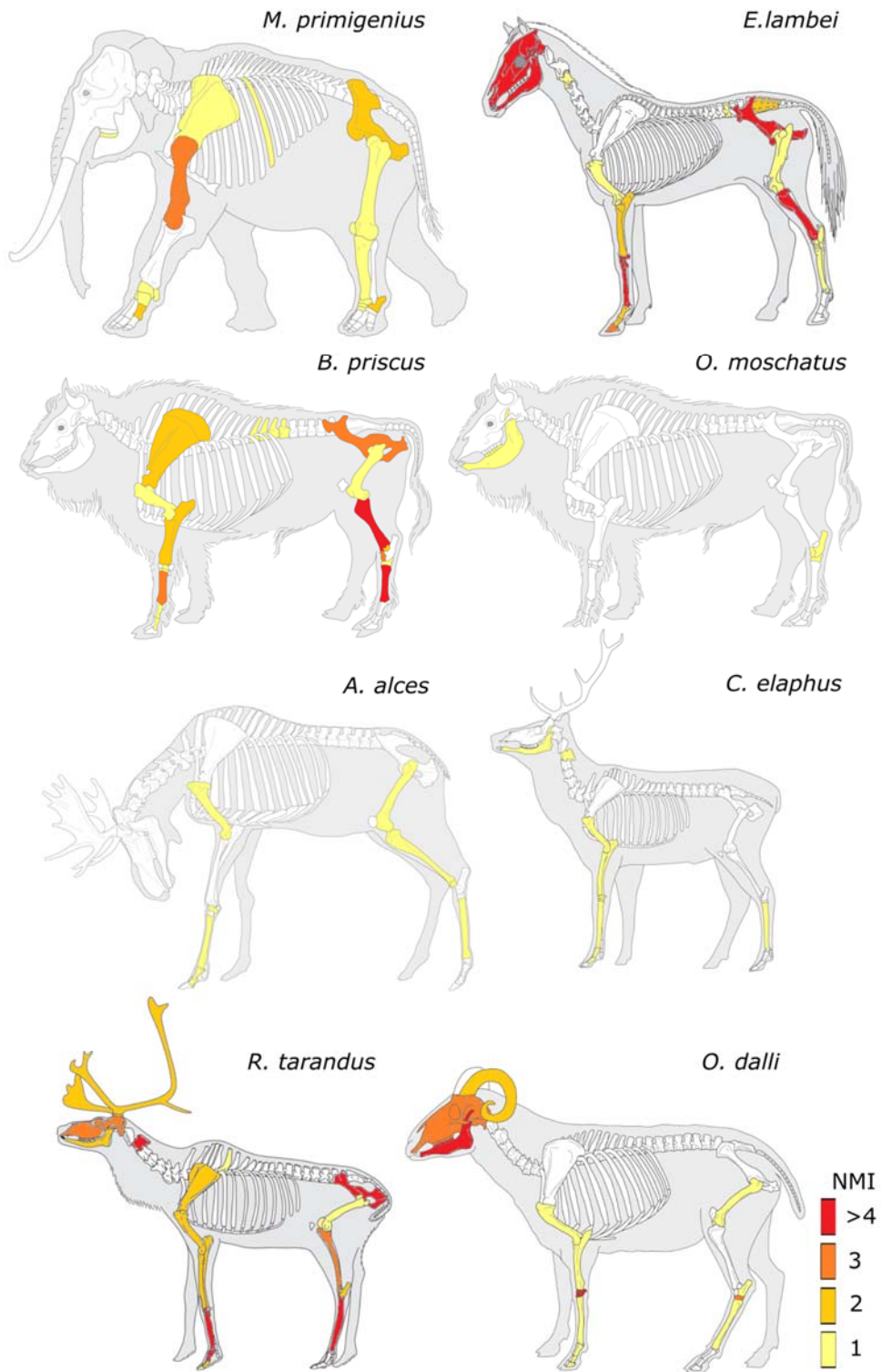
**Annexe 24 : Représentation squelettique du renard polaire (*A. lagopus*) dans la Grotte II (dents isolées exclues).**

| Éléments                         | NRDt        | G/D       | G | D | NMIc | NME |
|----------------------------------|-------------|-----------|---|---|------|-----|
| <b>Crâne</b>                     |             |           |   |   |      |     |
| CRANE                            |             |           |   |   |      |     |
| MAXILLAIRE                       | 12          | 0         | 5 | 7 | 2    | 4   |
| MANDIBULE                        | 11          | 0         | 4 | 7 | 2    | 3   |
| <b>Squelette axial</b>           |             |           |   |   |      |     |
| COTES                            |             |           |   |   |      |     |
| VERTEBRE                         |             |           |   |   |      |     |
| <b>Appendiculaire antérieur</b>  |             |           |   |   |      |     |
| SCAPULA                          |             |           |   |   |      |     |
| HUMERUS total                    | 3           | 0         | 1 | 2 | 2    | 3   |
| HUMERUS prox.                    |             |           |   |   |      |     |
| HUMERUS diaph.                   |             |           |   |   |      |     |
| HUMERUS dist.                    | 3           | 0         | 1 | 2 | 2    | 3   |
| RADIUS total                     | 4           | 0         | 1 | 3 | 2    | 3   |
| RADIUS prox.                     | 3           | 0         | 1 | 2 | 2    | 3   |
| RADIUS diaph.                    |             |           |   |   |      |     |
| RADIUS dist.                     | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| ULNA prox.                       | 1           | 0         | 1 | 0 | 1    | 1   |
| CARPES                           |             |           |   |   |      |     |
| METACARPES                       | 1           | 0         | 1 | 0 | 1    | 1   |
| <b>Appendiculaire postérieur</b> |             |           |   |   |      |     |
| COXAL                            | 1           | 0         | 1 | 0 | 1    | 1   |
| FEMUR total                      | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| FEMUR prox.                      |             |           |   |   |      |     |
| FEMUR diaph.                     |             |           |   |   |      |     |
| FEMUR dist.                      | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| PATELLA                          |             |           |   |   |      |     |
| TIBIA total                      | 4           | 0         | 2 | 2 | 2    | 3   |
| TIBIA prox.                      | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| TIBIA diaph.                     |             |           |   |   |      |     |
| TIBIA dist.                      | 3           | 0         | 2 | 1 | 2    | 3   |
| TARSES                           | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| CALCANEUM                        | 2           | 0         | 1 | 1 | 1    | 2   |
| TALUS                            |             |           |   |   |      |     |
| CUBONAVICULAIRE                  |             |           |   |   |      |     |
| GRAND CUNEIFORME                 |             |           |   |   |      |     |
| PETIT CUNEIFORME                 |             |           |   |   |      |     |
| METATARSES                       | 1           | 0         | 0 | 1 | 1    | 1   |
| <b>Appendiculaire indèt.</b>     |             |           |   |   |      |     |
| METAPODE indèt.                  | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   |
| PHALANGE 1                       | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   |
| PHALANGE 2                       |             |           |   |   |      |     |
| PHALANGE 3                       | 1           | 1         | 0 | 0 | 1    | 1   |
| SESAMOIDES                       |             |           |   |   |      |     |
|                                  | <b>NRDt</b> | <b>44</b> |   |   |      |     |
|                                  | <b>NMI</b>  | <b>2</b>  |   |   |      |     |

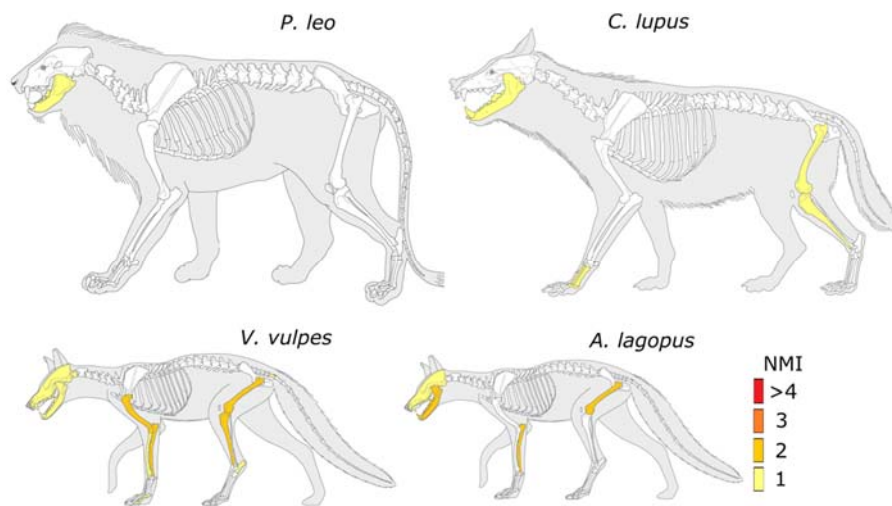
**Annexe 25 : Représentation squelettique du renard roux (*V. vulpes*) dans la Grotte II (dents isolées exclues).**



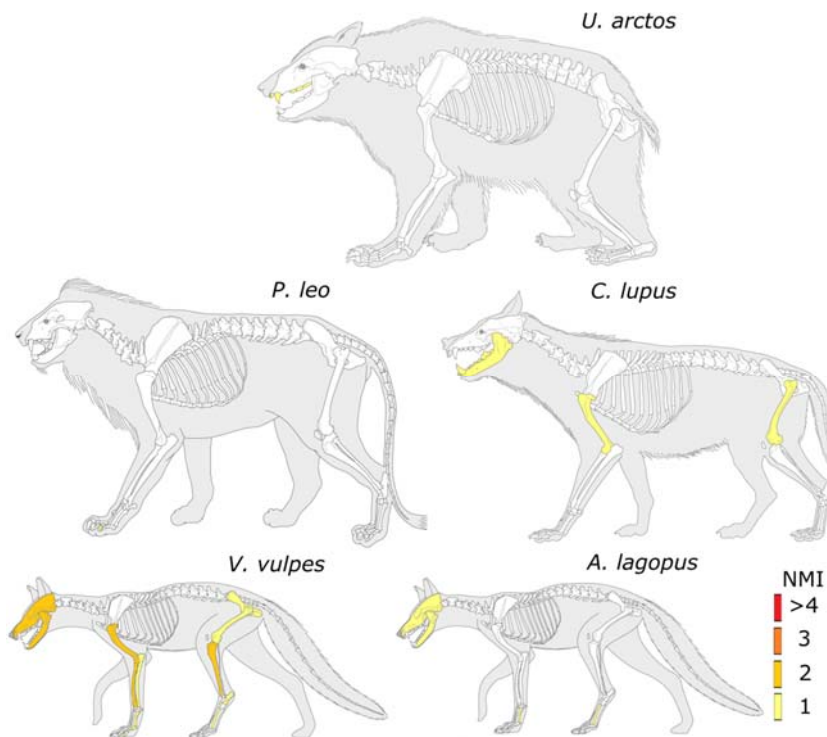
**Annexe 26 : Représentation schématique des restes osseux d'ongulés de la Grotte I.**  
 L'emplacement des vertèbres, côtes et phalanges (antérieures ou postérieures) est aléatoire. © Archéozoo.org.



**Annexe 27 : Représentation schématique des restes osseux d'ongulés de la Grotte II.**  
 L'emplacement des vertèbres, côtes et phalanges (antérieures ou postérieures) est aléatoire. © Archéozoo.org.



**Annexe 28 : Représentation schématique des restes osseux de carnivores de la Grotte I.**  
 L'emplacement des vertèbres, côtes et phalanges (antérieures ou postérieures) est aléatoire. © Archéozoo.org.



**Annexe 29 : Représentation schématique des restes osseux de carnivores de la Grotte II.**  
 L'emplacement des vertèbres, côtes et phalanges (antérieures ou postérieures) est aléatoire. © Archéozoo.org.





Annexe 30 : Dent (dp2) de mammoth juvénile (*M. primigenius*), Grotte II (MCH, spécimen K7.2.7).



Annexe 31 : Canines gauche et droite d'ours brun (*U. arctos*), Grotte II (MCH, spécimens C2.2.1 et C3E.2.28).



**Annexe 32 : Dents jugales (P4, M1, M2) d'ours brun (*U. arctos*), Grotte II (MCH, de gauche à droite : spécimens C3W1/2, B3.5.1 et C2.1.3).**



**Annexe 33 : Incisives d'ours brun (*U. arctos*), Grotte II.**

Les deux incisives de droite (I2 et I1) présentent une coloration plus prononcée et un degré d'usure plus avancé que les autres incisives présentes sur le site (I2 en exemple à gauche) (MCH, de gauche à droite : spécimens B4S.7.2, C3E.2.21 et B4N.11.6).



Annexe 34 : Mandibule de lion (*P. leo atrox*), Grotte I (MCH, spécimen G7(E1/2).14.4).



Annexe 35 : Phalange distale de lion (*P. leo atrox*), Grotte II (MCH, spécimen I6.E.7).



Annexe 36 : Mandibule de loup (*C. lupus*) juvénile, Grotte I (MCH, spécimen T3.17.193).



Annexe 37 : Métatarse proximal d'antilope saïga, Grotte I (MCH, spécimen I7.1.17).



Annexe 38 : Phalange d'ongulé de taille 3, Grotte I (MCH, spécimen K6.1.10).



**Annexe 39 : Métatarse et cubo-naviculaire de bison, Grotte I (MCH, spécimens H7E.14.23 et I7.1.6).**



**Annexe 40 : Phalange de bison, Grotte II (MCH, spécimen M.8.13).**



**Annexe 41 : Cylindre diaphysaire d'équidé rongé à ses deux extrémités, Grotte II (MCH, spécimen D6.D.7).**



**Annexe 42 : Humérus presque complet de caribou, Grotte I (MCH, spécimen NE.8) ; les traces de rongement sur l'extrémité proximale sont typiques de l'activité des canidés.**



**Annexe 43 : Fragment diaphysaire avec fractures sur os frais, Grotte II (MCH, spécimen J7.8.6).**

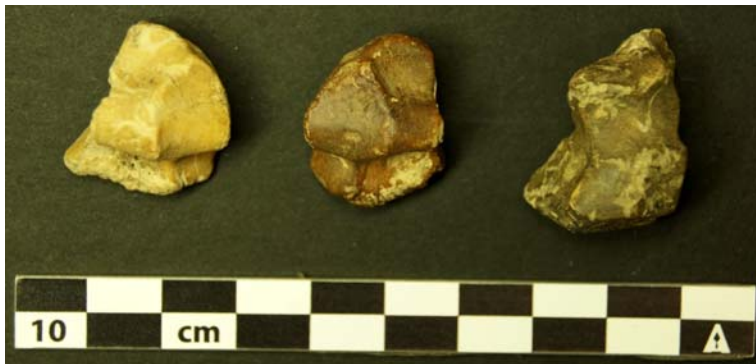


**Annexe 44 : Portion distale d'humérus de caribou fracturé sur os sec, Grotte I (MCH, spécimen K6.1.2) ; le spécimen montre également une desquamation de surface due aux phénomènes climatiques.**





**Annexe 45 : Altérations d'origine climatique entraînant fissures et desquamation d'un métacarpe de bison, Grotte II (MCH, spécimen J8.4.1).**



**Annexe 46 : Différents degrés de coloration des ossements des Grottes du Poisson-Bleu (MCH, MgVo-1, 2).** (Gauche), pas de coloration ; (centre) dépôt de ferro-manganèse ; (droite) dépôt noir de manganèse.



**Annexe 47 : Fragments osseux de la Grotte I avec traces probables de brûlure, dues à un feu de forêt holocène (MCH, MgVo-1).**



**Annexe 48 : Vermiculations sur la surface totale d'un métatarse de bison, Grotte II (MCH, spécimen K6.3.4).**



Annexe 49 : Talus de caribou présentant un fort taux d'abrasion, Grotte I (MCH, spécimen K8.1.30).



Annexe 50 : Spécimens osseux d'orignal avec traces de dents de rongeurs, Grotte I (MCH, de gauche à droite : spécimens J8.O.17 et I9S.4.1).

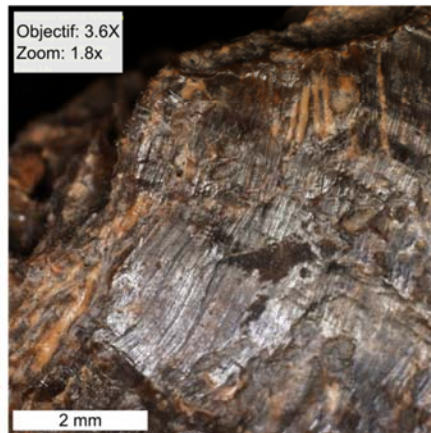


**Annexe 51 : Cylindre diaphysaire de mammoth rongé aux deux extrémités.**

A gauche, un humérus de mammoth juvénile, Grotte I (MCH, spécimen D6.24.8) ; à droite, un fémur dépourvu d'épiphyse, Grotte II (MCH, spécimen H6.3.16).



**Annexe 52 : Cylindre diaphysaire de tibia de mammoth avec traces de rongement de grands carnivores aux deux extrémités, Grotte I (MCH, spécimens K7.1.2-3-4).**



**Annexe 53 : Fragment osseux présentant des sillons au fond lisse et arrondi et des surfaces lustrées très certainement dues aux pratiques de fouille (e.g., coup de truelle), Grotte I (MCH, MgVo-1).**



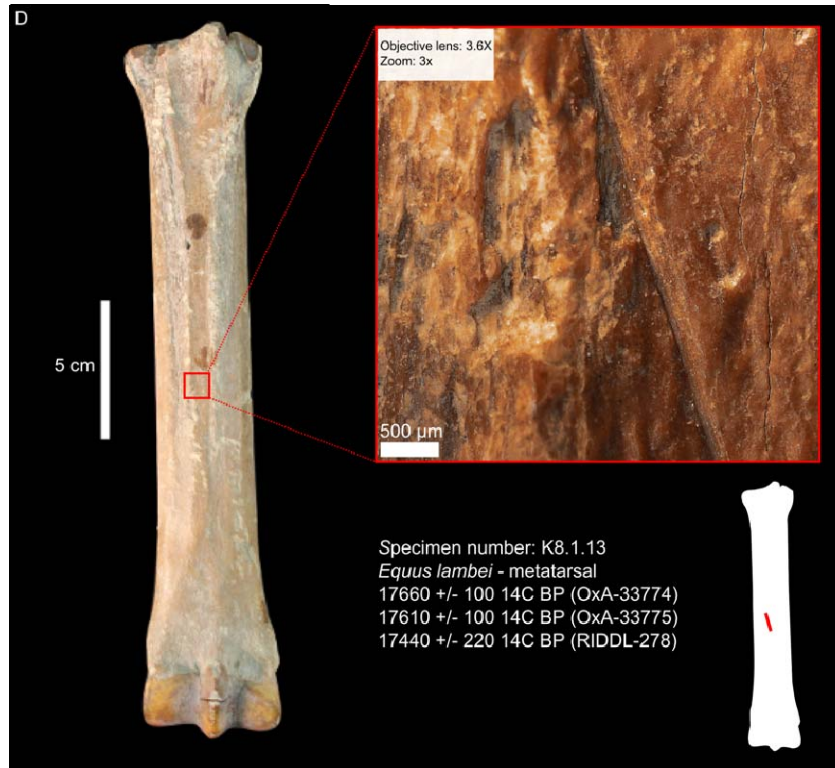
Annexe 54 : Prémaxillaire de wapiti (*C. elaphus*) avec traces de dépouillement certaines, Grotte I (MCH, spécimen T5.26.9).



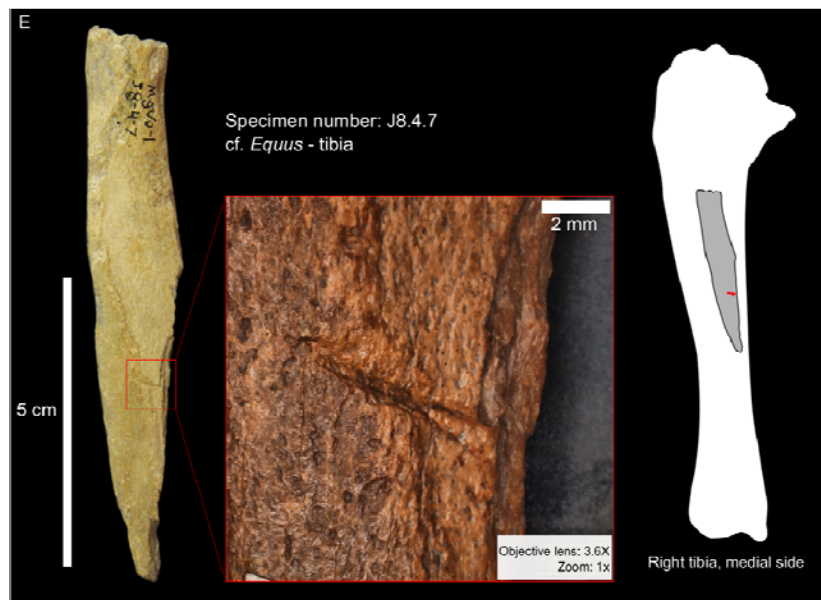
Annexe 55 : Mandibule de cheval (*E. lambei*) avec traces de désarticulation certaines, Grotte I (MCH, spécimen K7.4.17).



Annexe 56 : Humérus de cheval (*E. lambei*) avec trois traces de découpe certaines sur la diaphyse, Grotte I (MCH, spécimen J7.1.1).

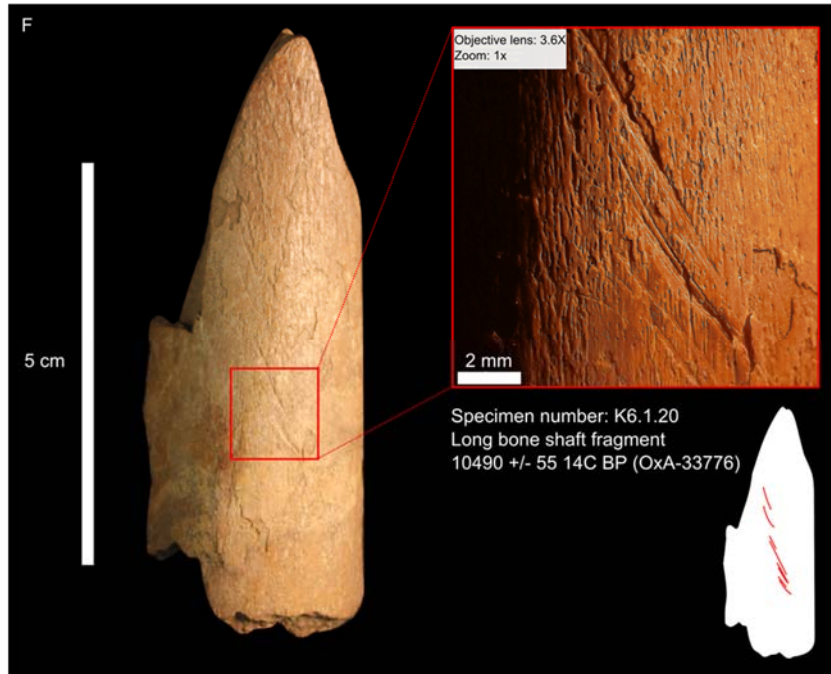


Annexe 57 : Métatarse de cheval (*E. lambei*) avec trace de découpe certaine, probablement due au prélèvement des tendons, Grotte I (MCH, spécimen K8.1.13).

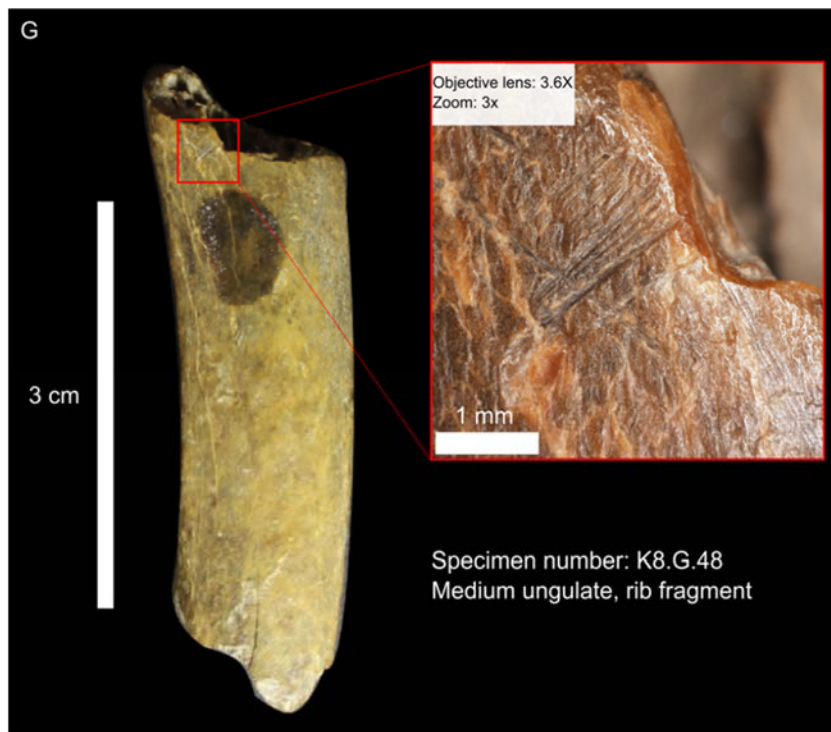


Annexe 58 : Fragment diaphysaire provenant très certainement d'un tibia de cheval (cf. *E. lambei*) avec trace de découpe certaine, Grotte I (MCH, spécimen J8.4.7).

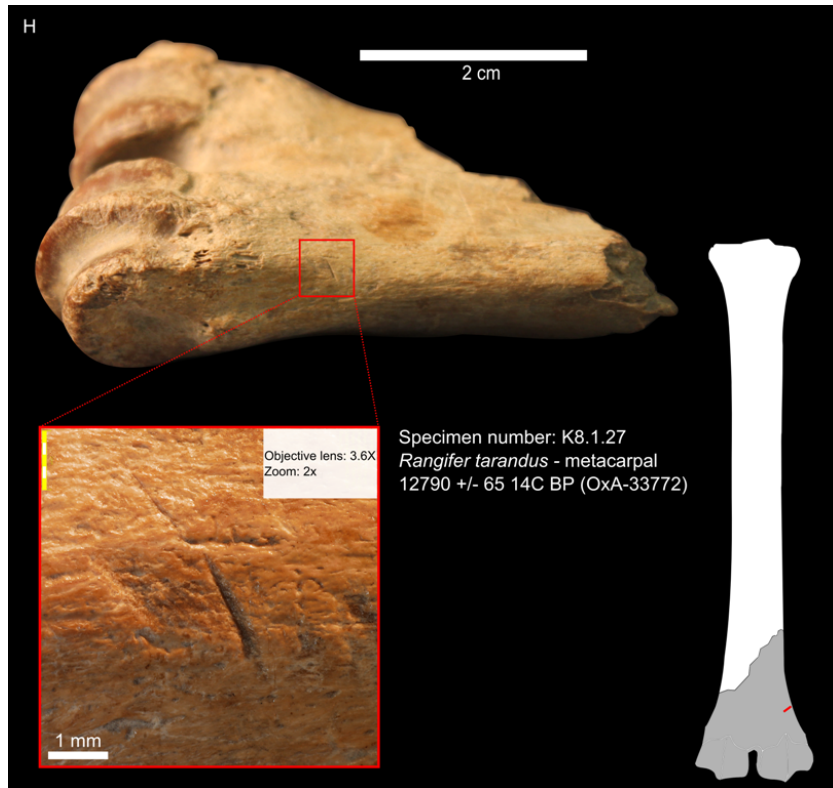




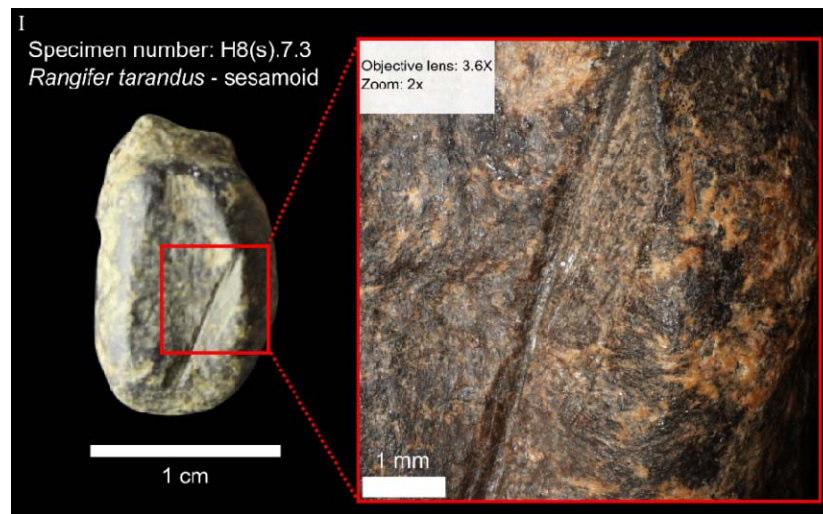
Annexe 59 : Fragment diaphysaire provenant possiblement d'un os long de wapiti (*cf. Cervus*) avec traces de décarnisation certaines, Grotte I (MCH, spécimen K6.1.20).



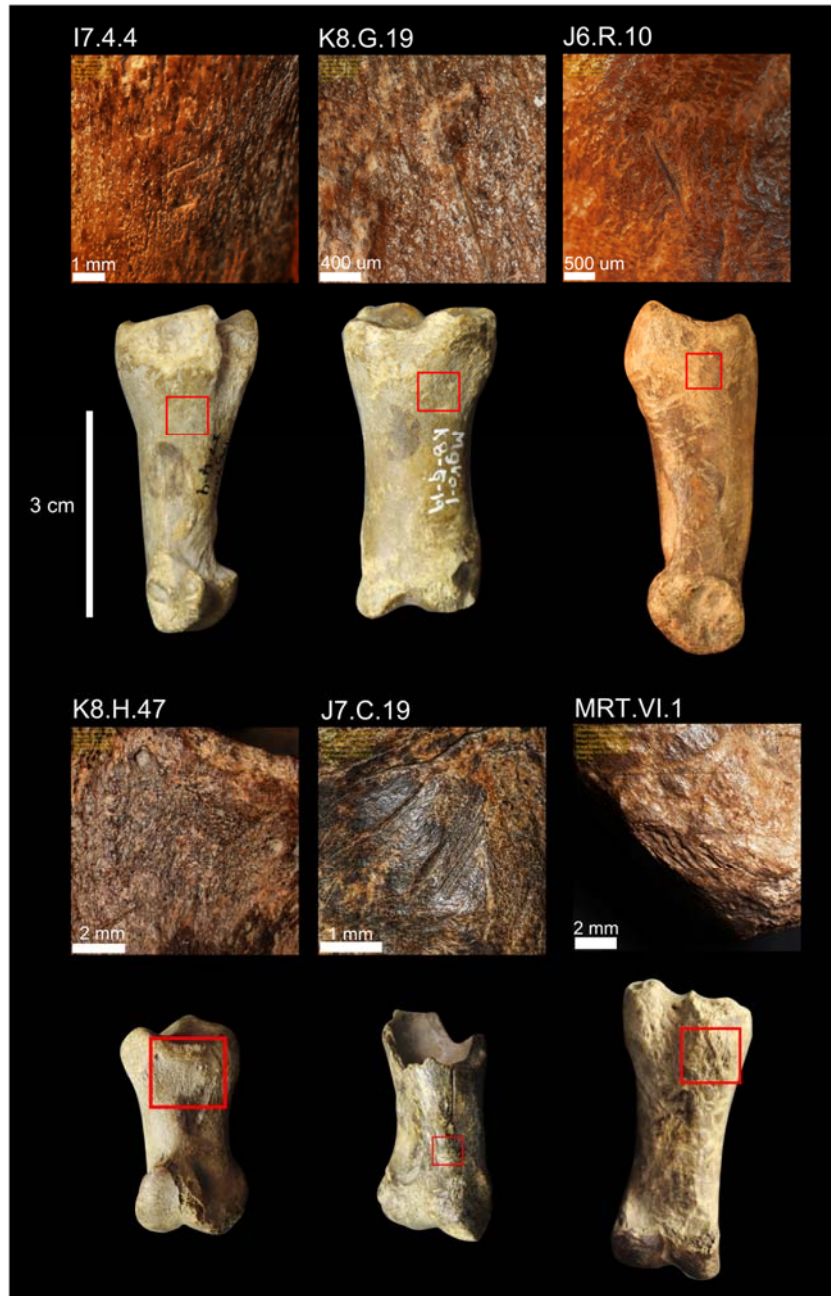
Annexe 60 : Fragment de côte d'ongulé de taille moyenne avec traces de découpe certaines, Grotte I (MCH, spécimen K8.G.48).



Annexe 61 : Portion distale d'un métacarpe de caribou (*R. tarandus*) avec trace de découpe certaine, Grotte I (MCH, spécimen K8.1.27).



Annexe 62 : Sésamoïde d'ongulé (*cf. Rangifer*) avec trace de découpe certaine, Grotte I (MCH, spécimen H8s.7.3).



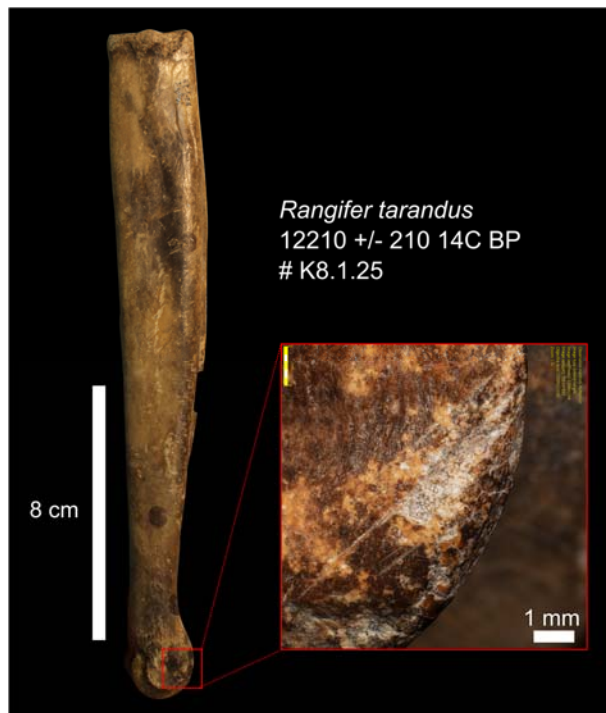
Annexe 63 : Phalanges de caribou (*R. tarandus*) avec traces de découpe probables, Grotte I (MCH, de haut en bas et de gauche à droite : spécimens I7.4.4, K8.G.19, J6.R.10, K8.H.47, J7.C.19 et MRT.VI.1) ; le spécimen MRT.VI.1 présente deux traces de découpe certaines.



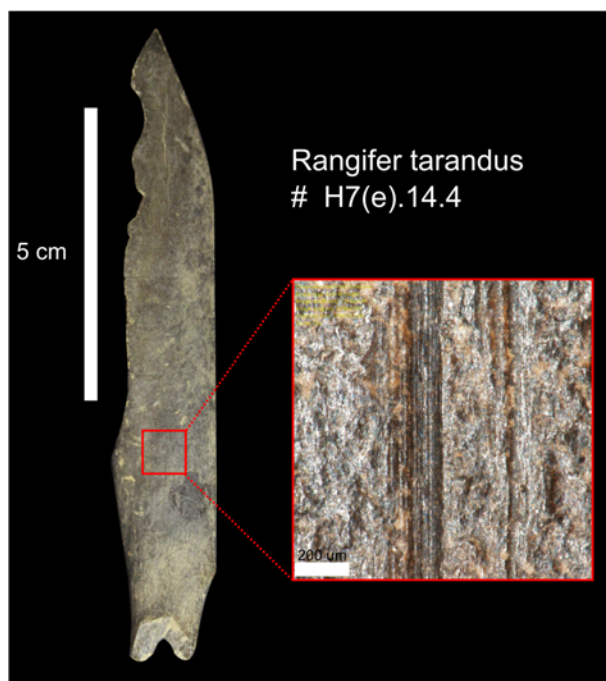
Annexe 64 : Fragment osseux indéterminé (possible phalange) avec trace de découpe probable, Grotte I (MCH, spécimen I7.1.1).



Annexe 65 : Phalange caudale de caribou (*R. tarandus*) avec traces de découpe probables, Grotte I (MCH, spécimen J7.G.15).



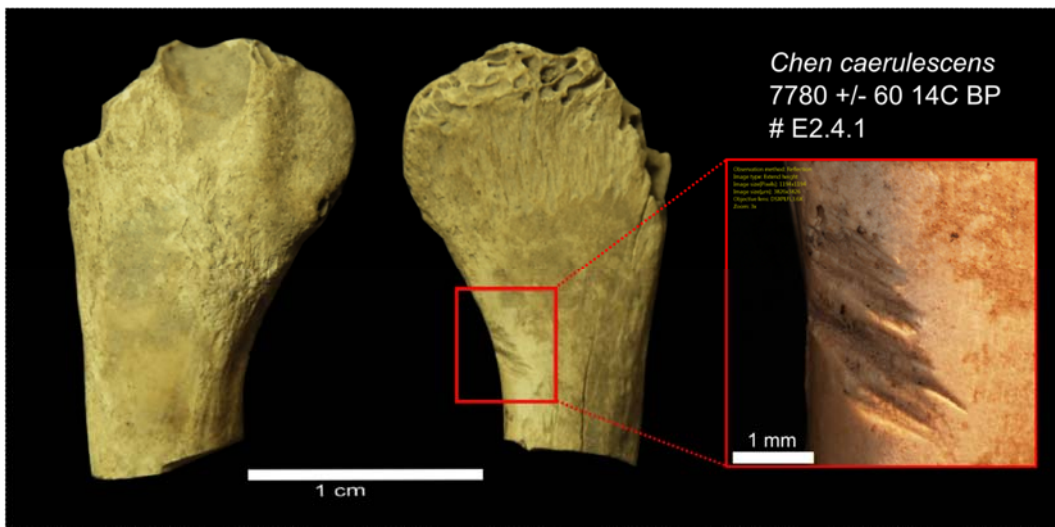
Annexe 66 : Métatarse de caribou (*R. tarandus*) avec traces de découpe probables, Grotte I (MCH, spécimen K8.1.25).



Annexe 67 : Fragment diaphysaire de métatarse de caribou (*R. tarandus*) avec traces de découpe probables, Grotte I (MCH, spécimen H7E.14.4).



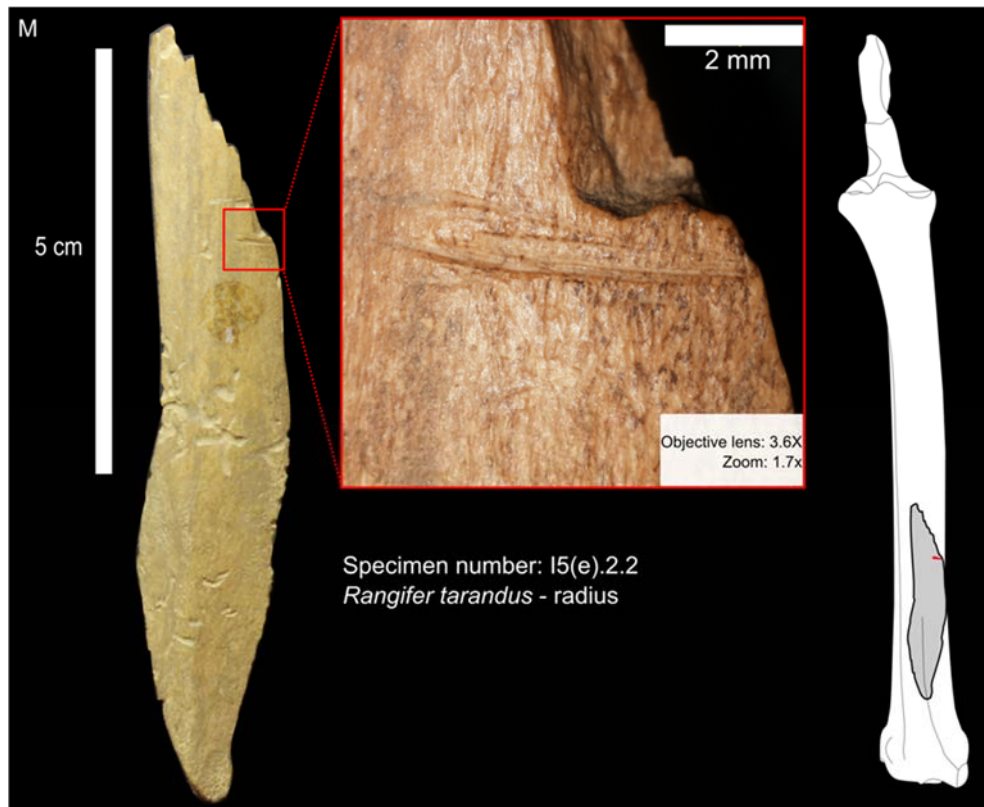
Annexe 68 : Bois de massacre de caribou (*R. tarandus*) avec traces anthropiques probables, Grotte I (MCH, spécimens K6.1.23-24).



Annexe 69 : Scapula d'oie des neiges avec traces de découpe certaines, Grotte II (MCH, spécimen E2.4.1) ; identifié par McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (1998).



Annexe 70 : Fragment d'os coxal de caribou (*R. tarandus*) avec traces de décarnisation certaines, Grotte II (MCH, spécimen I5E.6.5).



Annexe 71 : Face crâniale d'une extrémité distale d'une diaphyse de radius de caribou (*R. tarandus*) avec traces de découpe certaines, Grotte II (MCH, spécimen I5E.2.2).

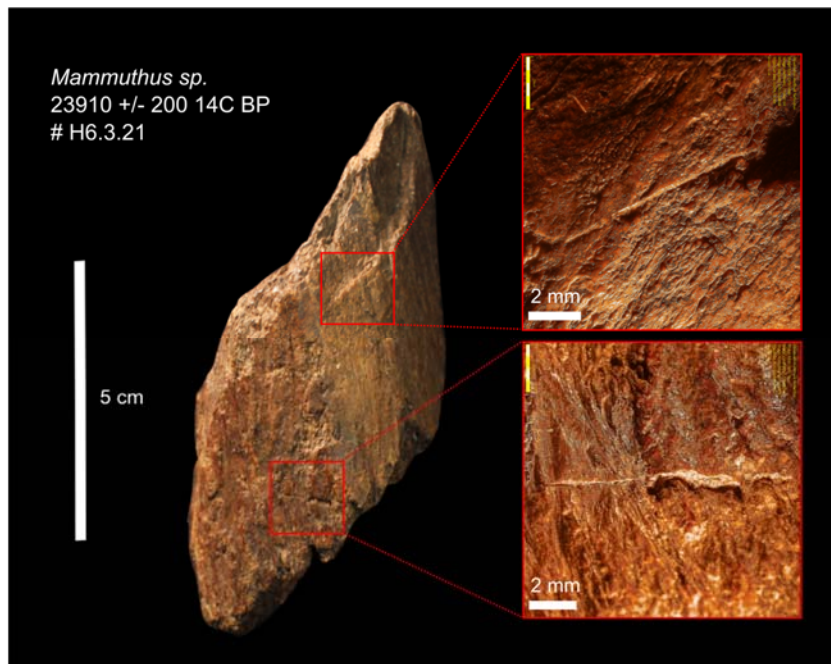


Annexe 72 : Face crâniale d'un fragment diaphysaire de métacarpe d'ongulé de taille 3 (cf. *Ovis*) avec traces de raclage certaines, Grotte II (MCH, spécimen D2.3.1).



Annexe 73 : Fragments de mandibule d'ongulé avec traces potentiellement anthropiques, Grotte II (MCH, spécimens H6.4.22 et H6.5.7).





**Annexe 74 : Eclat osseux de mammoth avec deux traces potentiellement anthropiques, Grotte II (MCH, spécimen H6.3.21).**



**Annexe 75 : Bord médial d'une extrémité distale de diaphyse de radius de caribou (*R. tarandus*) avec traces potentiellement anthropiques, Grotte II (MCH, spécimen F5.B.5).**

| Grotte | Degré de confiance | Spécimen   | Trajectoire: droite (T), courbe (C),<br>sinueuse (S) | Orientation: longitudinal (L), transverse<br>(T), oblique (O) | Nombre: seule (S), multiple (M) et<br>parallèle (P) | Recouvrement des stries: oui (O), non (N) | Shoulder effet: oui (O), non (N) | Shoulder flaking: oui (O), non (N) | Microstriations internes: oui (O), non (N) |
|--------|--------------------|------------|--|---|---|---|----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1      | +++                | T5.26.9    | T  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | K7.4.17    | C  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | J7.1.1**   | T  | O   | MP  | N   | O                                | O                                  | O  |
|        |                    | K8.1.13**  | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | J8.4.7     | T  | T   | MP  | O   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | K6.1.20**  | C  | O   | MP  | N   | ?                                | ?                                  | O  |
|        |                    | K8.G.48    | T  | O   | MP  | O   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | K8.1.27**  | T  | O   | S   | N   | O                                | N                                  | N  |
|        |                    | H8(s).7.3  | T  | L   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        | MRT.VI.1           | T          | O  | MP  | N   | ?   | ?                                | ?                                  |  |
|        | ++                 | K8.G.19    | T  | L   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | K8.H.47    | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | I7.4.4     | T  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | J6.R.10    | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | J7.C.19    | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | I7.1.1     | T  | ?   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | J7.G.15    | T  | n/a   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | K8.1.25*   | T  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | H7(e).14.4 | T  | L   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        | K6.1.23/24         | T          | O  | M-  | N   | N   | N                                | N                                  |  |
|        | +                  | I7.1.119   | T  | n/a   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | L.IV.123   | T  | T   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | J8.1.69    | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | J8.1.139   | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | K8.G.55    | T  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | K8.1.43    | T  | n/a   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | K8.G.51    | T  | n/a   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |

**Annexe 76 : Caractéristiques morphologiques des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques observés sur les ossements de la Grotte 1.**

\*Spécimens précédemment datés. \*\*Spécimens datés dans la présente étude.

| Grotte | Degré de confiance | Spécimen        | Trajectoire: droite (T), courbe (C),<br>sinueuse (S) | Orientation: longitudinal (L), transverse<br>(T), oblique (O) | Nombre: seule (S), multiple (M) et<br>parallèle (P) | Recouvrement des stries: oui (O), non (N) | Shoulder effet: oui (O), non (N) | Shoulder flaking: oui (O), non (N) | Microstriations internes: oui (O), non (N) |
|--------|--------------------|-----------------|--|---|---|---|----------------------------------|------------------------------------|--|
| 2      | +++                | E2.4.1*         | T  | O   | MP  | O   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | I5(e).6.5**     | T  | L   | MP  | N   | O                                | O                                  | O  |
|        |                    | I5(e).2.2       | T  | T   | S   | N   | O                                | N                                  | N  |
|        |                    | D2.3.1          | C  | L   | MP  | N   | O                                | N                                  | O  |
|        |                    | J7.8.17**       | T  | O   | MP  | N   | O                                | O                                  | O  |
|        | ++                 | H6.4.22, H6.5.7 | T  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | H6.3.21*        | T  | O   | M-  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | F5.B.5          | n/a  | n/a   | n/a   | n/a                                       | n/a                              | n/a                                | n/a  |
|        | +                  | H6.4.21         | T  | n/a   | S   | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | I5(e).5.2       | T  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |
|        |                    | C2.2.4          | C  | O   | S   | N   | N                                | N                                  | O  |
|        |                    | D5.E.14         | T  | O   | MP  | N   | N                                | N                                  | N  |

**Annexe 77 : Caractéristiques morphologiques des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques observés sur les ossements de la Grotte 2.**

\*Spécimens précédemment datés. \*\*Spécimens datés dans la présente étude.

| Grotte     | Degré de confiance | Spécimen      | Profondeur (µm) | Largeur à la base (µm) | Largeur au sommet (µm) | Rapport de largeur (µm) | Angle d'ouverture (°) |
|------------|--------------------|---------------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1          | +++                | T5.26.9 (1)   | 51,7            | 29,9                   | 702,5                  | 23,5                    | 150,4                 |
|            |                    | T5.26.9 (2)   | 41,7            | 32,4                   | 428,5                  | 13,2                    | 146,8                 |
|            |                    | K7.4.17       | 40,5            | 17,4                   | 371,2                  | 21,3                    | 140,9                 |
|            |                    | J7.1.1** (1)  | 72,0            | 24,9                   | 637,7                  | 25,6                    | 141,7                 |
|            |                    | J7.1.1** (2)  | 106,9           | 14,9                   | 423,5                  | 28,4                    | 106,6                 |
|            |                    | K8.1.13** (1) | 78,7            | 29,9                   | 627,8                  | 21,0                    | 141,3                 |
|            |                    | K8.1.13** (2) | 73,9            | 14,9                   | 637,7                  | 42,7                    | 140,1                 |
|            |                    | J8.4.7 (1)    | 202,3           | 74,7                   | 1310,3                 | 17,5                    | 130,0                 |
|            |                    | J8.4.7 (2)    | 234,7           | 84,7                   | 1629,2                 | 19,2                    | 139,3                 |
|            |                    | K6.1.20**     | 94,2            | 29,9                   | 886,8                  | 29,7                    | 138,6                 |
|            |                    | K8.G.48 (1)   | 18,3            | 8,5                    | 144,1                  | 17,0                    | 142,1                 |
|            |                    | K8.G.48 (2)   | 42,9            | 10,5                   | 352,7                  | 33,7                    | 149,0                 |
|            |                    | K8.1.27**     | 84,1            | 14,9                   | 612,8                  | 41,0                    | 130,5                 |
|            |                    | H8(s).7.3     | 93,0            | 18,3                   | 554,7                  | 30,3                    | 128,7                 |
|            | MRT.VI.1           | 124,6         | 34,9            | 924,2                  | 26,5                   | 136,2                   |                       |
|            | ++                 | K8.G.19 (1)   | 45,7            | 7,5                    | 263,1                  | 35,2                    | 127,8                 |
|            |                    | K8.G.19 (2)   | 28,8            | 8,5                    | 161,2                  | 18,9                    | 124,9                 |
|            |                    | K8.H.47 (1)   | 98,0            | 21,6                   | 707,5                  | 32,8                    | 135,3                 |
|            |                    | K8.H.47 (2)   | 82,2            | 19,9                   | 540,6                  | 27,1                    | 140,4                 |
|            |                    | I7.4.4        | 77,6            | 13,3                   | 333,8                  | 25,1                    | 113,8                 |
|            |                    | J6.R.10       | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     | n/a                   |
|            |                    | J7.C.19       | 49,7            | 19,4                   | 246,6                  | 12,7                    | 111,9                 |
|            |                    | I7.1.1        | 77,0            | 12,0                   | 294,5                  | 24,6                    | 115,8                 |
|            |                    | J7.G.15       | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     | n/a                   |
|            |                    | K8.1.25*      | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     | n/a                   |
|            |                    | H7(e).14.4    | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     | n/a                   |
| K6.1.23/24 |                    | 104,5         | 24,9            | 617,8                  | 24,8                   | 122,6                   |                       |

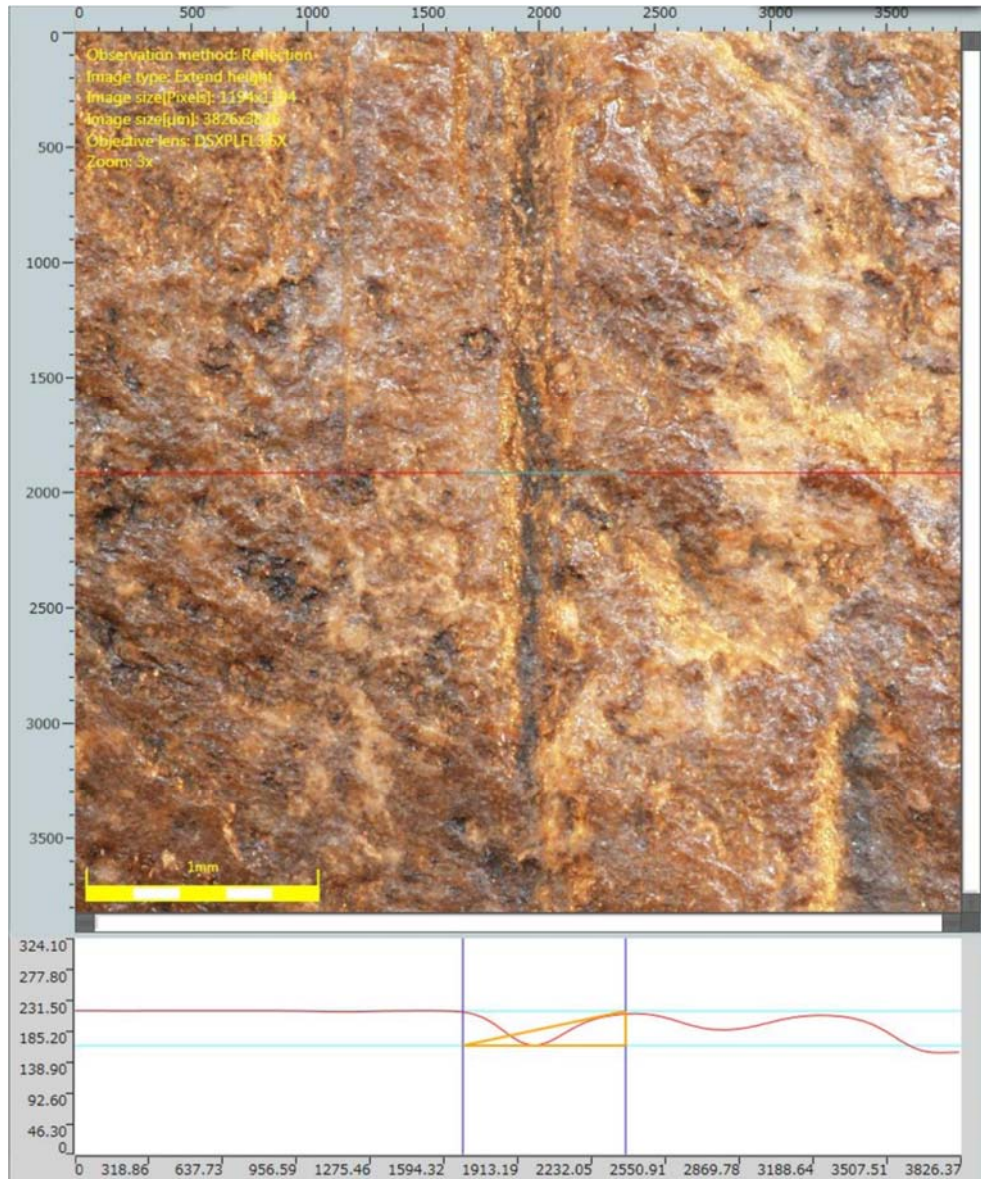
**Annexe 78 : Caractéristiques morphométriques des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques observés sur les ossements de la Grotte 1.**

\*Spécimens précédemment datés. \*\*Spécimens datés dans la présente étude.

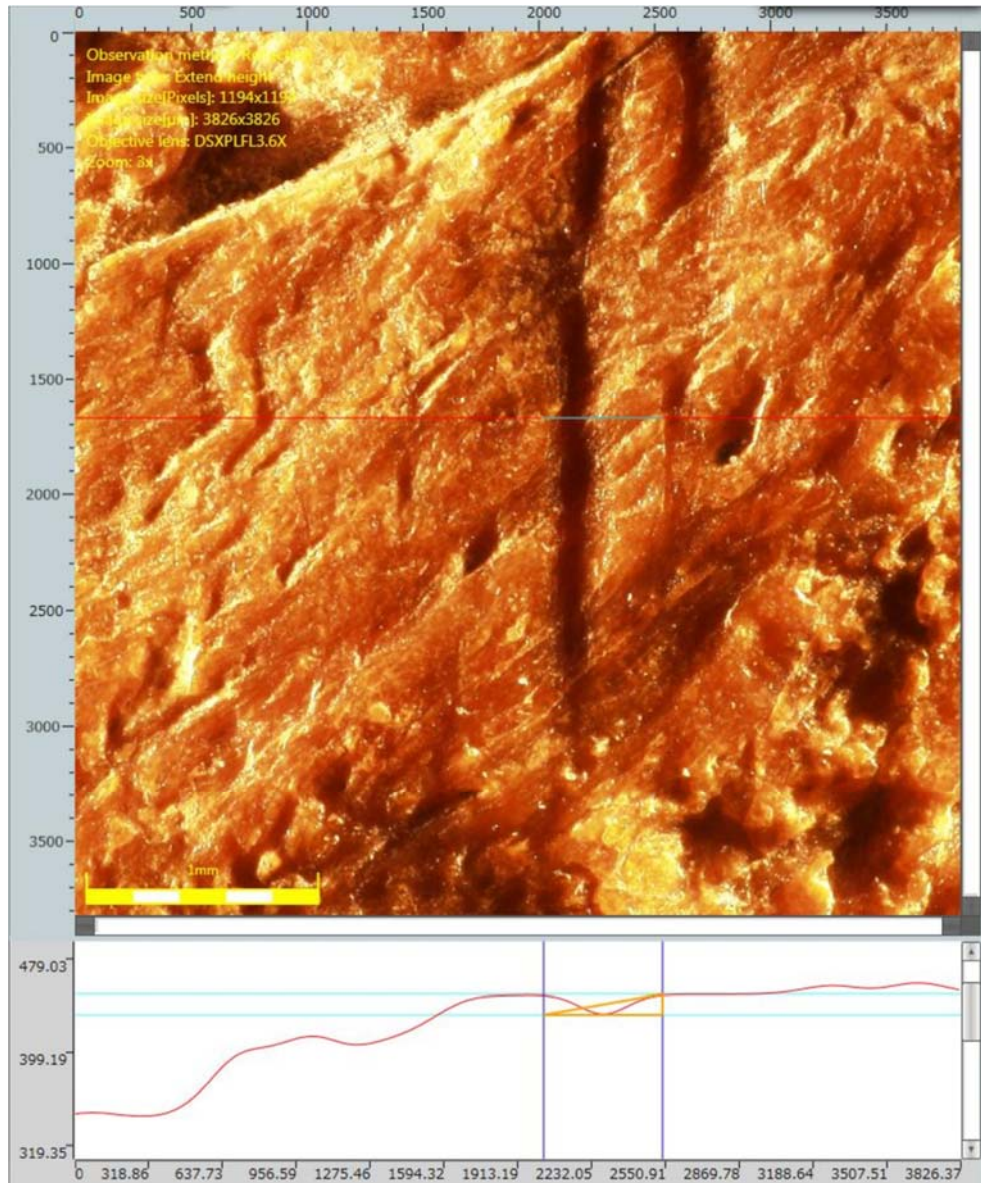
| Grotte | Degré de confiance | Spécimen        | Profondeur (µm) | Largeur à la base (µm) | Largeur au sommet (µm) | Rapport de largeur (µm) | Angle d'ouverture (°) |
|--------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 2      | +++                | E2.4.1* (1)     | 98,3            | 54,8                   | 876,9                  | 16,0                    | 144,2                 |
|        |                    | E2.4.1* (2)     | 139,5           | 22,4                   | 677,6                  | 30,2                    | 130,8                 |
|        |                    | I5(e).6.5** (1) | 100,4           | 59,8                   | 906,8                  | 15,2                    | 139,3                 |
|        |                    | I5(e).6.5** (2) | 89,8            | 29,9                   | 722,4                  | 24,2                    | 138,5                 |
|        |                    | J7.8.17** (1)   | 106,0           | 114,6                  | 921,7                  | 8,0                     | 139,2                 |
|        |                    | J7.8.17** (2)   | 75,0            | 19,9                   | 697,5                  | 35,0                    | 149,0                 |
|        |                    | I5(e).2.2 (1)   | 122,1           | 24,9                   | 789,7                  | 31,7                    | 142,8                 |
|        |                    | I5(e).2.2 (2)   | 112,9           | 53,1                   | 782,2                  | 14,7                    | 130,0                 |
|        | D2.3.1             | n/a             | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     |                       |
|        | ++                 | H6.4.22, H6.5.7 | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     | n/a                   |
|        |                    | H6.3.21* (1)    | 126,3           | 49,8                   | 817,1                  | 16,4                    | 137,1                 |
|        |                    | H6.3.21* (2)    | 348,4           | 34,9                   | 934,2                  | 26,8                    | 84,9                  |
|        |                    | H6.3.21* (3)    | 176,6           | 12,5                   | 700,0                  | 56,2                    | 97,2                  |
|        |                    | F5.B.5          | n/a             | n/a                    | n/a                    | n/a                     | n/a                   |

**Annexe 79 : Caractéristiques morphométriques des stigmates anthropiques et potentiellement anthropiques observés sur les ossements de la Grotte 2.**

\*Spécimens précédemment datés. \*\*Spécimens datés dans la présente étude.

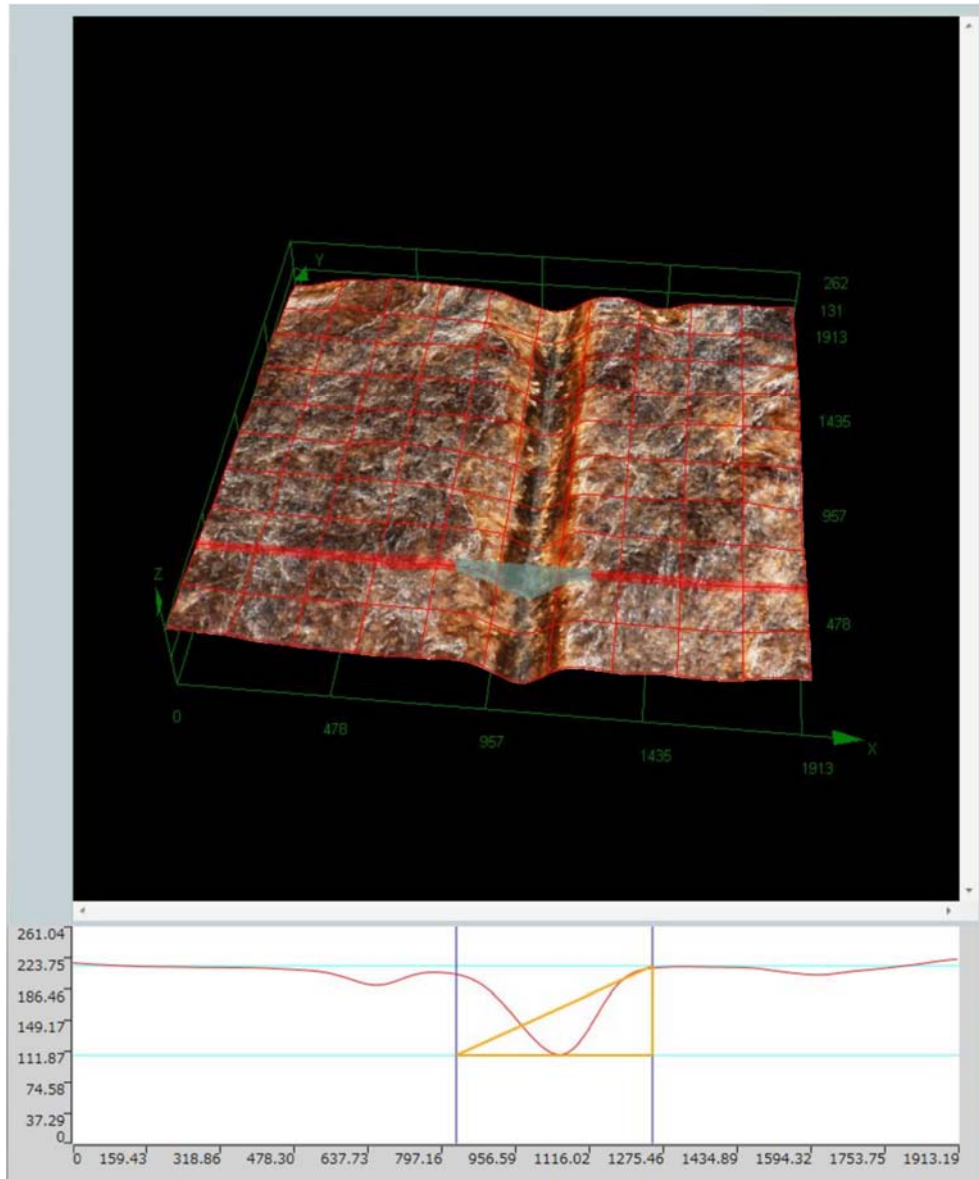


**Annexe 80 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un prémaxillaire de wapiti, Grotte I (MCH, spécimen T5.26.9). Objectif : 3.6x ; zoom : 3x ; barre = 1 mm.**

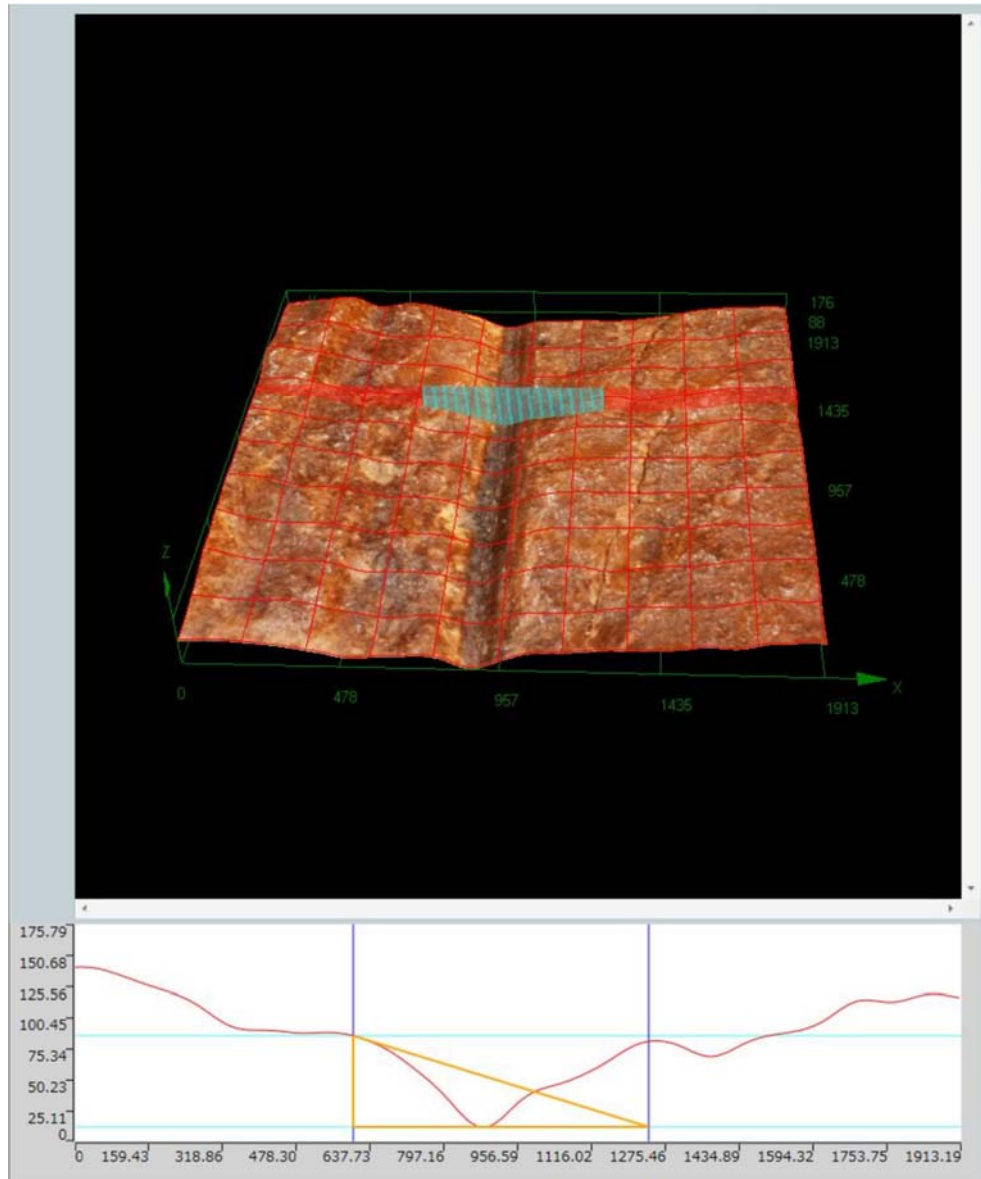


**Annexe 81 : Profil d'une trace de découpe certaine sur une mandibule de cheval, Grotte I (MCH, spécimen K7.4.17). Objectif : 3.6x ; zoom : 3x ; barre = 1 mm.**

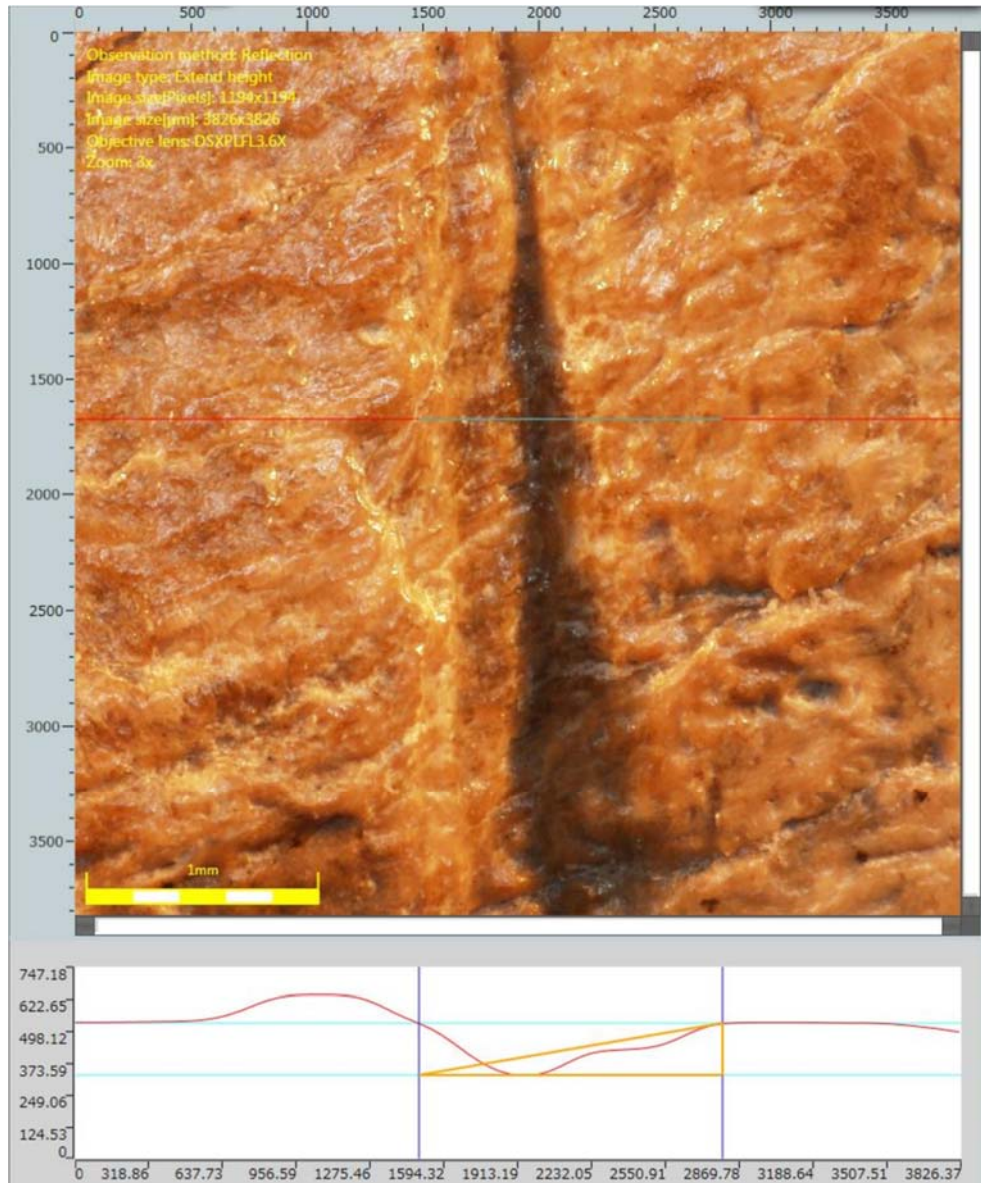




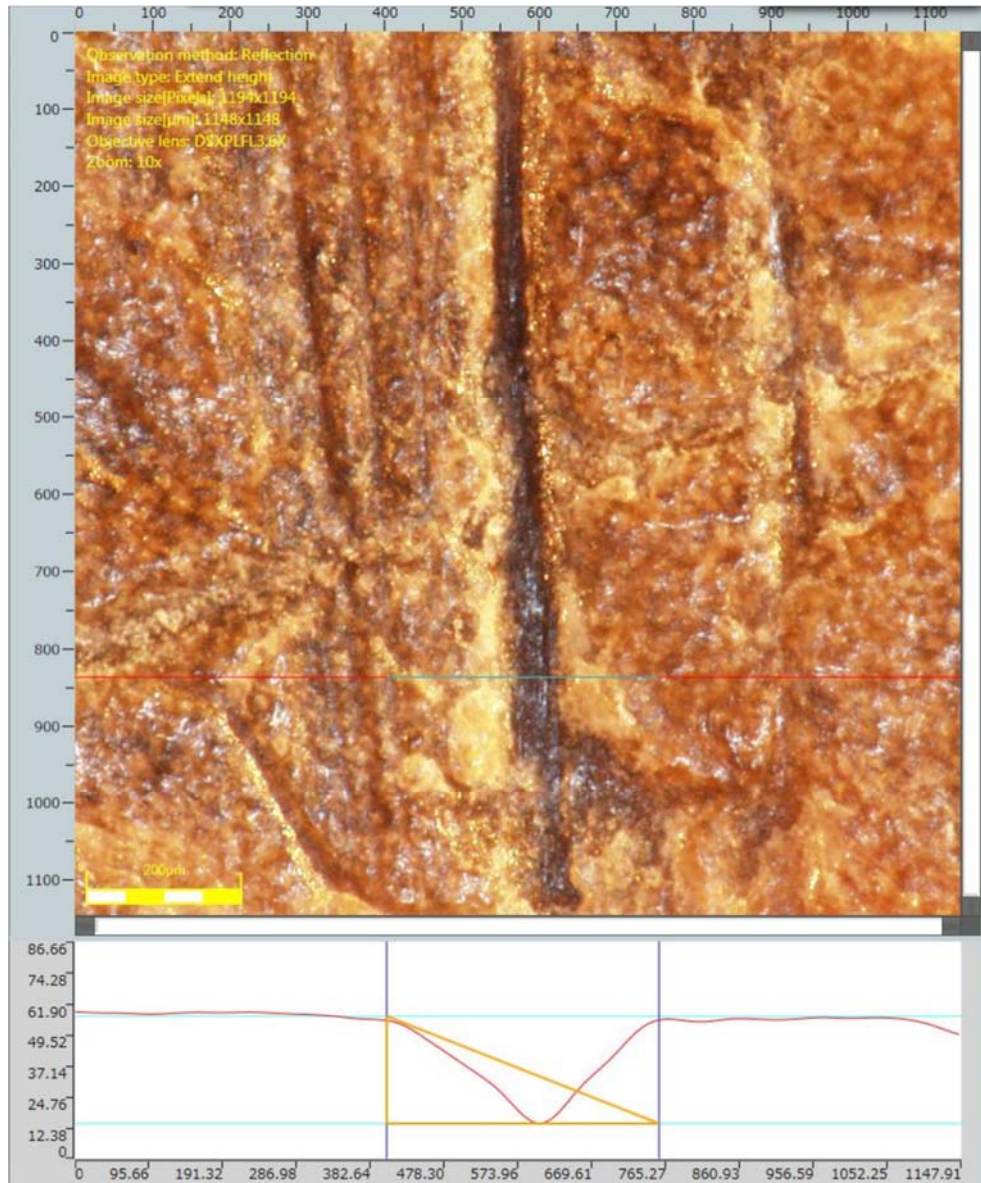
**Annexe 82 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un humérus de cheval, Grotte I (MCH, spécimen J7.1.1). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x.**



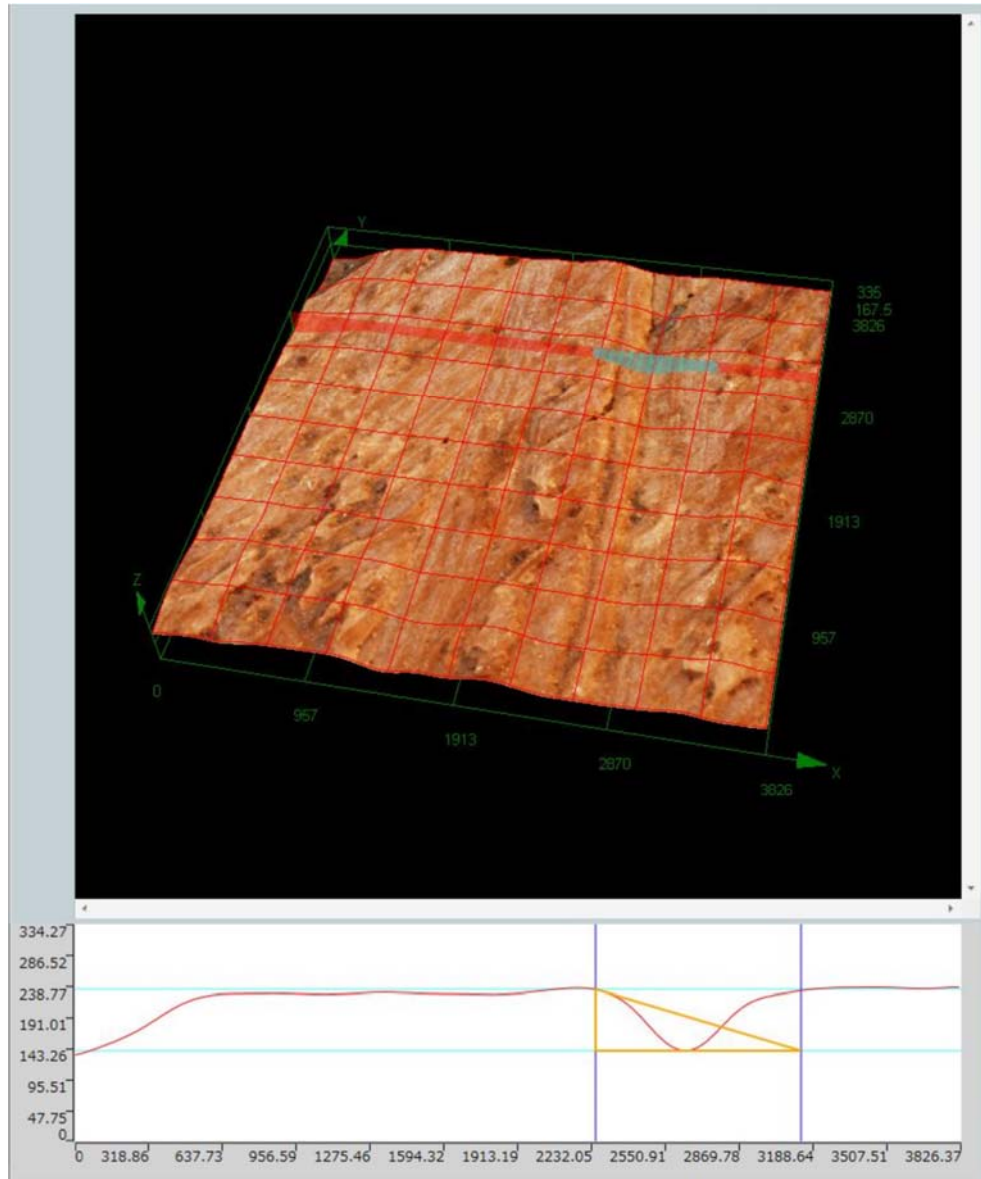
**Annexe 83 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un métatarse de cheval, Grotte I (MCH, spécimen K8.1.13). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x.**



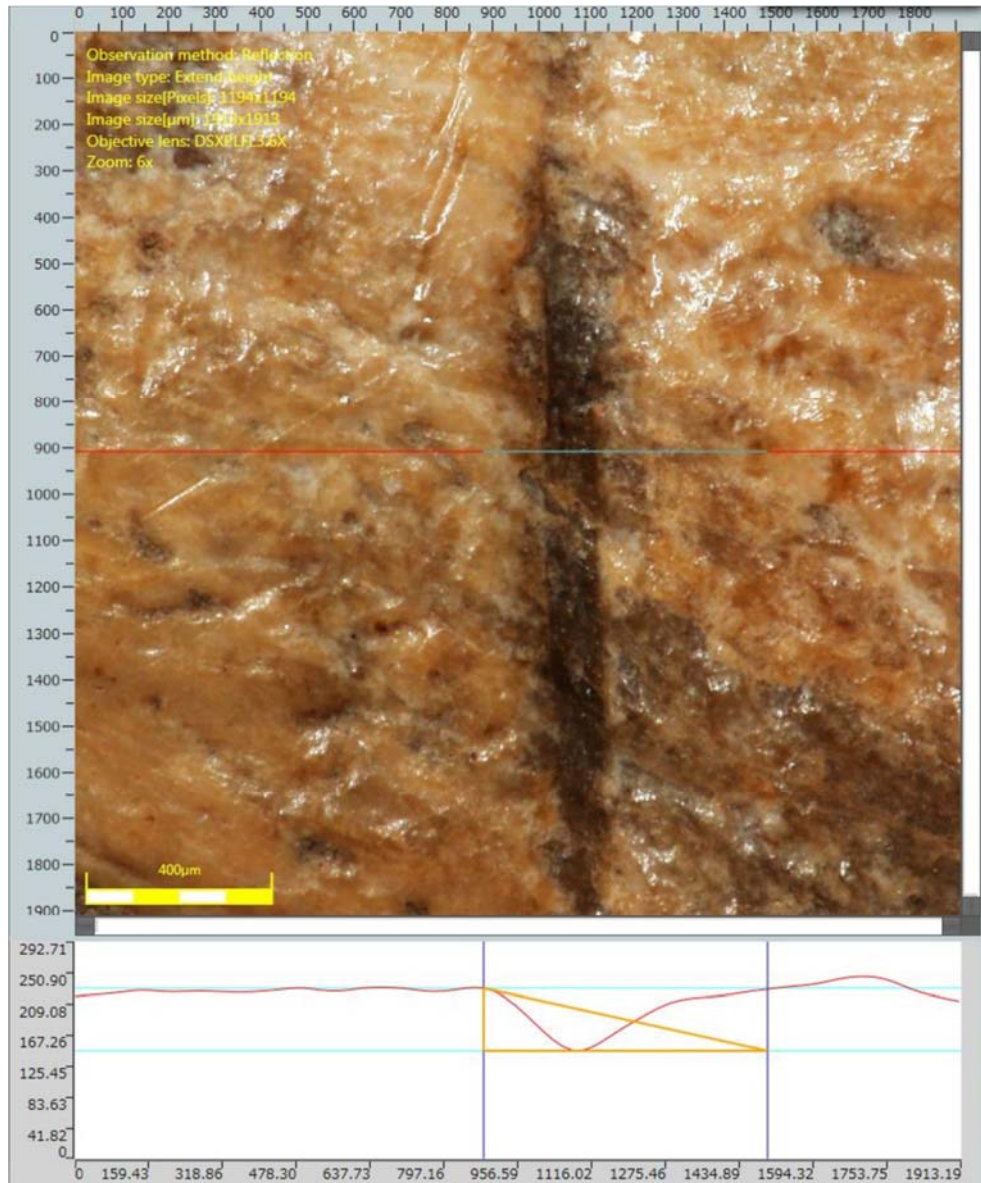
**Annexe 84 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un fragment diaphysaire (cf. tibia de cheval), Grotte I (MCH, spécimen J8.4.7). Objectif : 3.6x ; zoom : 3x ; barre = 1 mm.**



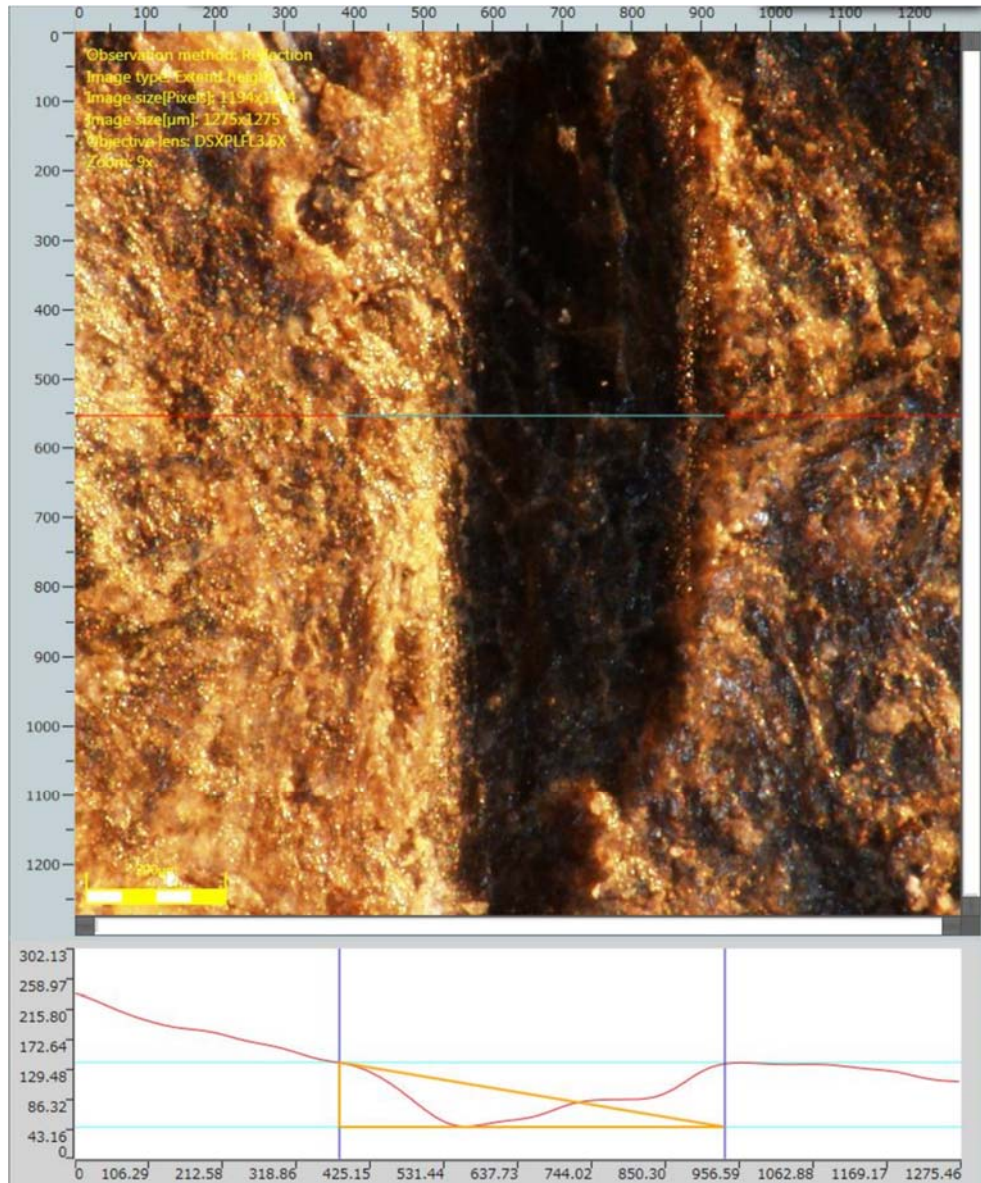
**Annexe 85 : Profil d'une trace de découpe certaine sur une côte d'ongulé de taille moyenne, Grotte I (MCH, spécimen K8.G.48). Objectif : 3.6x ; zoom : 10x ; barre = 200 μm.**



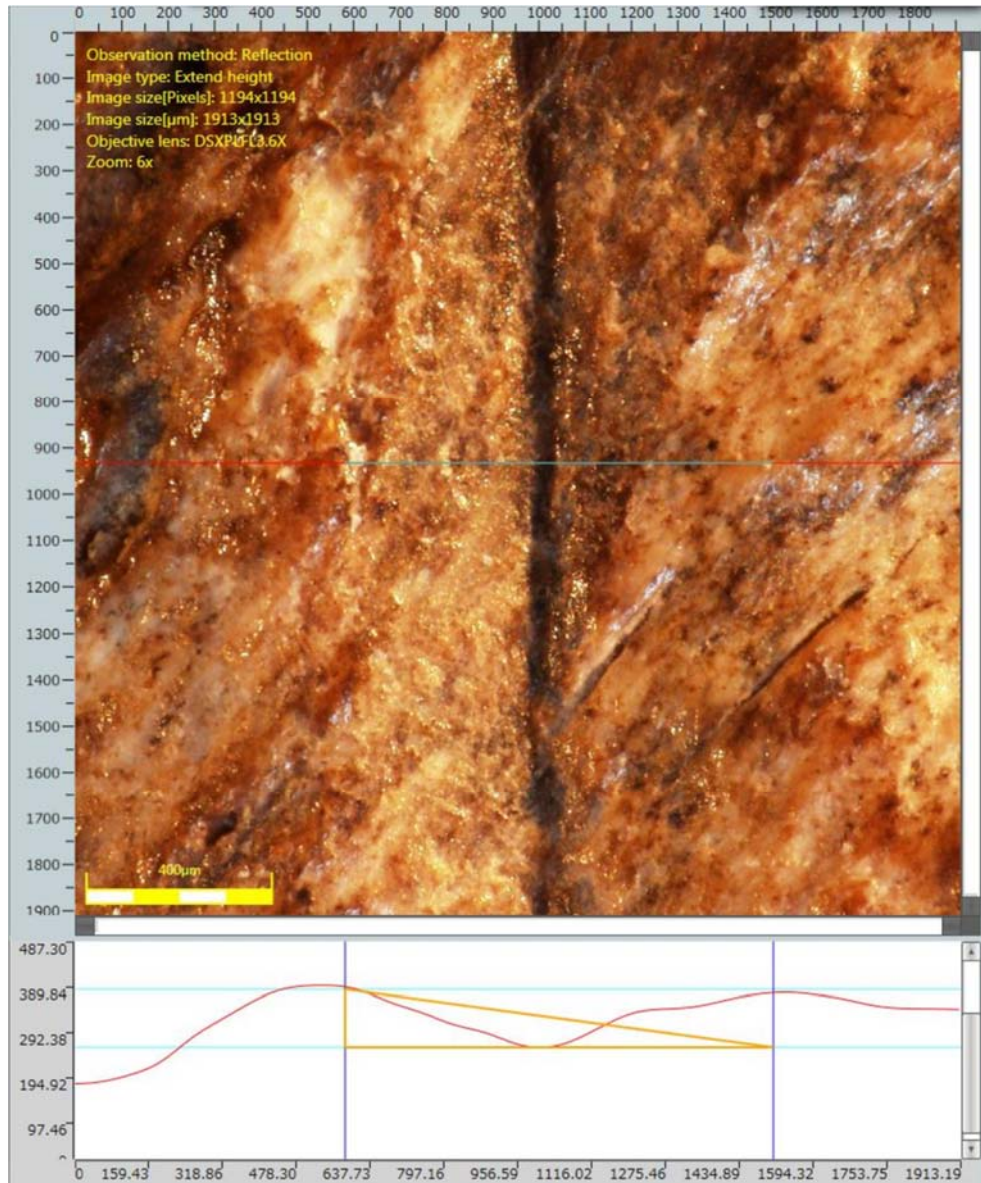
**Annexe 86 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un fragment diaphysaire (cf. wapiti), Grotte I (MCH, spécimen K6.1.20). Objectif : 3.6x ; zoom : 3x.**



**Annexe 87 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un métacarpe de caribou, Grotte I (MCH, spécimen K8.1.27). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x ; barre = 400 μm.**

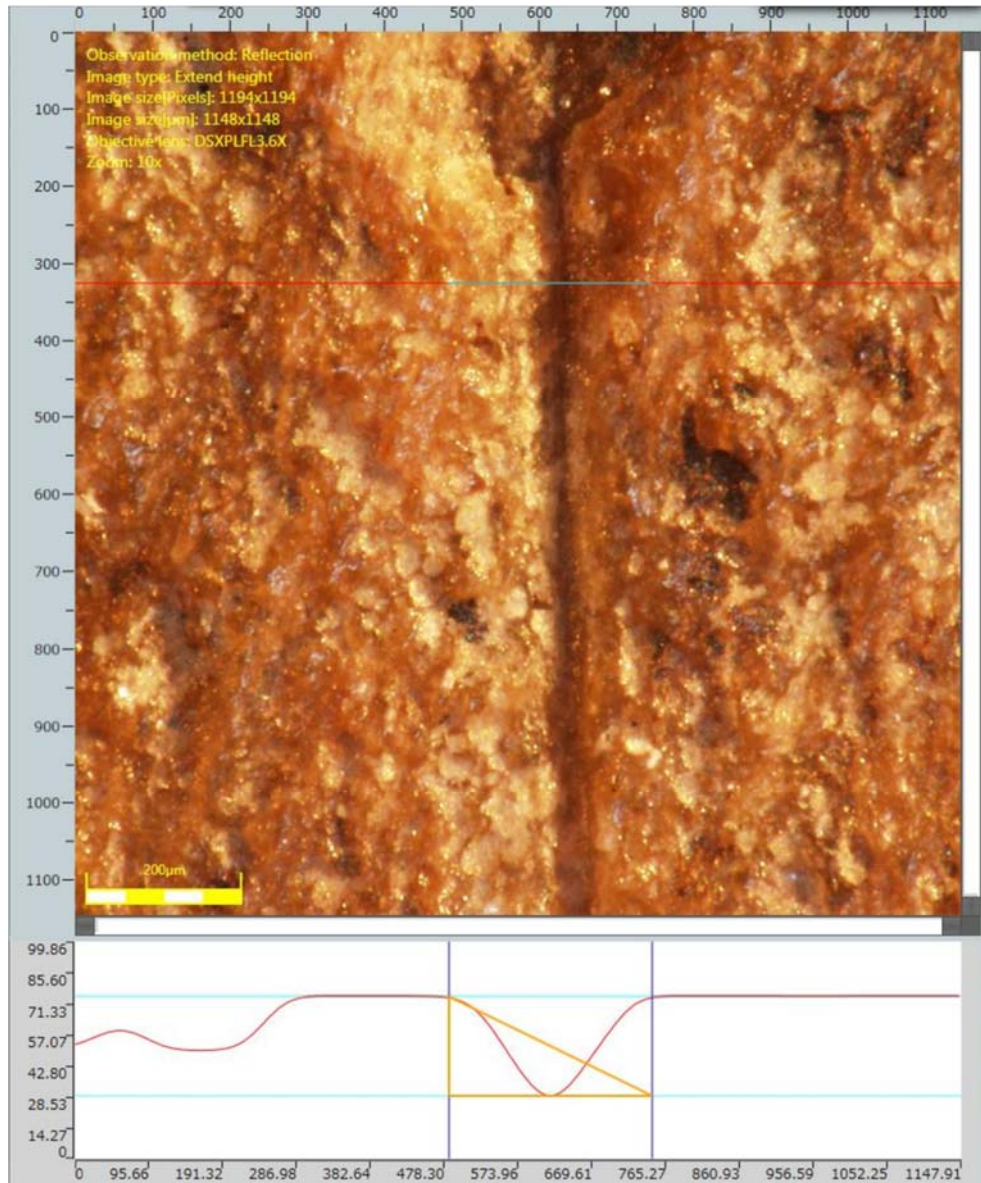


**Annexe 88 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un sésamoïde d'ongulé (cf. caribou), Grotte I (MCH, spécimen H8s.7.3). Objectif : 3.6x ; zoom : 9x ; barre = 200 μm.**

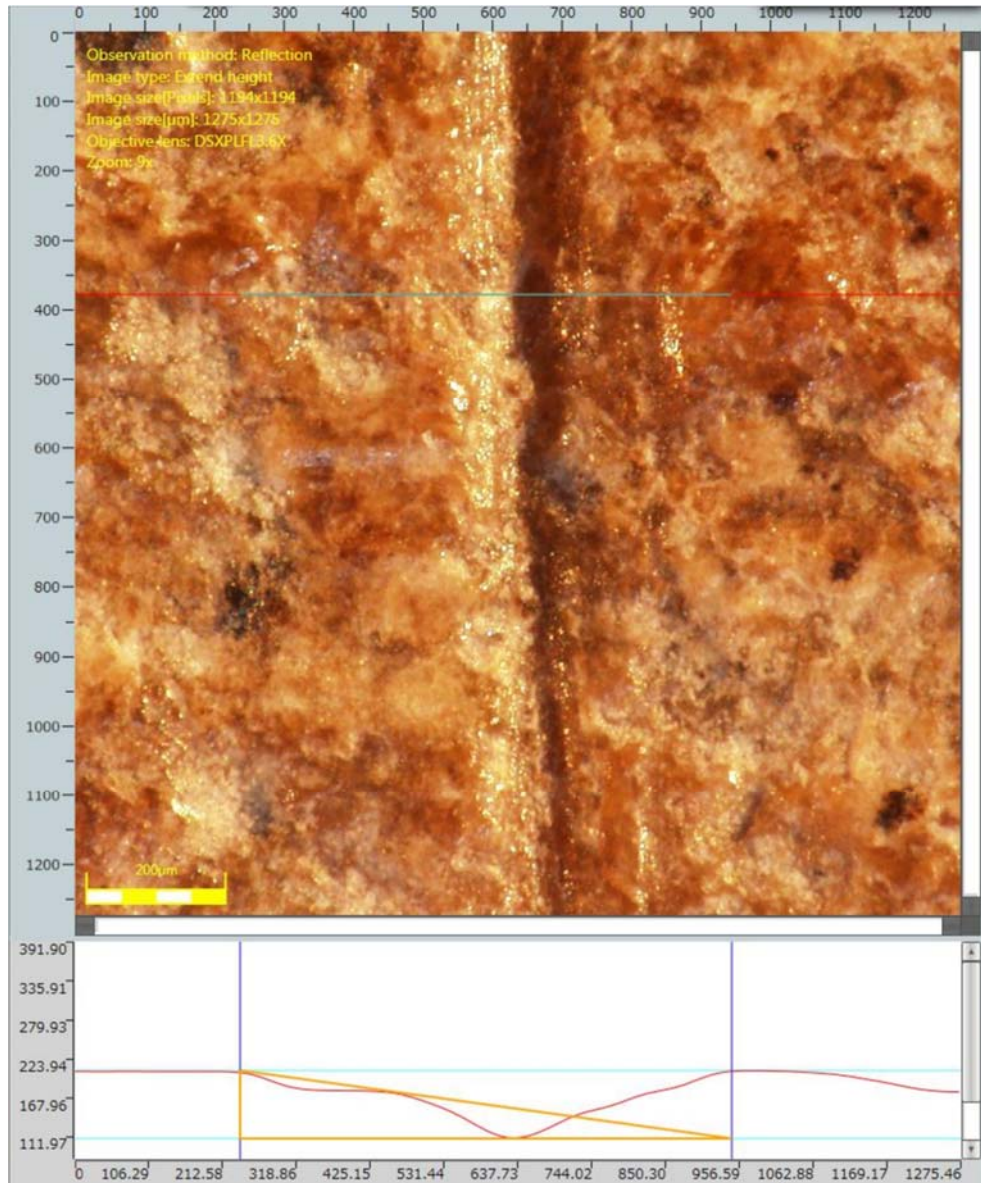


**Annexe 89 : Profil d'une trace de découpe certaine sur une phalange de caribou, Grotte I (MCH, spécimen MRT.VI.1). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x ; barre = 400 μm.**

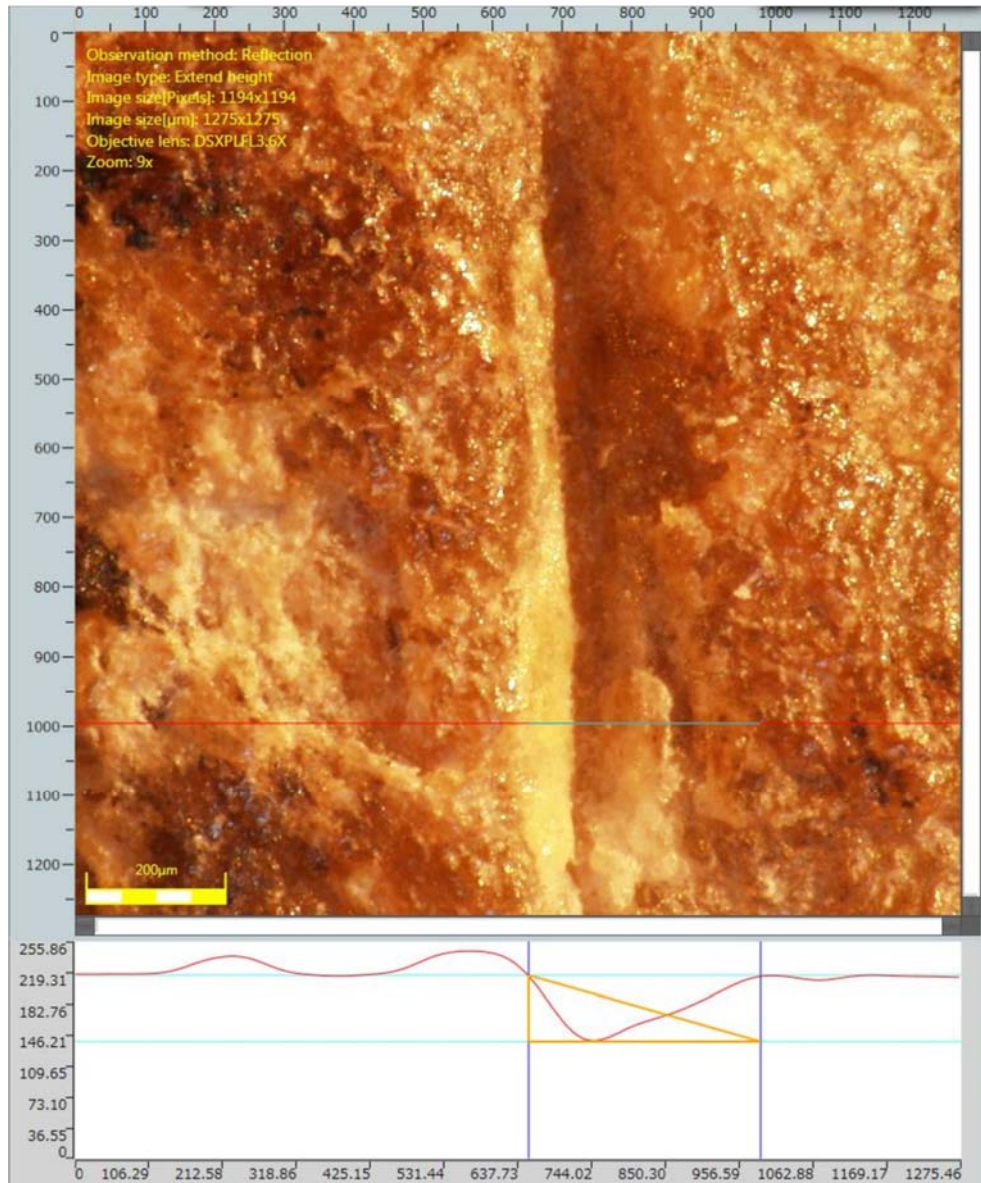




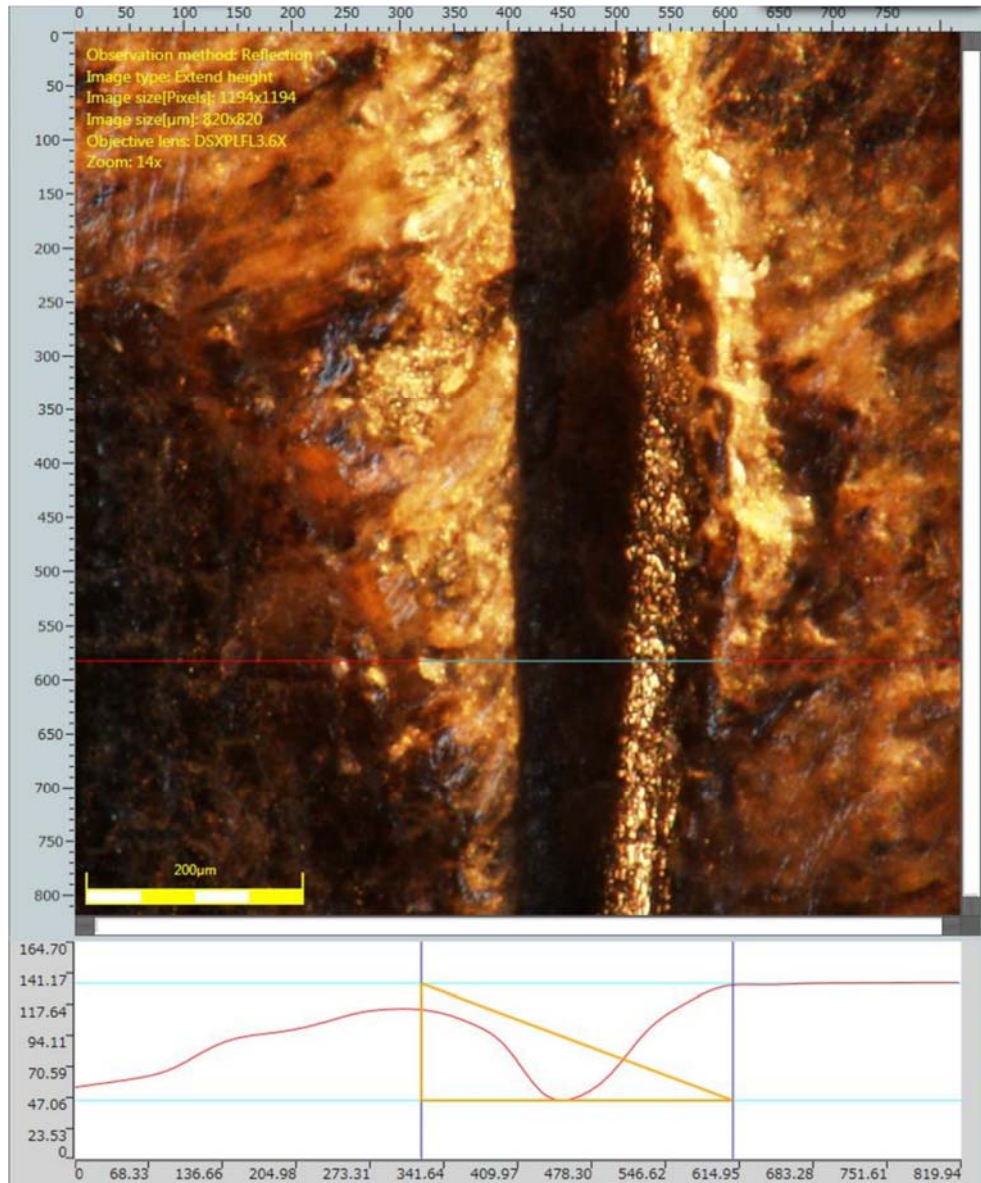
**Annexe 90 : Profil d'une trace de découpe probable sur une phalange de caribou, Grotte I (MCH, spécimen K8.G.19). Objectif : 3.6x ; zoom : 10x ; barre = 200 μm.**



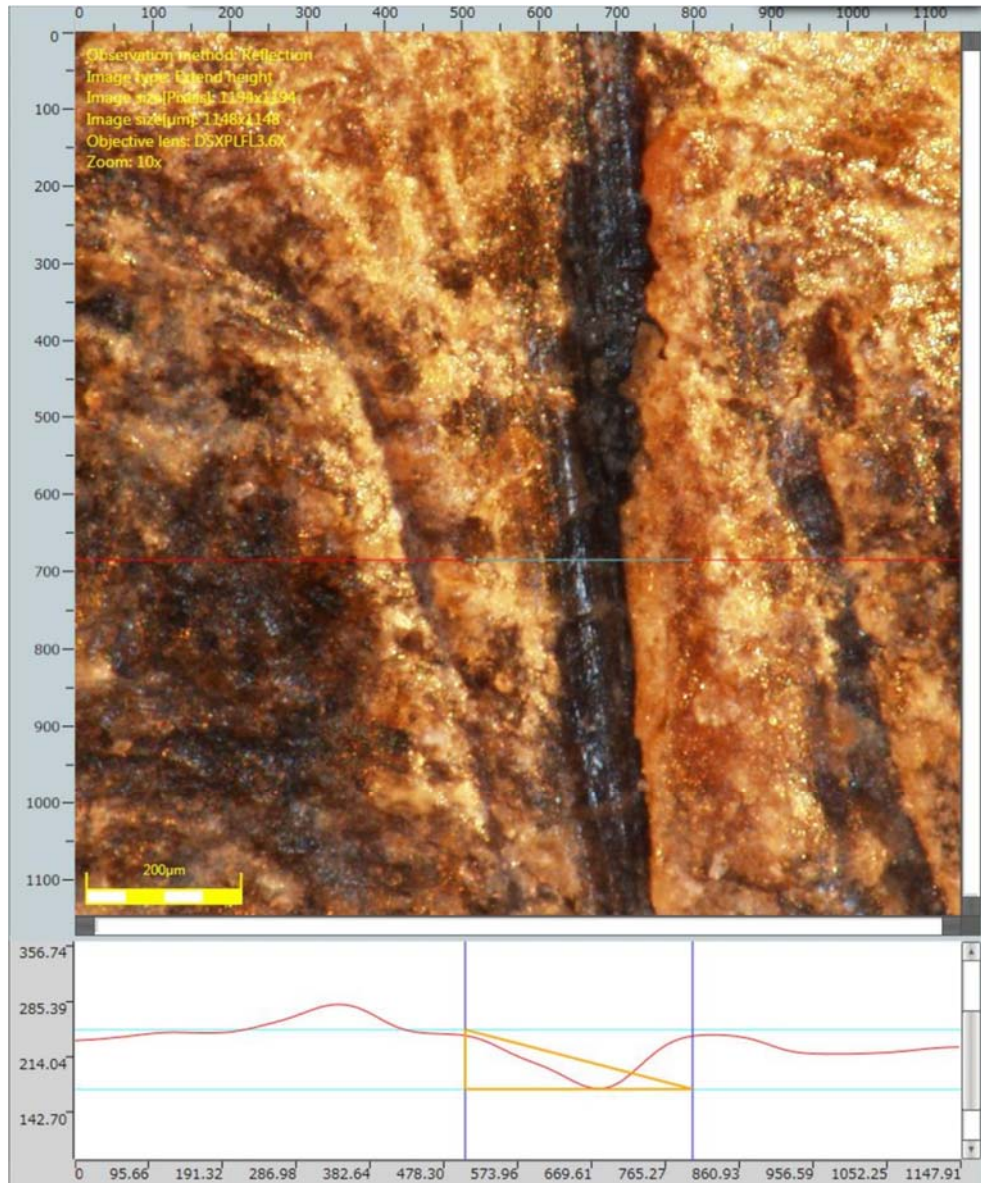
**Annexe 91 : Profil d'une trace de découpe probable sur une phalange de caribou, Grotte I (MCH, spécimen K8.H.47). Objectif : 3.6x ; zoom : 9x ; barre = 200 µm.**



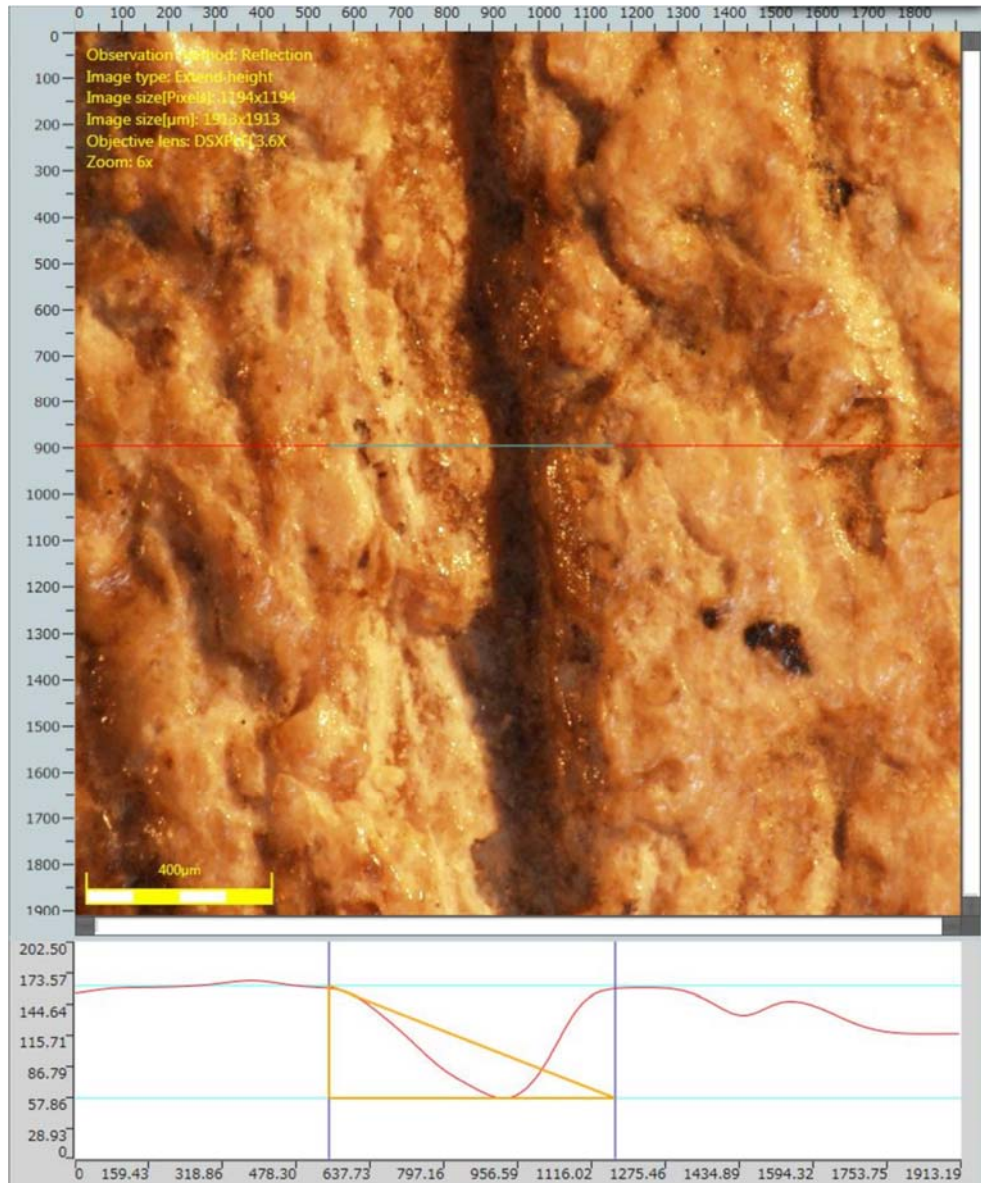
**Annexe 92 : Profil d'une trace de découpe probable sur une phalange de caribou, Grotte I (MCH, spécimen 17.4.4). Objectif : 3.6x ; zoom : 9x ; barre = 200 μm.**



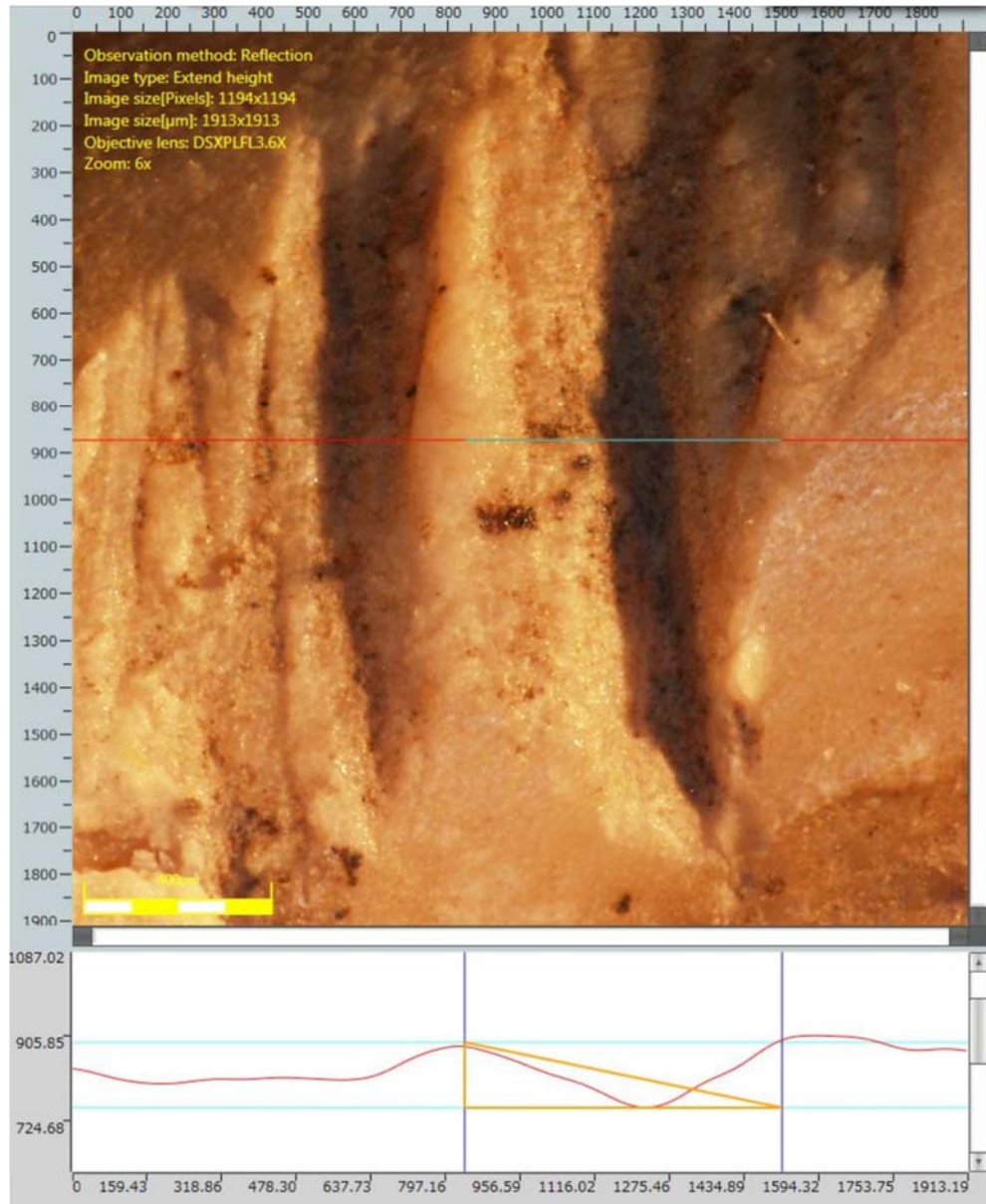
**Annexe 93 : Profil d'une trace de découpe probable sur une phalange de caribou, Grotte I (MCH, spécimen J7.C.19). Objectif : 3.6x ; zoom : 14x ; barre = 200 μm.**



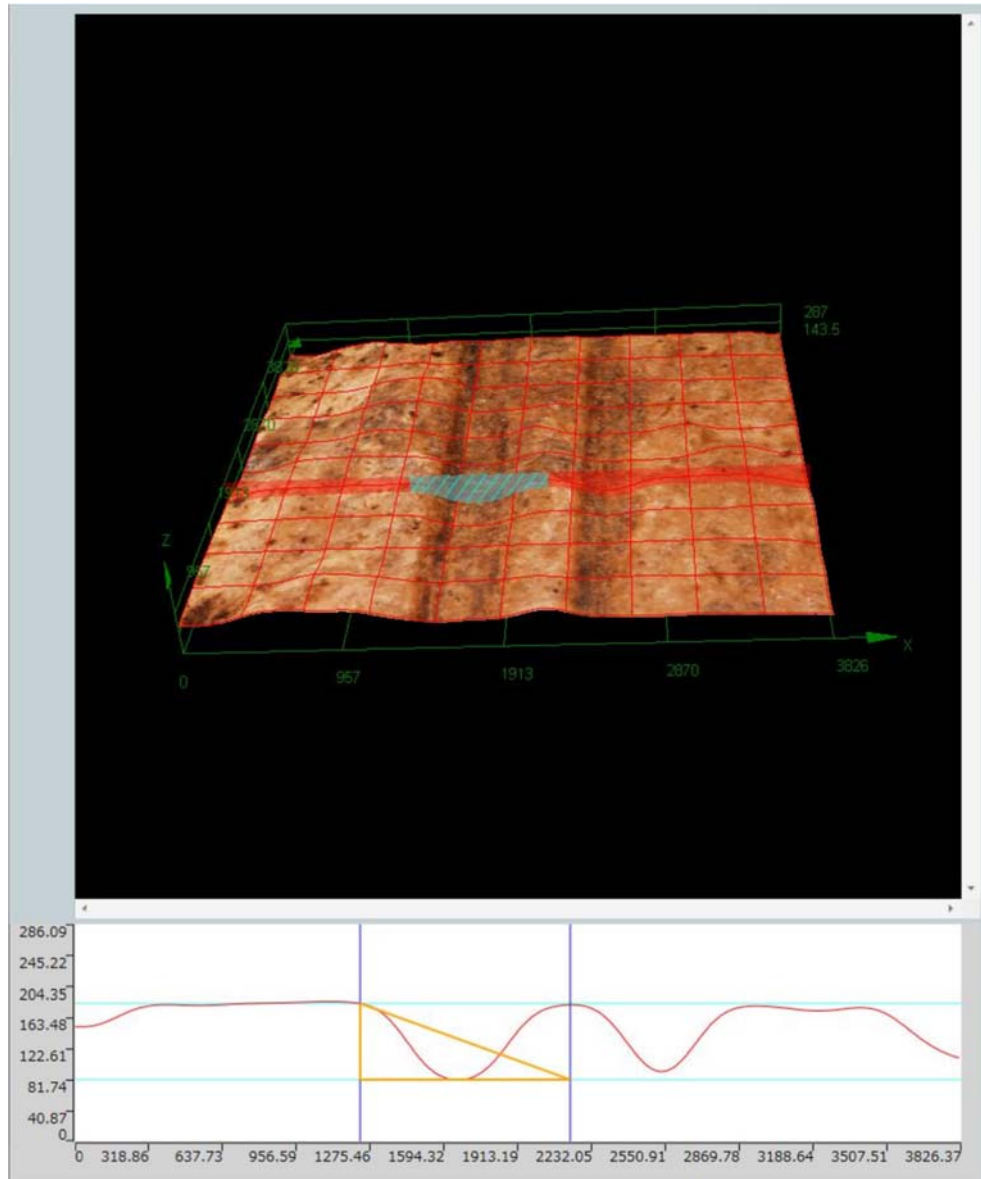
Annexe 94 : Profil d'une trace de découpe probable sur une phalange de caribou, Grotte I (MCH, spécimen 17.1.1). Objectif : 3.6x ; zoom : 10x ; barre = 200 µm.



**Annexe 95 : Profil d'une trace de découpe probable sur un bois de massacre de caribou Grotte I (MCH, spécimens K6.1.23-24). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x ; barre = 400 µm.**

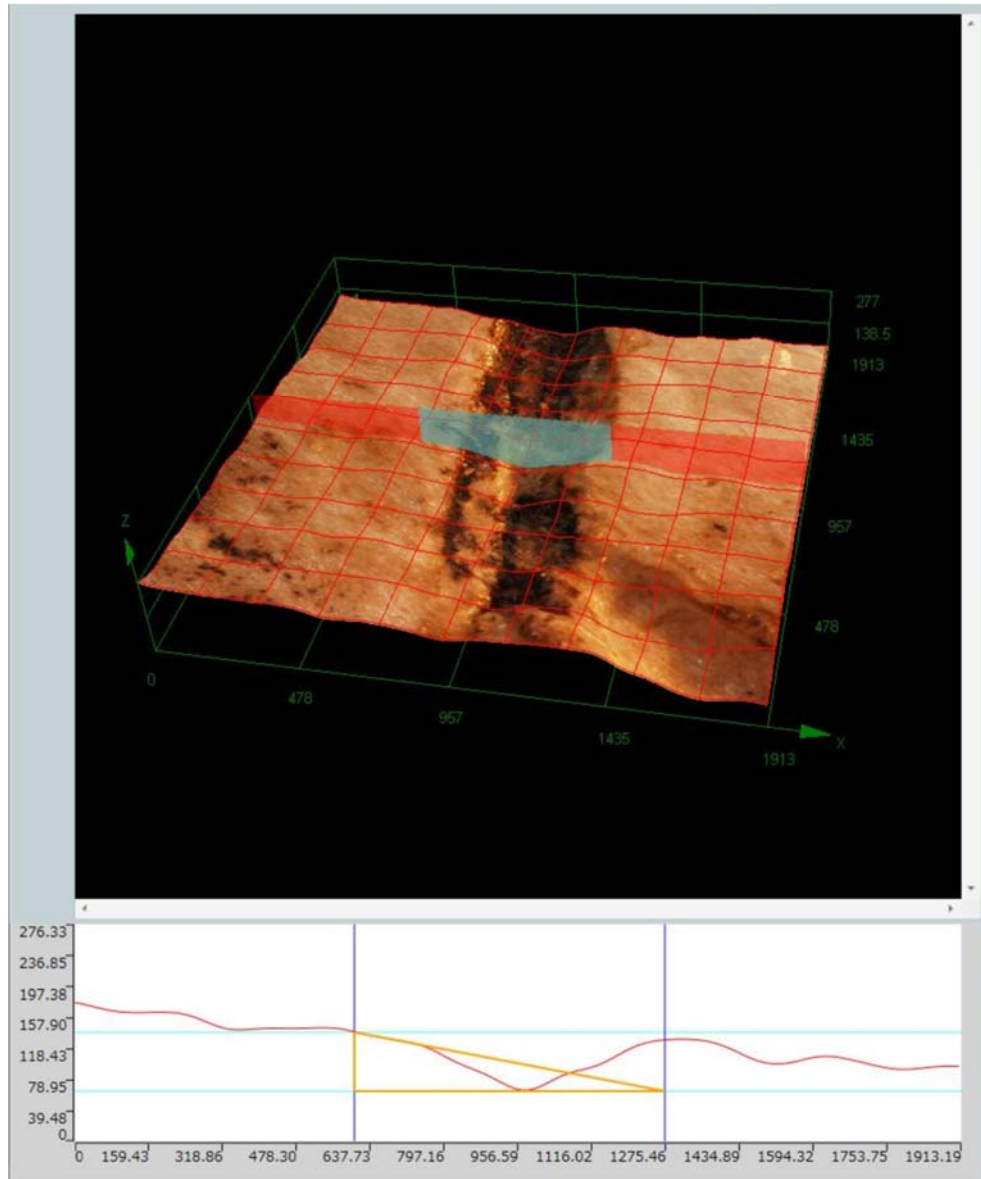


**Annexe 96 : Profil d'une trace de découpe certaine sur une scapula d'oie des neiges, Grotte II (MCH, spécimen E2.4.1) ; identifié par McCuaig-Balkwill et Cinq-Mars (1998). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x ; barre = 400 µm.**

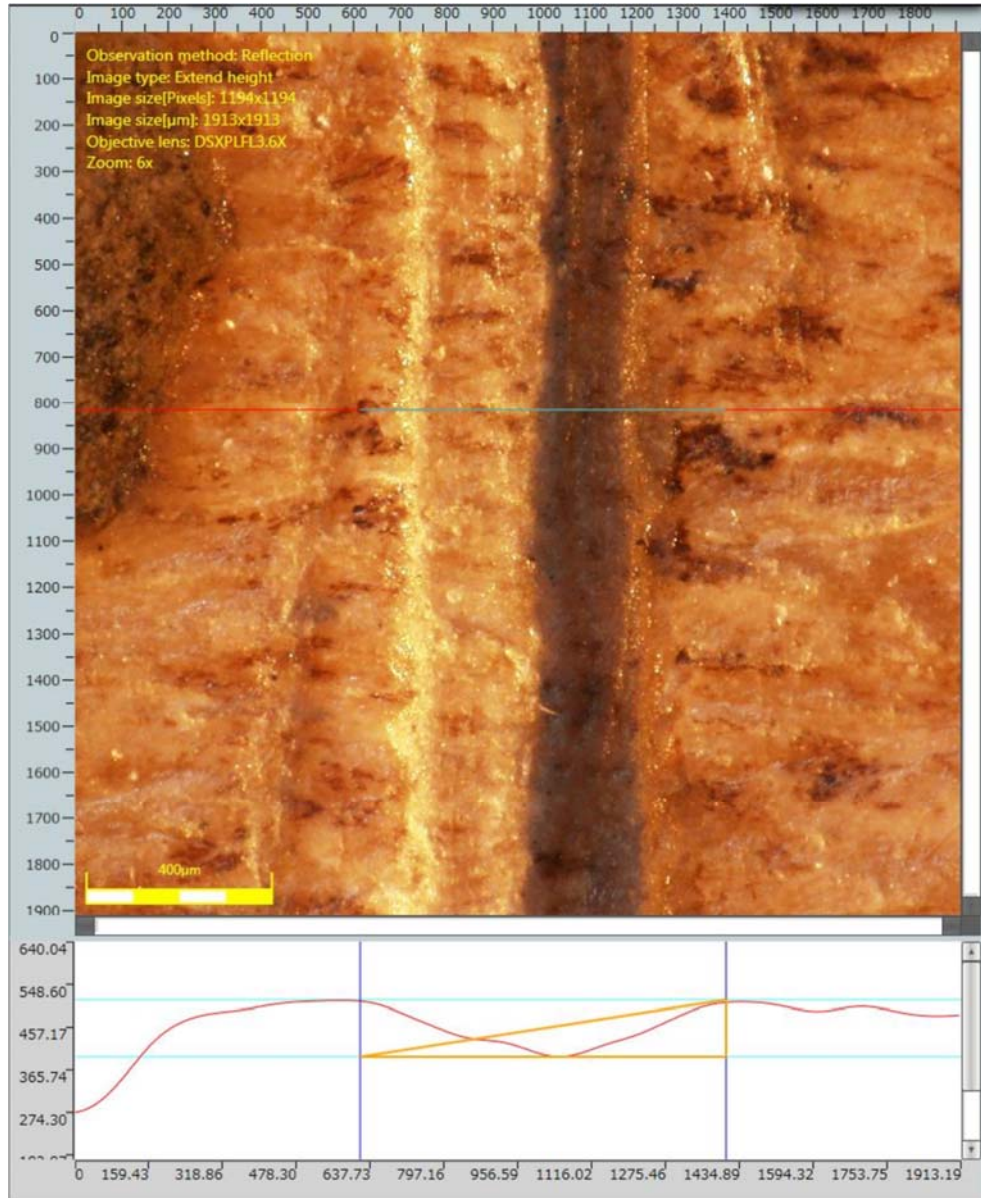


**Annexe 97 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un fragment d'os coxal de caribou, Grotte II (MCH, spécimen I5E.6.5). Objectif : 3.6x ; zoom : 3x.**

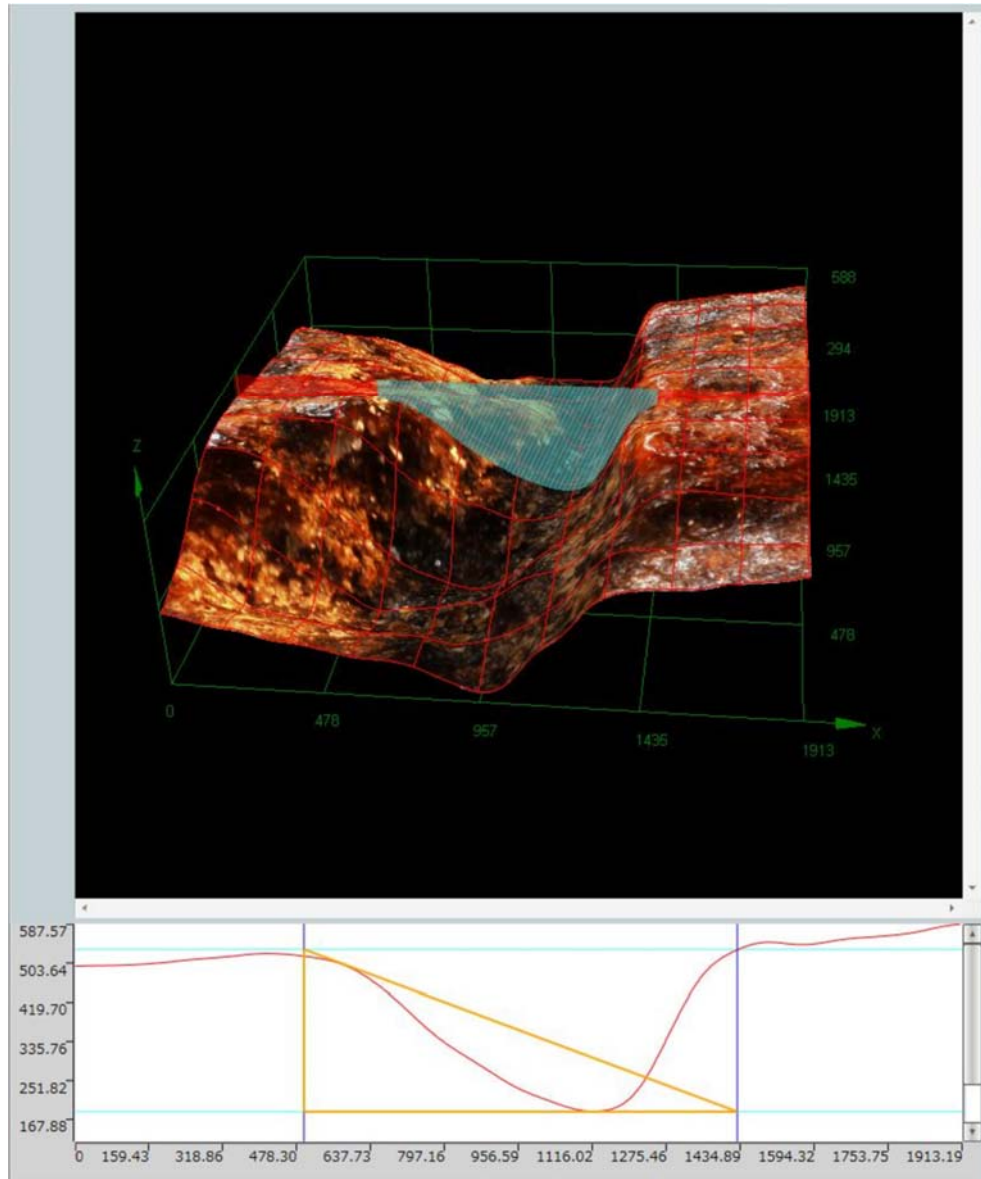




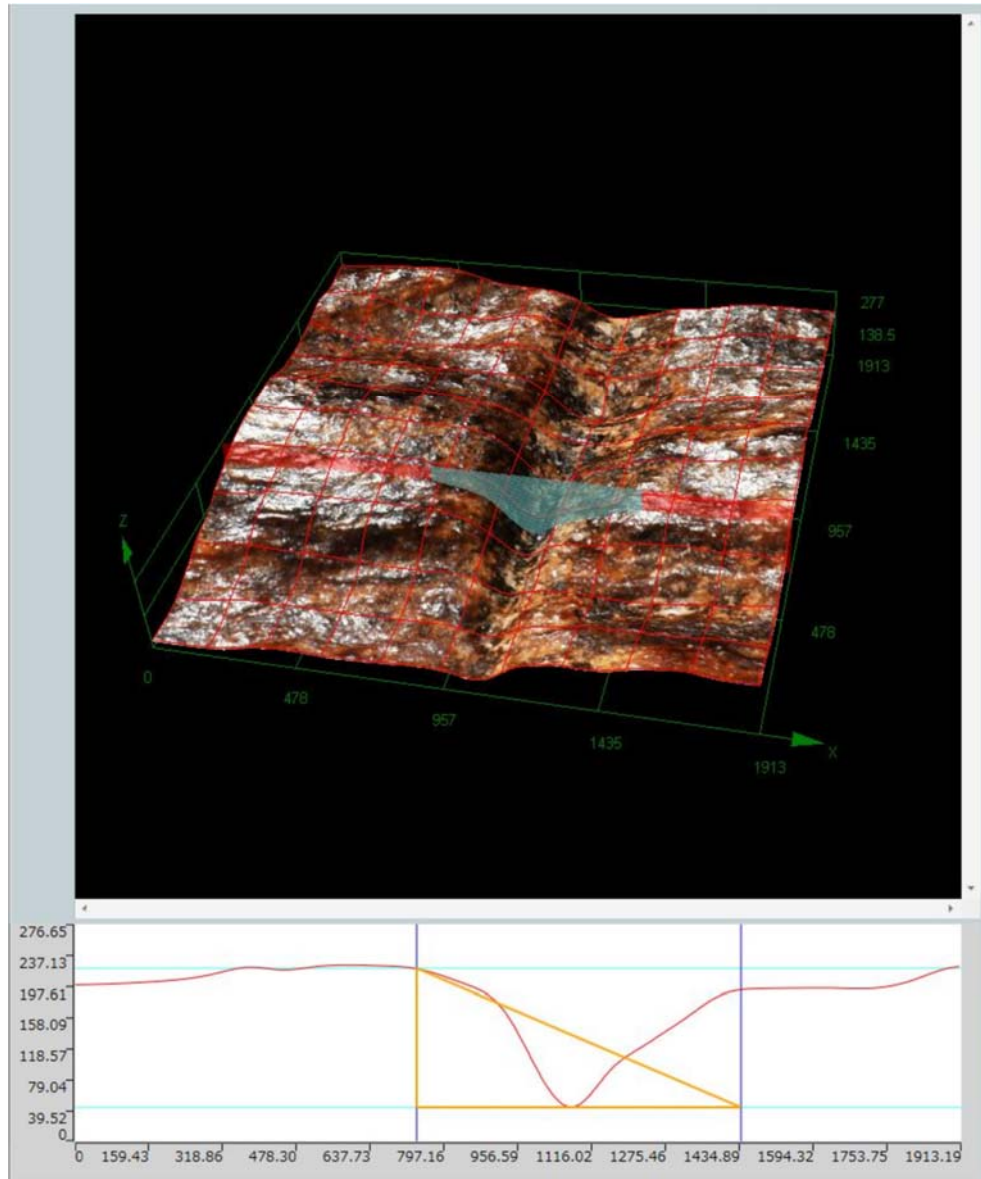
**Annexe 98 : Profil d'une trace de découpe certaine sur une mandibule de cheval, Grotte II (MCH, spécimen J7.8.17). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x.**



**Annexe 99 : Profil d'une trace de découpe certaine sur un radius de caribou, Grotte II (MCH, spécimen I5E.2.2). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x ; barre = 400 µm.**



**Annexe 100 : Profil d'une trace de découpe probable sur un fragment osseux de mammoth, Grotte II (MCH, spécimen H6.3.21). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x.**



**Annexe 101 : Profil d'une trace de découpe probable sur un fragment osseux de mammoth, Grotte II (MCH, spécimen H6.3.21). Objectif : 3.6x ; zoom : 6x.**

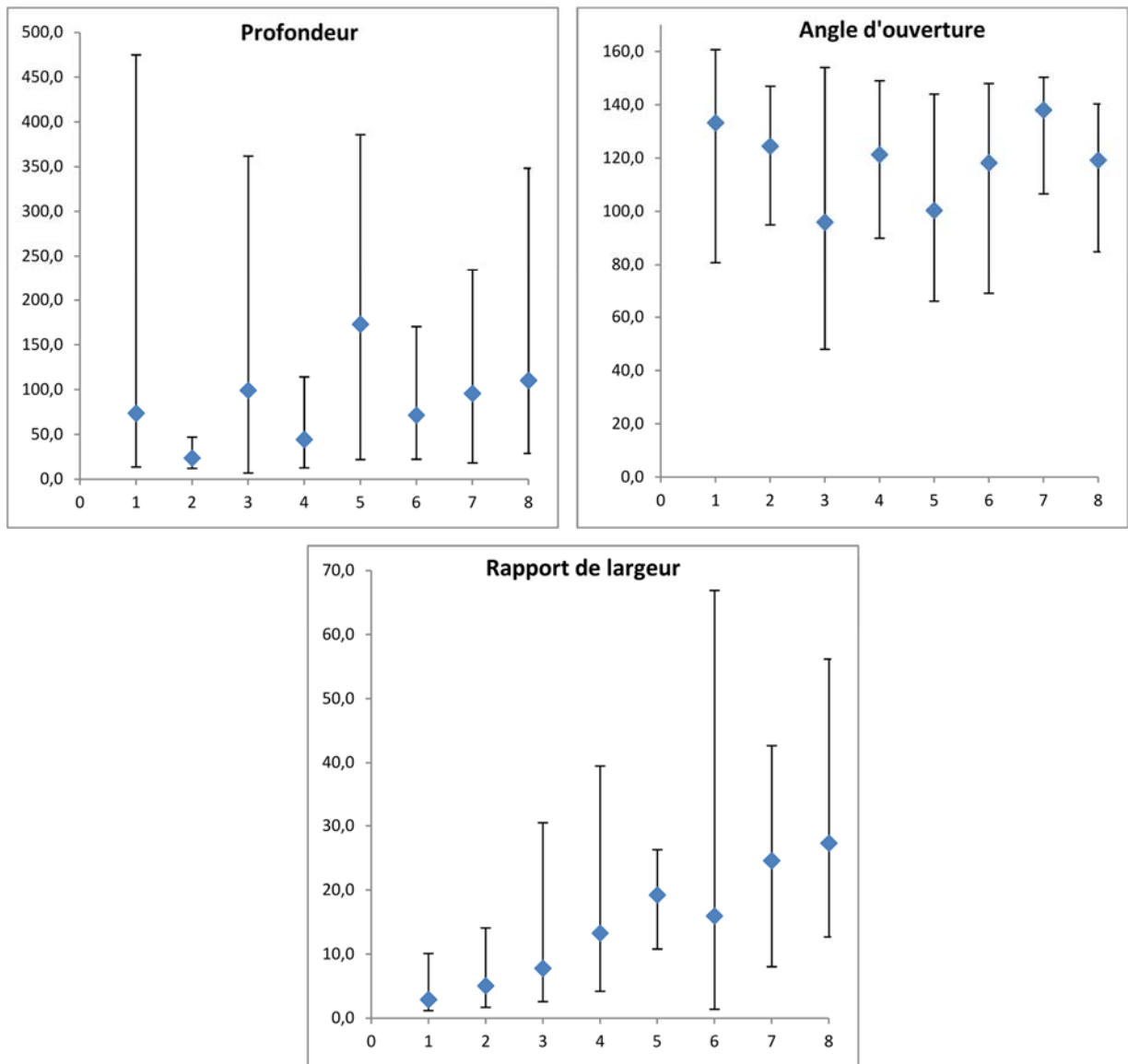
| N° | Profondeur                             | Moy   | Max   | SD+   | Min  | SD-   |
|----|--|-------|-------|-------|------|-------|
| 1  | Carnivore                              | 73,7  | 475,0 | 401,3 | 13,6 | 60,1  |
| 2  | Lame en métal                          | 23,7  | 47,0  | 23,3  | 12,2 | 11,5  |
| 3  | Site Trebbio (Âge du Bronze)           | 99,3  | 362,0 | 262,7 | 7,0  | 92,3  |
| 4  | Eclat en silex                         | 44,4  | 114,3 | 69,9  | 12,7 | 31,7  |
| 5  | Eclat retouché                         | 173,1 | 386,0 | 212,9 | 22,0 | 151,1 |
| 6  | Site Paglicci (Paléolithique)          | 71,6  | 170,5 | 98,9  | 22,3 | 49,3  |
| 7  | Grottes du Poisson-Bleu (certaines)    | 95,8  | 234,7 | 138,9 | 18,3 | 77,5  |
| 8  | Grottes du Poisson-Bleu (potentielles) | 110,4 | 348,4 | 238,0 | 28,8 | 81,6  |

| N° | Rapport de largeur                     | Moy  | Max  | SD+  | Min  | SD-  |
|----|--|------|------|------|------|------|
| 1  | Carnivore                              | 2,9  | 10,1 | 7,2  | 1,2  | 1,7  |
| 2  | Lame en métal                          | 5,1  | 14,1 | 9,0  | 1,7  | 3,4  |
| 3  | Site Trebbio (Âge du Bronze)           | 7,8  | 30,5 | 22,7 | 2,6  | 5,2  |
| 4  | Eclat en silex                         | 13,3 | 39,5 | 26,2 | 4,2  | 9,1  |
| 5  | Eclat retouché                         | 19,2 | 26,3 | 7,1  | 10,8 | 8,4  |
| 6  | Site Paglicci (Paléolithique)          | 16,0 | 66,9 | 50,9 | 1,4  | 14,6 |
| 7  | Grottes du Poisson-Bleu (certaines)    | 24,6 | 42,7 | 18,1 | 8,0  | 16,6 |
| 8  | Grottes du Poisson-Bleu (potentielles) | 27,3 | 56,2 | 28,9 | 12,7 | 14,6 |

| N° | Angle d'ouverture                      | Moy   | Max   | SD+  | Min   | SD-  |
|----|--|-------|-------|------|-------|------|
| 1  | Carnivore                              | 133,3 | 160,7 | 27,4 | 80,8  | 52,5 |
| 2  | Lame en métal                          | 124,5 | 147,0 | 22,5 | 95,0  | 29,5 |
| 3  | Site Trebbio (Âge du Bronze)           | 96,0  | 154,0 | 58,0 | 48,0  | 48,0 |
| 4  | Eclat en silex                         | 121,4 | 149,0 | 27,6 | 90,0  | 31,4 |
| 5  | Eclat retouché                         | 100,4 | 144,0 | 43,6 | 66,0  | 34,4 |
| 6  | Site Paglicci (Paléolithique)          | 118,3 | 148,0 | 29,7 | 69,0  | 49,3 |
| 7  | Grottes du Poisson-Bleu (certaines)    | 138,1 | 150,4 | 12,3 | 106,6 | 31,4 |
| 8  | Grottes du Poisson-Bleu (potentielles) | 119,3 | 140,4 | 21,1 | 84,9  | 34,3 |

**Annexe 102 : Mesures de profondeur, d'angle d'ouverture et de rapport de largeur obtenues sur les spécimens osseux des Grottes du Poisson-Bleu et comparées à des référentiels expérimentaux et archéologiques.**

(1) Carnivore, N = 96, d'après Duches et al. (2016) ; (2) lame en métal, N = 16 ; (3) site paléolithique Trebbio, N = 15 ; (4) éclat en silex, N = 22 ; (5) éclat retouché, N = 5 ; (6) site Trebbio de l'Âge du Bronze, N = 19 ; (7) Grottes du Poisson-Bleu, traces de découpe certaines sur 15 spécimens, N = 23 mesures ; (8) Grottes du Poisson-Bleu, traces de découpe potentielles sur 7 spécimens, N = 11 mesures.



**Annexe 103 : Représentations graphiques des mesures de profondeur, d'angle d'ouverture et de rapport de largeur obtenues sur les spécimens osseux des Grottes du Poisson-Bleu et comparées à des référentiels expérimentaux et archéologiques.**

(1) Carnivore, N = 96, d'après Duches et al. (2016) ; (2) lame en métal, N = 16 ; (3) site paléolithique Trebbio, N = 15 ; (4) éclat en silex, N = 22 ; (5) éclat retouché, N = 5 ; (6) site Trebbio de l'Age du Bronze, N = 19 ; (7) Grottes du Poisson-Bleu, traces de découpe certaines sur 15 spécimens, N = 23 mesures ; (8) Grottes du Poisson-Bleu, traces de découpe potentielles sur 7 spécimens, N = 11 mesures.

*Mammuthus sp.*  
23200 +/- 250 14C BP  
# K5.2.3



8 cm



**Annexe 104 : Nucléus de mammoth (*M. primigenius*) (MCH, spécimen K5.2.3) : (haut) vue dorsale ; (centre gauche) surface externe compacte ; (centre droite) surface interne spongieuse ; (bas) vue ventrale.**