

Introduction

Le mammouth de Baulou, après avoir été exposé au château de Foix dans un cadre qui ne lui permettait pas une mise en valeur suffisante, a connu depuis son remontage, au Parc de Tarascon sur Ariège, un vif succès.

C'est en 2009 que les restes squelettiques du mammouth de Baulou ont été présentés dans un nouveau cadre d'aménagement, incluant le support et le contexte. Une partie de ces ossements a été reconstituée en plus des éléments authentiques restitués. Le squelette axial n'était pas concerné par cette représentation et était donc symbolisé par une structure métallique suggestive et artistique.

Aujourd'hui, la volonté du Conseil Général de l'Ariège est de reconstituer cette partie du squelette.

Nous vous présentons ici les enjeux de cette réalisation, avec l'articulation méthodique qui s'effectue entre les différents acteurs actifs au sein de ce projet, pour une lecture scientifique et accessible du rôle de cet animal emblématique support d'informations vulgarisées. Notre objectif est de définir ce cadre et d'y apporter des données paléontologiques nécessaires et justifiées quant à la validité du discours scientifique.

Concernant l'aspect paléontologique, les spécificités morphologiques du squelette axial du mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*) sont décrites, à partir notamment des spécimens fossiles du mammouth de Vollossovitch, seul mammouth sibérien présent dans les collections françaises, conservé au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris. Les contraintes de réalisation liées aux dimensions exceptionnelles du mammouth de Baulou sont abordées. En effet il s'agit du spécimen le plus imposant de cette espèce en France. Cela a conduit à s'appuyer également sur l'éléphant indien actuel (*Elephas maximus*), en particulier un ancien pensionnaire, nommé Siam, de la ménagerie du Muséum National d'Histoire Naturelle.

Enfin nous décrivons quelles sont les techniques de reconstitution utilisées par les artistes animaliers, qui ont pour objectif d'aboutir à une représentation réaliste d'un spécimen paléontologique.

Sommaire

<u>INTRODUCTION.....</u>	<u>1</u>
<u>I- PRESENTATION DU PROJET DE RESTITUTION.....</u>	<u>3</u>
1- LES ACTEURS	3
2- LES OBJECTIFS	5
3- LES PARTIES SQUELETTIQUES CONCERNEES	5
<u>II- MORPHOLOGIE DU SQUELETTE AXIAL DU MAMMOUTH LAINEUX ET DE L'ELEPHANT D'ASIE</u>	<u>7</u>
1- CARACTERES GENERAUX.....	7
2- CHOIX DU SPECIMEN DE REFERENCE POUR LE MAMMOUTH LAINEUX.....	9
3- CHOIX DU SPECIMEN DE REFERENCE POUR L'ELEPHANT D'ASIE	11
4- MORPHOLOGIE DES VERTEBRES	12
5- MORPHOLOGIE DES COTES.....	21
6- MORPHOLOGIE DU STERNUM	23
<u>III- LES TECHNIQUES DE RECONSTITUTION</u>	<u>23</u>
1- METHODE DU MOULAGE.....	23
2- METHODE DE LA SCULPTURE	24
3- LES PIECES RESTITUEES	25
<u>CONCLUSION.....</u>	<u>27</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>28</u>
<u>LISTE DES FIGURES.....</u>	<u>30</u>
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	<u>32</u>

I- Présentation du projet de restitution

(L. Demay, A.-M. Albertin)

1- Les acteurs

Lors de travaux sur la voie ferrée reliant Foix à Saint-Girons, entre la portion Baulou-Cadarcet les ouvriers découvrent, le 5 février 1901, un animal fossile dans la tranchée de Juncas. Des fouilles ont eu lieu du 6 février au 14 février 1901, afin de dégager le squelette. Plusieurs ossements ont pu être détruits au moment des travaux. Cette découverte a été mentionnée par le professeur Léon Bertrand, directeur du laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Toulouse. Le Ministère des travaux publics donne les ossements de l'animal au Musée départemental de l'Ariège. Émile Cartailhac, préhistorien français ayant notamment travaillé sur l'art préhistorique et apporté de nombreuses contributions au Muséum de Toulouse, a identifié ce fossile comme étant les restes d'un mammouth. Gaston Astre, géologue et spécialiste des faunes, a établi un premier rapport paléontologique en 1929, le décrivant comme un mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*). Eugène Trutat, qui fut le premier conservateur du Muséum de Toulouse, puis directeur, vient de prendre sa retraite à Foix, lors de la découverte du fossile. Il s'y intéresse, en vue d'engager un projet de restauration et de reconstitution du mammouth, mais il meurt en 1910. La Première Guerre mondiale empêche tout aboutissement du projet, qui sera repris en 1921. C'est Philippe Lacomme, restaurateur au Muséum de Toulouse, qui réalise la restauration et le montage en 1930, avec l'aide de Gaston Astre, géologue reconnu, qui a réalisé l'étude paléontologique du mammouth de Baulou en 1929, et qui deviendra conservateur du Muséum de Toulouse en 1942. Le mammouth de Baulou est installé en 1932 dans une salle voutée du château de Foix. Il est alors présenté dans une posture anatomique adaptée au contexte architectural. Il est démonté en 1989 par le Muséum de Toulouse, sous la direction des conservateurs Francis Duranthon et Pierre Dalous. Il est présenté en 1990 à l'exposition « Les Mammifères fossiles du Quaternaire dans les Pyrénées ». Il est à nouveau démonté à la clôture de l'exposition et intègre les réserves du Musée départemental, alors situées à Saint-Lizier. Les réserves et le fossile sont déplacés en 2007, dans un nouveau bâtiment, à Saint-Girons.

En 2008, au Parc de la Préhistoire à Tarascon, géré par le Service d'Exploitation des Sites Touristiques de l'Ariège (SESTA), le Conseil général de l'Ariège décide de procéder à la réalisation d'un espace permettant d'accueillir des expositions sur la préhistoires avec des prêts d'œuvres et collections d'objets « Musée de France » ; ce projet s'inscrit dans le cadre du redéploiement des collections du Musée départemental de l'Ariège sur plusieurs sites lui appartenant.

Le rapport, réalisé par G. Astre en 1929, a été repris et complété lors d'une étude paléontologique menée en 2009 à Saint-Girons, par Stéphane Péan, Maître de conférence au MNHN de Paris, Jean-Pierre Leroy, préhistorien et restaurateur, et Laëtitia Demay étudiante en archéologie (Demay, Péan, 2009). Cet individu rattaché à l'espèce *Mammuthus primigenius* (mammouth laineux) est identifié comme un jeune

adulte mâle de 20-30 ans, ayant vécu à la fin du Pléistocène moyen ou durant le Pléistocène supérieur, soit entre 200 000 ans et 10 000 ans B.P..

La reconstitution s'est faite en deux temps :

- en 2009, elle concerne les ceintures et les os longs manquants.
- en 2012, elle concerne le squelette axial.

La reconstitution des éléments osseux est réalisée à partir de matériaux sélectionnés par des artistes animaliers, habitués de la sculpture, du modelage ou du moulage, représentés ici par Gilles Nicolas, sculpteur et plasticien, Denis Leclair, scénographe et plasticien, ainsi que Stéphane Barret, sculpteur, plasticien et scénographe. Il s'agit également de personnes ayant une connaissance accrue des comportements, des postures et de la physiologie des espèces animales. C'est une part de cette restitution réaliste, accompagnée d'un soupçon d'interprétation personnelle et humaine qui va donner une vie propre à ce spécimen exposé.

Cette reconstitution a été réalisée sous la direction d'Anne-Marie Albertin, conservateur du Musée départemental de l'Ariège. Ce service gère les collections, qu'il s'agisse de leur conservation, leur restauration, leur enrichissement, des recherches scientifiques associées et de leur mise en valeur. L'objectif général est de restituer le patrimoine mobilier et les informations scientifiques. Le mammouth de Baulou rattaché aux collections du Musée départemental de l'Ariège dans la section du Muséum d'Histoire Naturelle, fait actuellement partie des collections : « Musées de France ».

Sur le site du Parc de la Préhistoire, ce spécimen aux grandes proportions trouve place dans cet espace d'exposition suffisamment vaste. Le Service d'Exploitation des Sites touristiques d'Ariège (SESTA), dont le directeur est Pascal Alard, assure l'accueil du public et la mise en place des activités pédagogiques accompagnant les différents événements culturels autour de la préhistoire.

Actuellement, le mammouth de Baulou est présenté dans le cadre de l'exposition « L'art des origines, l'origine de l'art ? », sous la direction de Carole Fritz, chercheur CNRS au Laboratoire TRACE de l'Université de Toulouse 2 Le Mirail et responsable du CREAP (Centre de Recherche et d'Études sur l'Art Préhistorique), en co-direction avec A.-M. Albertin. Gilles Tosello est chargé de la reproduction d'éléments de grottes ornées et de l'organisation du parcours.

Cette exposition met ainsi en valeur la présentation scientifique et pédagogique du mammouth de Baulou.

2- Les objectifs

De nombreux gisements fossilifères contenant des ossements de mammouths ont été découverts en France, notamment la Sablière de Tourville-la-Rivière et l'Aven de Romain-la-Roche. Les squelettes de mammouth (*Mammuthus primigenius* ou *Mammuthus intermedius*) connus, quasi complets, sont relativement rares. Parmi ceux-ci nous connaissons le mammouth de Choulans (Camaret et *al.*, 2011), le mammouth de l'Aa (Pontier, 1913) et le mammouth de Baulou.

Le squelette du mammouth de Baulou s'est d'abord inscrit dans un travail de restauration visant à restituer ses dimensions en 3D, tout en envisageant dans une phase ultérieure, les possibilités de reconstituer la colonne vertébrale et la cage thoracique. La structure métallique supportant le squelette avait été réalisée en prévision de cette éventualité.

La restitution de la partie axiale est une forte demande de la part de l'équipe de la SESTA, face à quelques difficultés de repérage et de compréhension du squelette de la part du public. Le Conseil Général de l'Ardèche a donc décidé de financer la reconstitution des vertèbres, ainsi que des côtes qui vont venir compléter les vestiges du squelette déjà exposés. Cette deuxième phase a pu être menée à bien grâce à la collaboration gracieuse de Jacques Cuisin, responsable de la gestion des collections mammifères au Muséum national d'Histoire Naturelle de Paris, qui a autorisé la copie des éléments manquants à partir du squelette de l'éléphant Siam.

Les différentes nuances des éléments constitutifs du squelette permettent de distinguer les éléments osseux originaux de ceux qui ont été moulés et/ou sculptés. Il est dans la volonté du responsable d'opération d'apporter une fidélité anatomique à la reconstitution de cette partie squelettique, tout en faisant bien la différence entre les ossements authentiques et les parties créées par l'artiste animalier.

Le mammouth de Baulou est un exemple du travail de restauration et de reconstitution scientifique. Ce spécimen est utilisé comme intermédiaire de lecture à la problématique de l'animal, comme support d'expression artistique. Il permet également d'aborder le thème de l'environnement paléolithique et les relations homme-animal au cours de la Préhistoire.

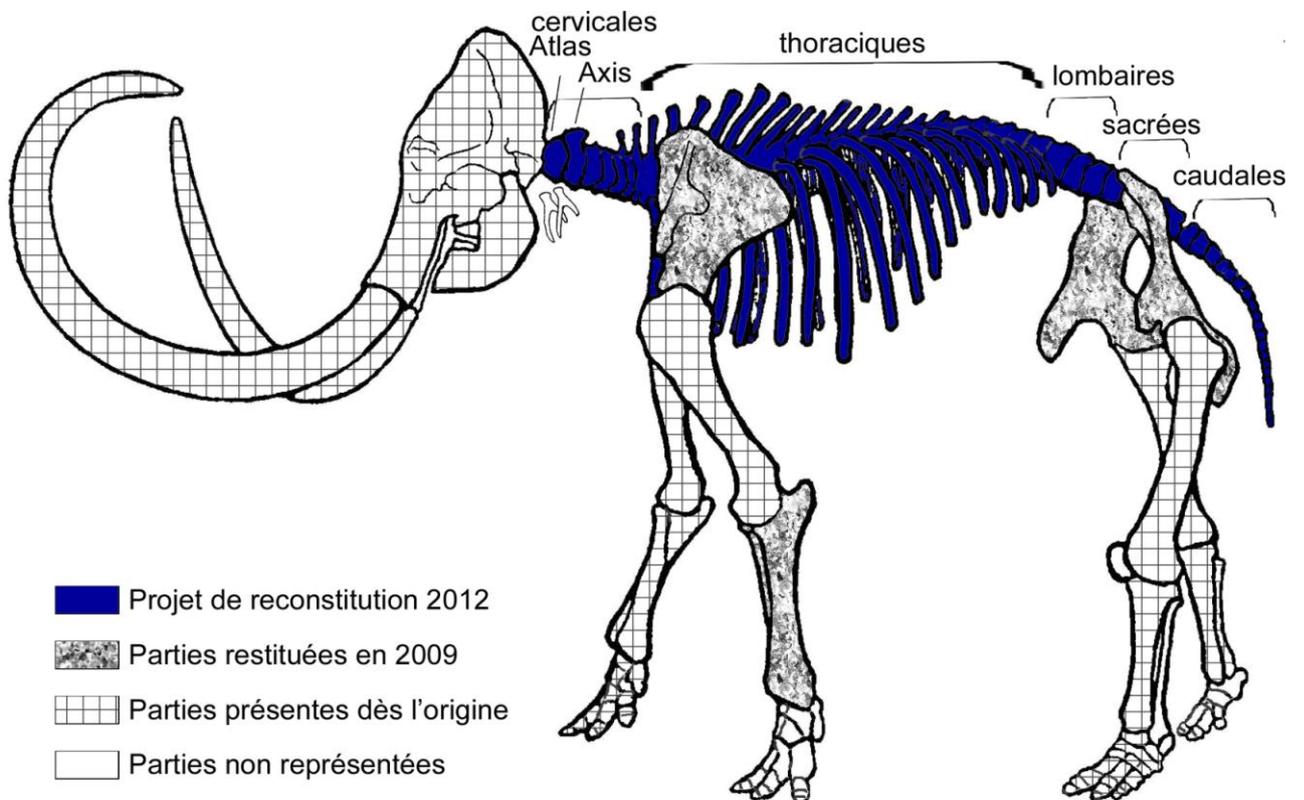
3- Les parties squelettiques concernées

Lors de la découverte du mammouth de Baulou en 1901, les éléments osseux présents étaient : le crâne avec quatre jugales, la mandibule avec deux jugales, des fragments d'ivoire des défenses, les humérus gauche et droit, les ulna et les radius droits, la main droite, les fémurs gauche et droit, les tibia gauche et droit, la fibula droite, et le pied gauche (Demay, Péan, 2009). Des fragments de côtes ont été observés par Astre (1928), ainsi qu'un fragment de la partie inférieure d'une scapula. Il s'agit d'un individu adulte mâle de mammouth laineux (espèce *Mammuthus primigenius*) âgé de 20-30 ans. Lors de la reconstitution de 2009, plusieurs éléments des ceintures thoraciques et pelviennes (scapula gauche et bassin complet) et des membres (ulna et radius gauches) ont été complétés (**Figure 1**). Le squelette axial, soit toute la partie

vertébrale et thoracique du squelette post-crânien, qui était absente lors de la découverte, fait donc l'objet du nouveau projet de reconstitution (**Figure 2**).



Figure 1 Reconstitution du mammoth de Baulou (en 2009), au Parc de Tarascon-sur-Ariège.



Mammuthus primigenius
 squelette de Borna (Allemagne)
 modifié d'après Abel 1925 in Osborn 1942 (fig. 998)

Figure 2 Les parties anatomiques du mammoth de Baulou.

Le travail de restitution s'appuie sur des modèles de référence anatomique, à partir de données acquises sur différents spécimens de la famille des Éléphantidés, à laquelle appartient le mammouth laineux. La reconstitution du mammouth de Baulou s'appuie en particulier sur deux modèles : tout d'abord le squelette du mammouth de Vollossovitch, un mammouth laineux, puis celui de l'éléphant Siam, un éléphant d'Asie, tous les deux conservés au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris. Les caractéristiques morphologiques du squelette axial du mammouth laineux et de l'éléphant d'Asie et le fondement des choix de références anatomiques sont développés ci-dessous.

II- Morphologie du squelette axial du mammouth laineux et de l'éléphant d'Asie

(L. Demay, S. Péan)

La famille des Éléphantidés, qui appartient elle-même à l'ordre des Proboscidiens, réunit plusieurs espèces : fossiles comme le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*) ou l'éléphant antique (*Palaeoloxodon antiquus*) ; et actuelles qui sont limitées à deux représentants, l'éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*) et l'éléphant d'Asie (*Elephas maximus*) (Shoshani, Tassy, 1996).

Les données morphologiques et génétiques nous révèlent que le mammouth laineux est phylogénétiquement plus proche de l'éléphant d'Asie que de l'éléphant d'Afrique (Tassy, 1996, Gross, 2006 ; Rogaev and al. 2006). Outre l'utilisation d'autres spécimens de mammouth laineux, nous avons donc aussi pris en compte l'éléphant d'Asie comme espèce de référence pour le projet de reconstitution du mammouth de Baulou.

1- Caractères généraux

Le squelette axial est défini ici comme l'ensemble de la colonne vertébrale, des côtes et du sternum (Barone, 1986).

La colonne vertébrale est divisée en cinq sections : les vertèbres cervicales, thoraciques, lombaires, sacrées (fusionnées pour former le sacrum) et caudales. Comme chez tous les mammifères, les vertèbres sont dites biplanes, ou acoeles, car leur corps (ou *centrum*) présente deux faces planes (sauf chez la première vertèbre cervicale, ou atlas, qui ne possède pas de corps).

La formule vertébrale chez *M. primigenius* est de 7 vertèbres cervicales, 18 à 21 vertèbres thoraciques, 3 à 5 vertèbres lombaires, 3 à 5 vertèbres sacrées, au moins 21 vertèbres caudales. La formule vertébrale prise chez un fœtus d'*E. maximus* compte

7 vertèbres cervicales, 19-20 thoraciques, 3-5 lombaires, 3-5 sacrées et 24-34 caudales (**Tableau 1**).

Les côtes s'articulent dorsalement avec les vertèbres thoraciques et participent à la formation des parois du thorax. Elles sont classées en deux catégories : sternales (dites côtes « vraies ») et asternales (dites côtes « fausses »), qui s'articulent au sternum, respectivement, directement ou par l'intermédiaire de cartilages. Les dernières côtes, dont le cartilage ne s'articule pas ventralement avec le sternum, sont qualifiées de flottantes. Les éléphants actuels possèdent 19-20 paires de côtes, dont 5-6 sternales, 8-10 asternales et 5-6 flottantes (4 chez *E. maximus*) (Klein, Cruz-Uribe, 1984 ; Bezuidenhout, Seegers, 1996). Chez le mammouth laineux, on dénombre : 20 à 21 paires de côtes dont 5 ou 6 sternales, 8 ou 9 asternales et 6 flottantes (Shoshani, Eisenberg, 1982 ; Shoshani, Dahlinger, 1986).

L'importance des liaisons musculaires entre le rachis et les côtes donne une grande capacité thoracique à ces animaux en terme d'activité respiratoire (Hill, 1953).

Le sternum résulte de l'union de quatre sternèbres chez les Eléphantidés (Mariappa, 1986), alors qu'elles sont plus nombreuses chez les autres mammifères (par exemple, neuf chez le chien).

Tableau 1 Nombre d'éléments squelettiques au sein du squelette axial des *Elephantidae* (d'après Blair, 1710; Osborn, 1942; Nelsen, 1953; Deraniyagala, 1955; Garutt, 1964; Shoshani et al., 1982 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984; Shoshani et al., 1986; Mariappa, 1986, Haynes 1991; Shoshani, 1996).

	Vertèbres cervicales	Vertèbres thoraciques	Vertèbres lombaires	Vertèbres sacrées	Vertèbres caudales	Côtes (par paire)	Sternèbres
<i>Elephas maximus</i>	7	19-20	3-5	3-5	24-34	38-40	4
<i>Mammuthus primigenius</i>	7	18-21	3-5	3-5	au moins 21	36-42	4

Chez les espèces du genre *Mammuthus* les processus épineux des vertèbres sont bien développés et forment une convexité au niveau des épaules. Ce « dôme » fait la particularité du genre *Mammuthus* (Garutt, 1964, 1981). Les poils épais devaient accentuer cette proéminence (Garutt et Dubinin, 1951). La courbure générale de la colonne vertébrale de l'éléphant d'Asie se rapproche de celle du mammouth laineux (**Figure 3**). On observe cependant des différences marquées : chez *E. maximus*, le développement de la colonne vertébrale suit une courbe convexe continue, donnant un profil plus bombé. De même, les épines vertébrales ne s'inclinent pas autant que chez le *M. primigenius*. Les mammouths ont la tête placée au-dessus du niveau de la nuque contrairement à l'éléphant d'Asie qui a la tête au même niveau que la nuque.

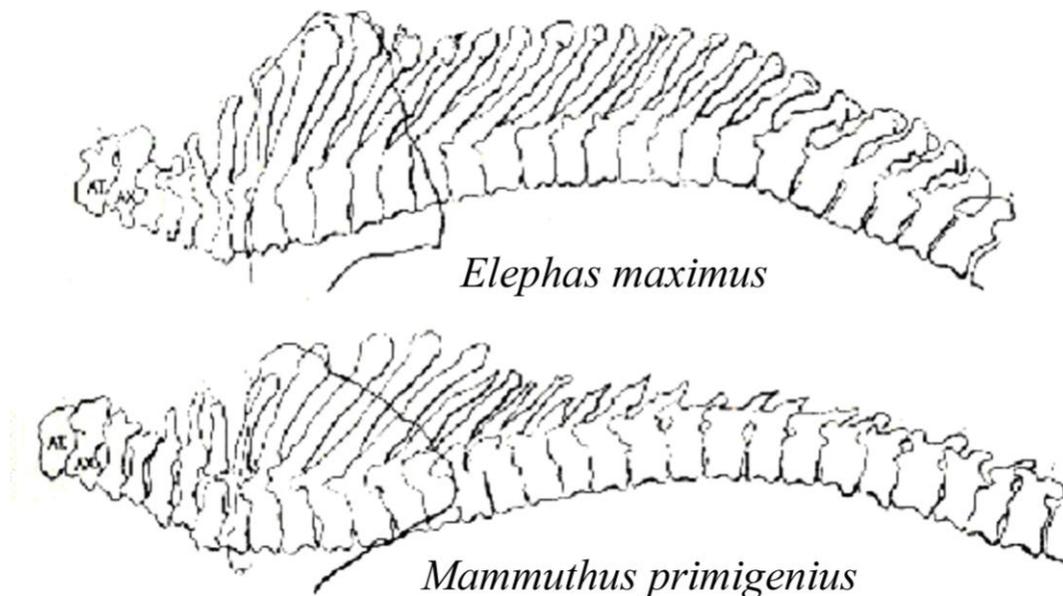


Figure 3 Colonnes vertébrales d'éléphant d'Asie (*Elephas maximus*) et de mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*) (d'après Osborn, 1942).

Les Éléphantidés ont la particularité d'avoir une croissance continue tout au long de la vie de l'animal, qui dure en moyenne 60 ans, jusqu'au décès. Même lorsque la taille au garrot n'augmente plus chez les adultes, les os épaississent encore. Les vertèbres continuent ainsi à croître jusqu'aux 50 ans de l'animal. Il arrive parfois que la fusion du corps vertébral et de ses surfaces articulaires s'achève chez des individus très âgés (Haynes, 1991).

A partir des caractères morphologiques généraux, il est important de prendre en compte l'existence de variations entre les individus d'une même espèce. Plusieurs facteurs sont impliqués dans ces différences morphologiques inter-individuelles : l'âge de l'animal et le stade de développement des os longs (degré de fusion épiphysaire et dimensions), des dents jugales (stade d'éruption et d'usure) et des défenses (stade de croissance) ; le dimorphisme sexuel entre individus femelles et mâles, qui se traduit par des différences en terme de chronologie du développement des os, de leurs dimensions et de leur morphologie (en l'occurrence au niveau des os du bassin). Par ailleurs, des variations peuvent être mises en évidence entre des populations d'une même espèce associées à des contextes chronologiques et géographiques différents.

2- Choix du spécimen de référence pour le mammouth laineux

Le mammouth de Vollossovitch (**Figures 4, 5 et 6**), plus connu sous le nom de mammouth de Liakhov, constitue une source précieuse d'informations anatomiques sur le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*) (Vollossovitch, 1914). C'est lors d'une expédition russe au nord-est de la Sibérie, menée par A.K. Vollossovitch entre 1901 et 1903, qu'un mammouth laineux encore en partie congelé a été découvert sur l'île de Liakhov. Une partie importante des tissus mous et de la peau était encore

présente. Cet individu mort il y a environ 49 000 ans a été identifié comme un jeune mâle de 2,50 mètres de hauteur au garrot et de 4,25 mètres de long. Ce mammouth a été offert en 1912 au Muséum National d'Histoire Naturelle, par le comte de Stenbock-Fermor, qui a financé l'expédition. Il a été remonté en 1957, par Y. Coppens (1958). Le spécimen demeure le seul exemplaire de mammouth congelé sibérien présent hors des territoires de Russie. Il est exposé dans la galerie d'anatomie comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris (Tassy, 2004).



Figure 4 Le mammouth de Vollossovitch vu de face. (2012, © G. Nicolas).

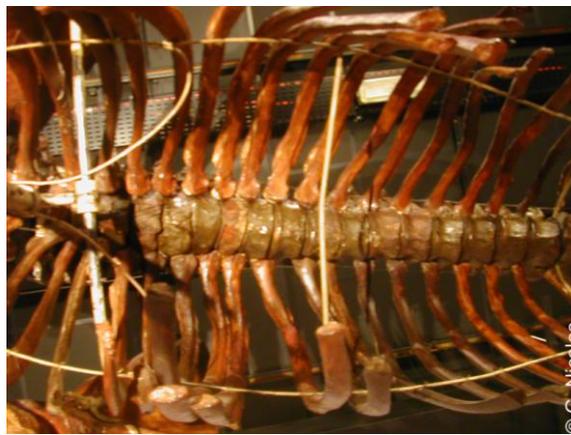


Figure 5 Squelette axial du mammouth de Vollossovitch en vue ventrale. (2012, © G. Nicolas).



Figure 6 Squelette axial du mammouth de Vollossovitch en vue caudale. (2012, © G. Nicolas).

3- Choix du spécimen de référence pour l'éléphant d'Asie

Les conclusions du rapport précédent ayant placé le mammouth de Baulou comme le plus imposant spécimen d'Europe en termes de dimensions (3,27 mètres au garrot), nous nous appuyons sur le squelette d'un représentant d'éléphant d'Asie de taille comparable : celui de Siam, ancien pensionnaire de la Ménagerie du Muséum National d'Histoire Naturelle, au Jardin des Plantes à Paris (**Figure 7**). Né en 1945 en Inde, il a vécu à la ménagerie du MNHN à Paris, où il y est décédé en 1997 à l'âge de 52 ans. Cet éléphant d'Asie était un grand mâle, qui mesurait 3,30 mètres de hauteur au garrot et pesait 6 tonnes (**Figure 8**). Il a été naturalisé et est présenté avec ses défenses dans la Grande Galerie de l'Évolution. Ses ossements sont conservés au Laboratoire d'Anatomie Comparée comme pièces de référence (**Figure 9**).



Figure 7 Siam (*Elephas maximus*) à la Ménagerie du Muséum National d'Histoire Naturelle, au Jardin des plantes à Paris. (1993, © Y. Carnier).

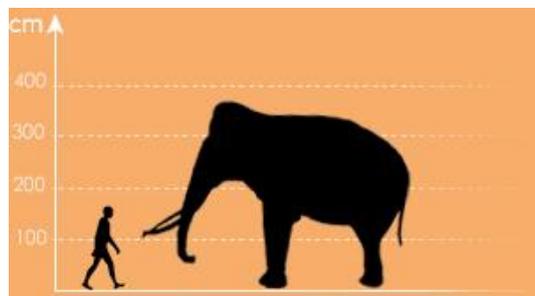


Figure 8 Comparaison de la taille de Siam (*Elephas maximus*) avec celle d'un homme (www.mnhn.fr).



Figure 9 Côtes d'*Elephas maximus* (Siam). Pièces n°1998-6 des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle.

4- Morphologie des vertèbres

La présentation illustrée des caractéristiques anatomiques des vertèbres de *Mammuthus primigenius* s'appuie sur les travaux publiés (Blair, 1710 ; Osborn, 1942 ; Garutt, 1964 ; Olsen, 1979 ; Mariappa, 1986 ; Shoshani, 1996) et des descriptions complémentaires (par les auteurs) du mammoth de Vollossovitch et de l'éléphant Siam.

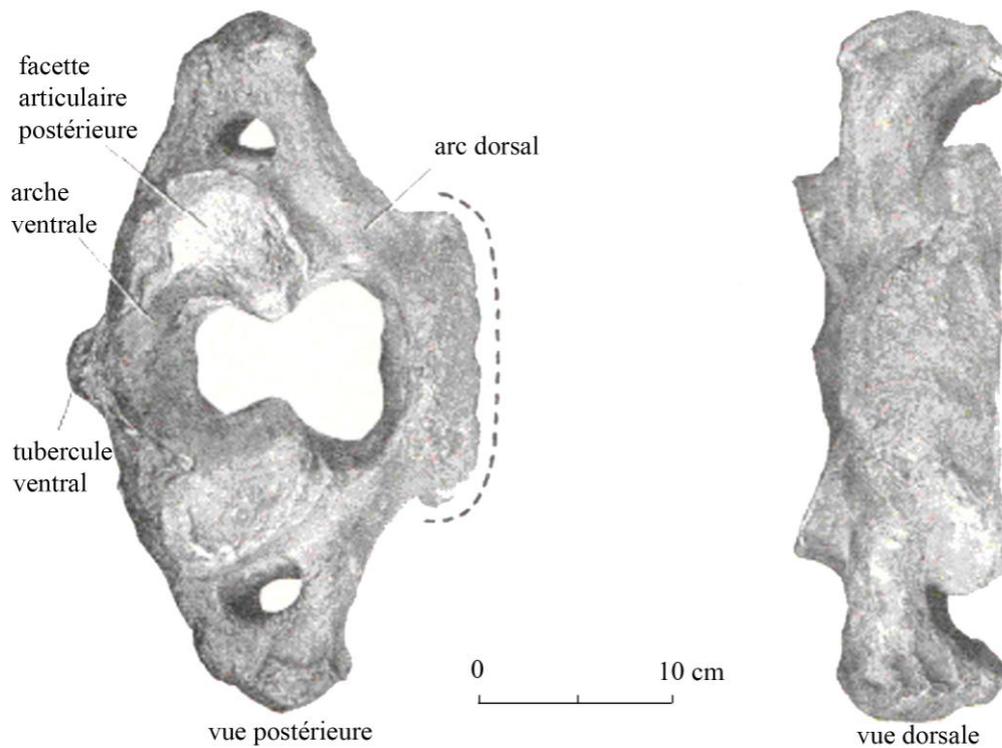


Figure 10 Atlas de *Mammuthus primigenius* (d'après Olsen, 1979).

Chez *M. primigenius* l'**atlas**, ou **première vertèbre cervicale**, peut évoquer un anneau aplati d'avant en arrière (**Figure 10**). Le tubercule ventral est prononcé. La surface dorsale est rugueuse avec de nombreux reliefs, formant une base solide pour l'insertion des muscles du cou.

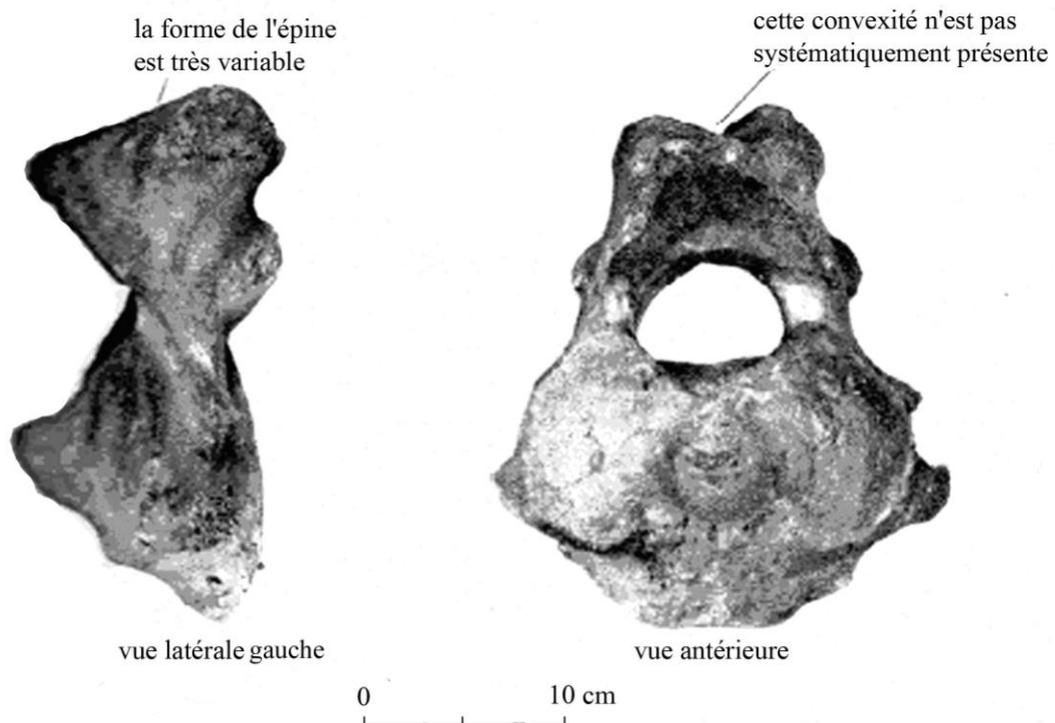


Figure 11 Axis de *Mammuthus primigenius* (d'après Olsen, 1979).

L'**axis**, ou **deuxième vertèbre cervicale** (Figure 11), de *Mammuthus primigenius* est plutôt étiré verticalement. Il joue un rôle important dans le maintien de la position du crâne. Il possède un processus épineux marqué. Il est caractérisé par un processus odontoïde bien distinct qui s'articule avec l'atlas.

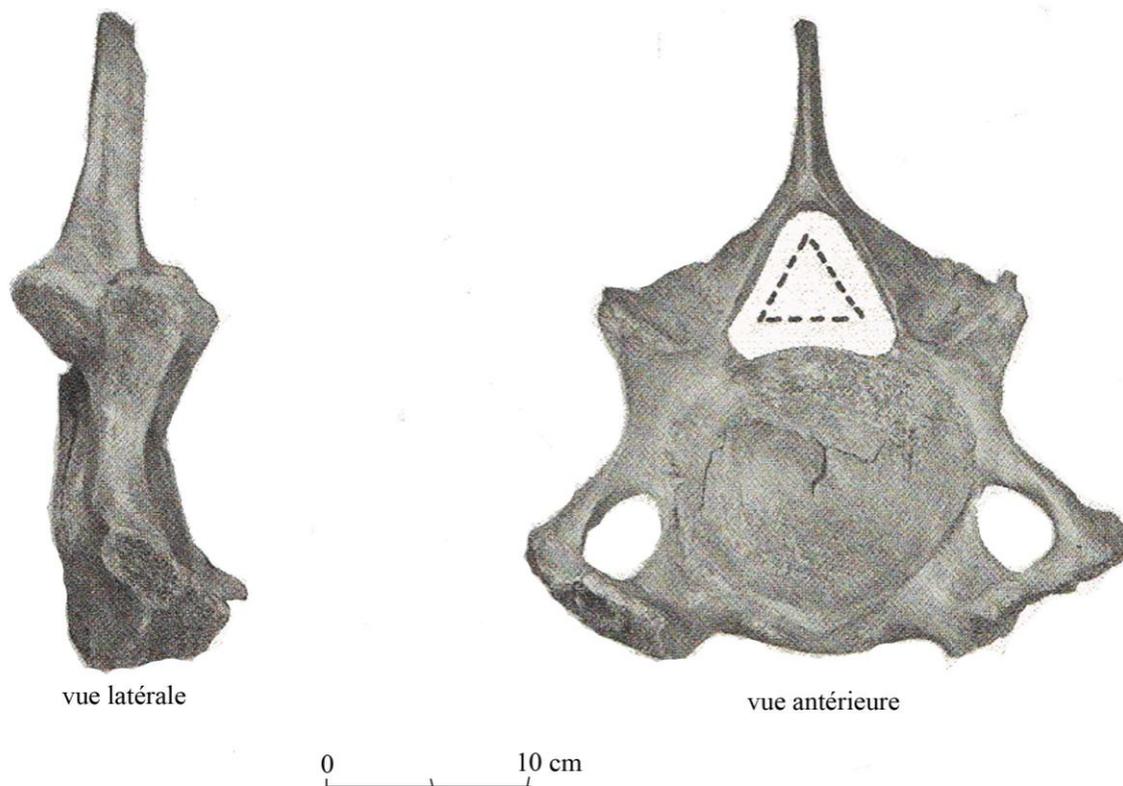


Figure 12 Vertèbre cervicale de *Mammuthus primigenius* (d'après Olsen, 1979).

M. primigenius possède des **vertèbres cervicales** relativement peu épaisses (**Figure 12**). On note une compression antéro-postérieure. Le corps est circulaire, le processus épineux est fin et court. Le foramen est triangulaire. Parfois, la troisième vertèbre cervicale peut fusionner avec l'axis.

Chez *E. maximus* Les six premières vertèbres cervicales sont également peu épaisses et marquées par une compression antéro-postérieure, comme chez *M. primigenius*. Il y a une augmentation de la taille de la troisième à la septième vertèbre.

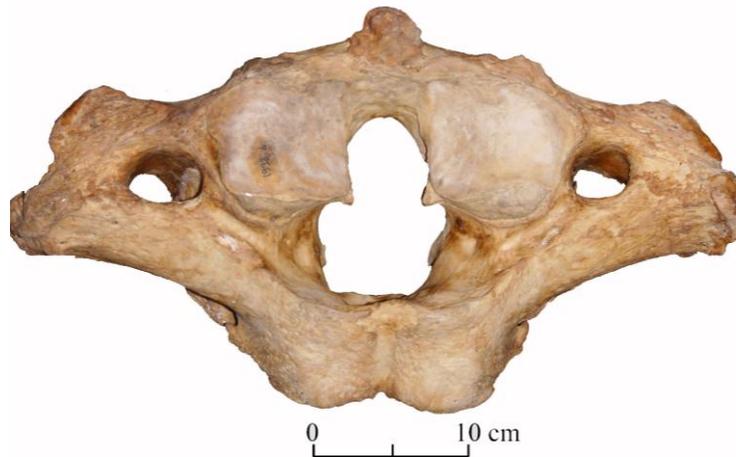


Figure 13 Atlas d'*Elephas maximus* en vue antérieure. Pièce n°1998-6 (14) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle (photo L. Demay).

Chez *E. maximus* le bord dorsal de l'atlas diffère de celui de *M. primigenius* ; on y observe une concavité marquée (**Figure 13**). Les facettes articulaires, où s'insèrent les condyles occipitaux, sont larges. Le foramen vertébral est allongé verticalement.



Figure 14 Axis d'*Elephas maximus* en vue antérieure. Pièce n°1998-6 (13) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle (photo L. Demay).

L'axis possède un processus odontoïde conique court et une épine massive (**Figure 14**). On remarque la présence de deux tubercules larges chez *E. maximus* en position latérale. Le corps est petit proportionnellement aux autres vertèbres. De plus il est allongé horizontalement alors que dans les autres vertèbres il est arrondi. Le foramen vertébral est allongé verticalement.



Figure 15 Vertèbre cervicale d'*Elephas maximus* en vue antérieure Pièce n°1998-6 (7) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).

Le foramen vertébral est allongé horizontalement dans les cinq dernières vertèbres cervicales – c'est-à-dire hors atlas et axis – et augmente en taille de la troisième à la septième vertèbre (**Figure 15**). Les processus articulaires crâniens sont dirigés dorsalement et médialement alors que les processus caudaux sont dirigés ventralement et latéralement. Le processus épineux est vestigial chez les troisième et quatrième vertèbres. La partie ventrale du processus transverse des six premières vertèbres est allongée en direction postérieure. La septième vertèbre présente postérieurement deux larges facettes ventrales, pour l'articulation des premières côtes.

Chez le fœtus la partie centrale est totalement ossifiée alors que les éléments latéraux ne le sont pas encore totalement. Les faces ventrales des vertèbres cervicales (sauf l'atlas) sont recouvertes de cartilage.

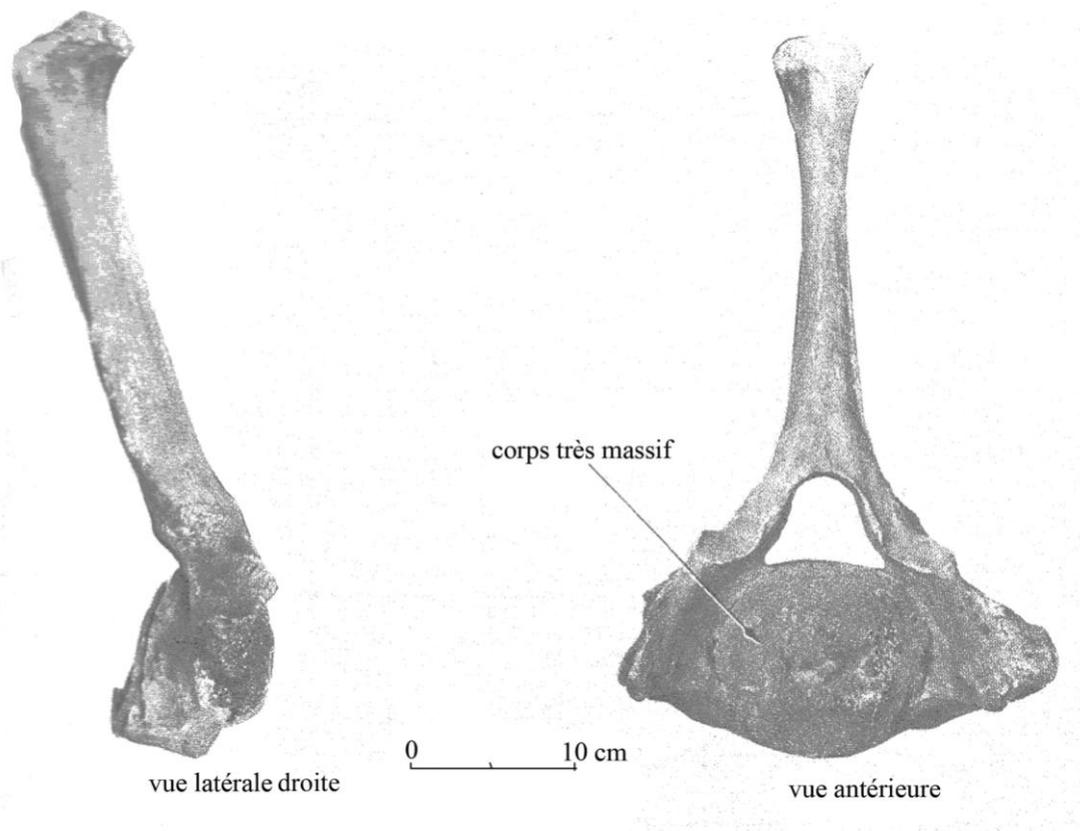


Figure 16 Vertèbre thoracique de *Mammuthus primigenius* (d'après Olsen, 1979).

Les **vertèbres thoraciques** chez *M. primigenius* possèdent un processus épineux haut et épais, dont l'extrémité dorsale est étendue (**Figure 16**). Les vertèbres les plus antérieures sont massives ; celles situées plus postérieurement ont un processus épineux qui s'incline vers l'arrière. Le corps des vertèbres est plus ou moins à angle droit par rapport aux processus articulaires.

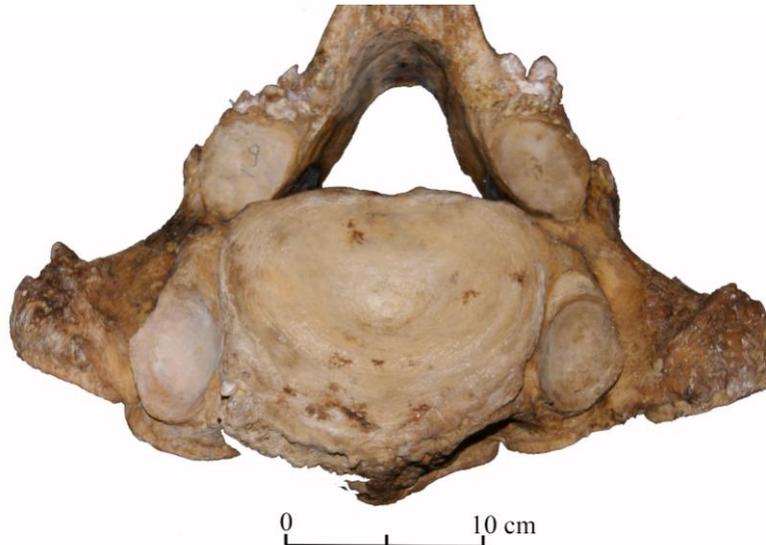


Figure 17 Vertèbre thoracique d'*Elephas maximus* en vue postérieure Pièce n°1998-6 (9) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).

Chez *E. maximus*, Les vertèbres thoraciques possèdent une compression antéro-postérieure, comme chez *M. primigenius* (**Figure 17**). Les processus épineux augmentent en taille de la première à la dernière vertèbre thoracique et le degré de leur inclinaison s'accroît. Les processus transverses sont courts. Le corps présente, sur ses faces antérieure et postérieure, deux fossettes pour l'articulation des côtes jusqu'à la seizième vertèbre, puis une seule grande surface articulaire dans les dernières thoraciques. Le corps est plus petit que dans les vertèbres cervicales. Les facettes des processus articulaires antérieurs sont petites alors que celles des processus postérieurs sont larges. Le foramen vertébral est triangulaire.

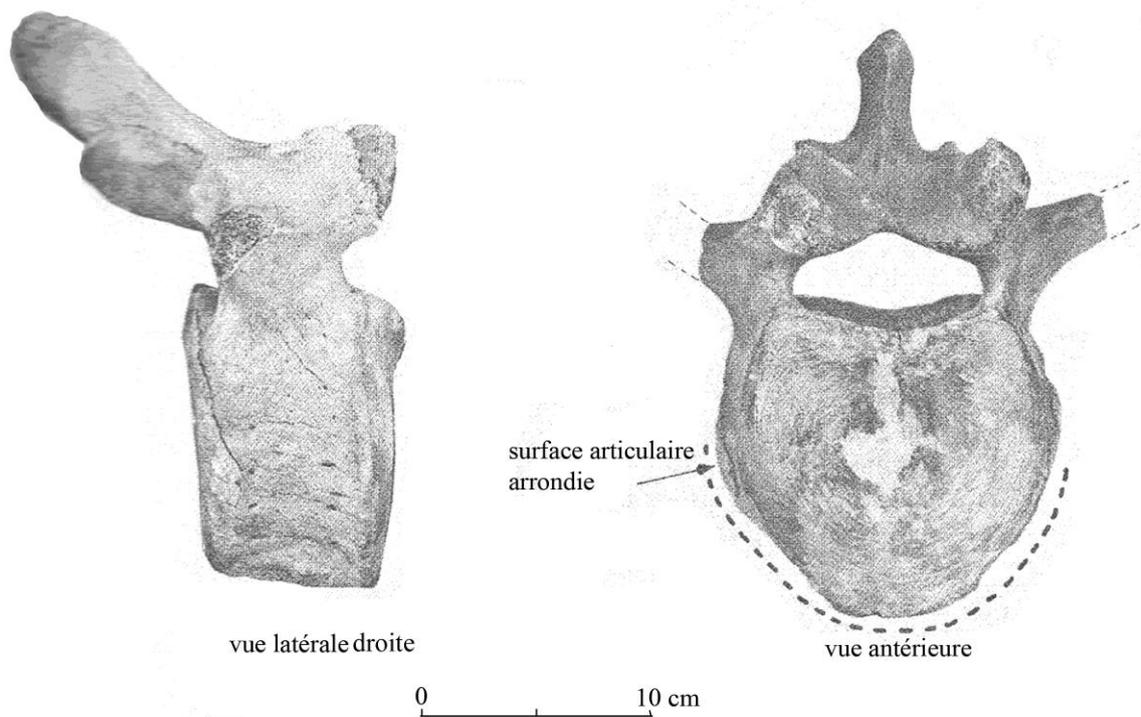


Figure 18 Vertèbre lombaire de *Mammuthus primigenius* (d'après Olsen, 1979).

Les **vertèbres lombaires** chez *M. primigenius* sont constituées d'un corps épais (**Figure 18**). L'arc neural porte un processus épineux court et épais.

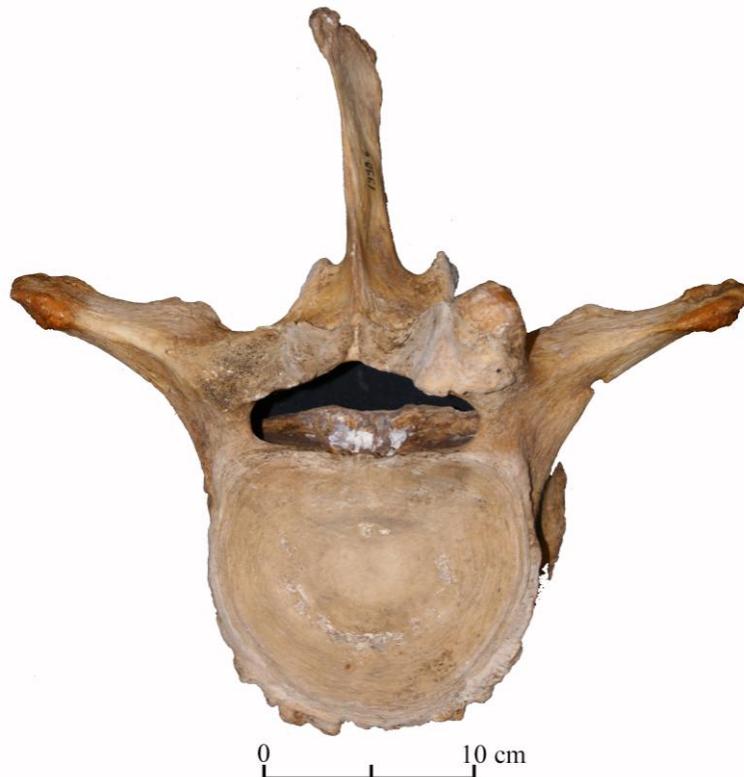


Figure 19 Vertèbre lombaire d'*Elephas maximus* en vue postérieure. Pièce n°1998-6 (18) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle (photo L. Demay).

Chez *E. maximus*, les vertèbres lombaires possèdent des processus transverses longs et plats, ainsi qu'un processus épineux court (**Figure 19**). Il n'y pas de fossette articulaire pour les côtes. Le centre de la vertèbre est plus mince que dans les vertèbres thoraciques. Le profil général est court et robuste comme chez *M. primigenius*.

Les **vertèbres sacrées** fusionnent au cours du développement et constituent l'os sacrum, qui s'articule dorsalement avec les os coxaux pour former le bassin.

Les **vertèbres caudales** diminuent progressivement en taille. Chez *M. primigenius* et *E. maximus*, le processus épineux régresse et disparaît à partir de la huitième ou neuvième vertèbre caudale. La forme générale devient cylindrique.

5- Morphologie des côtes

Les côtes s'articulent dorsalement avec le rachis et ventralement avec le sternum.

L'articulation costo-vertébrale, entre côte et vertèbre thoracique, se fait, d'une part, entre la tête de la côte et les corps vertébraux adjacents, et, d'autre part, entre le tubercule (ou tubérosité) de la côte et le processus transverse de la vertèbre de même rang.

Les deux premières côtes de mammoths sont épaisses et courtes. Les autres côtes sont moins courbes que chez d'autres mammifères (Cuvier, 1829). Elles présentent une section subcylindrique. La surface articulaire du tubercule, distincte dans les deux premières paires, conflue avec celles de la tête de la troisième à la septième paire et est absente dans les autres côtes.

Chez *Elephas maximus* les caractéristiques sont similaires (**Figure 20**). Il y a quatre côtes flottantes (Deraniyagala, 1955; Mariappa, 1986).

D'après les observations faites chez les éléphants actuels, les côtes s'ossifient très tôt chez le fœtus (Nelsen, 1953).

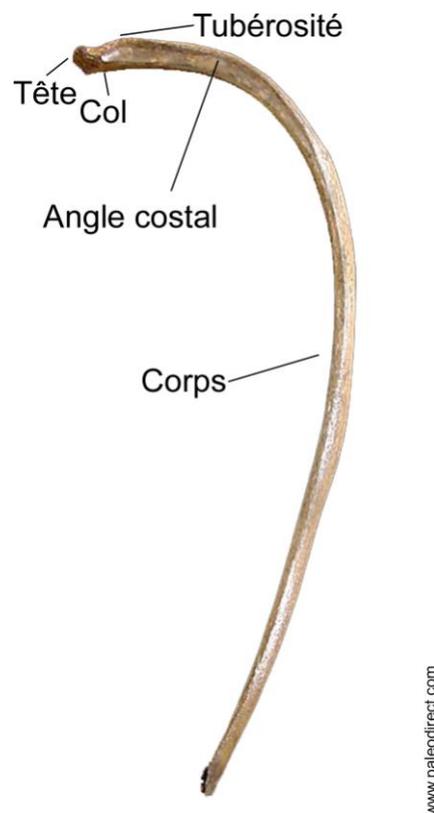


Figure 20 Côte gauche de *Mammuthus primigenius* provenant de la mer du Nord.

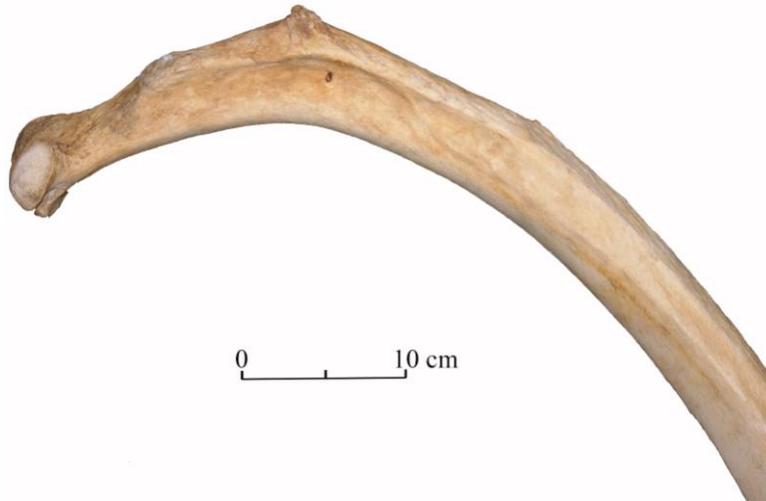


Figure 21 Septième côte gauche d'*Elephas maximus* en vue antérieure. Pièce n°1998-6 des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle (photo L. Demay.)

6- Morphologie du sternum

Le sternum désigne l'ensemble des sternèbres développées dans une gangue cartilagineuse. L'enveloppe fibreuse autour du sternum ne se retrouve pas dans les sites paléontologiques. Le sternum est composé d'un corps, du manubrium et du processus xiphoïde. Le manubrium est la partie antérieure du sternum, avec laquelle vient s'articuler le cartilage de la première côte et une partie de la deuxième côte. Il ne s'articule pas avec la clavicule chez les Éléphantidés, qui ne possèdent pas cet élément osseux. Chez cette famille le manubrium est extrêmement saillant.

III- Les techniques de reconstitution

(L. Demay, G. Nicolas)

1- Méthode du moulage

La technique du moulage est largement répandue depuis les dernières décennies. Le silicone (RTV 2) possède une structure élastomère. Il nécessite de l'apport d'une base et d'un catalyseur, sans apport de chaleur. Le mélange est alors coulé sur la surface de l'os. Le silicone est auto-démoulant, mais il convient parfois de traiter la surface au préalable. Par exemple, les ivoires doivent être dépoussiérés. Une couche de paraffine ou de plasticine est appliquée sur les matériaux poreux. Il s'agit aussi de faciliter le démoulage et de ne pas endommager l'os, avec les risques de réactions chimiques et l'arrachement de particules que cela comporte. Une chape de plâtre est réalisée autours pour garder la forme de l'élément moulé. De cette empreinte en négatif, on peut réaliser des reproductions en diverses matières : plâtre, cire, résines polyester, époxydes, polyuréthane. Une résine a été coulée dans le coffre. Une fois la

forme obtenue, plusieurs enduits ont été passés puis les différentes colorations ainsi qu'une patine pour obtenir une teinte proche de celle de l'os, selon son état de conservation.

L'avantage de cette technique est qu'elle est relativement pratique. Les relevés de toutes les dimensions sont envisageables, avec la conservation de l'échelle stricte. Le degré de précision de relevé est élevé, de l'ordre du micron en qualité de détails. L'aspect de la morphostructure de l'os est extrêmement fidèle. Différents enduits et résines puis l'application d'une patine vont donner un aspect et une couleur appropriée au rendement recherché.

Cette technique a été appliquée pour la reconstitution des os longs, des os plats et du bassin lors du projet de reconstitution du mammouth de Baulou, en 2009.

Les pièces de références (ossements de Siam) ont été empruntées à la zoothèque du MNHN, pour être moulées (**Figure 22; Figure 23**).



Figure 22 Moulages de l'ulna et du radius gauches en 2009, d'après Siam (*Elephas maximus*) pour la reconstitution du mammouth de Baulou.



Figure 23 Moulages du bassin en 2009, d'après Siam (*Elephas maximus*) pour la reconstitution du mammouth de Baulou.

Pour le projet de reconstitution 2012 du squelette axial, la technique du moulage n'a pas été utilisée. Il s'agit de la méthode de la sculpture.

2- Méthode de la sculpture

Des os comme les vertèbres sont caractérisés par des morphologies trop complexes pour la technique du moulage. La sculpture des pièces se révèle être la réponse à cet obstacle.

Les pièces de références que sont les os de Siam ont été observés dans la zoothèque (**Figure 24**). Puis le mammouth de Vollossovitch a permis de corriger les différents détails.

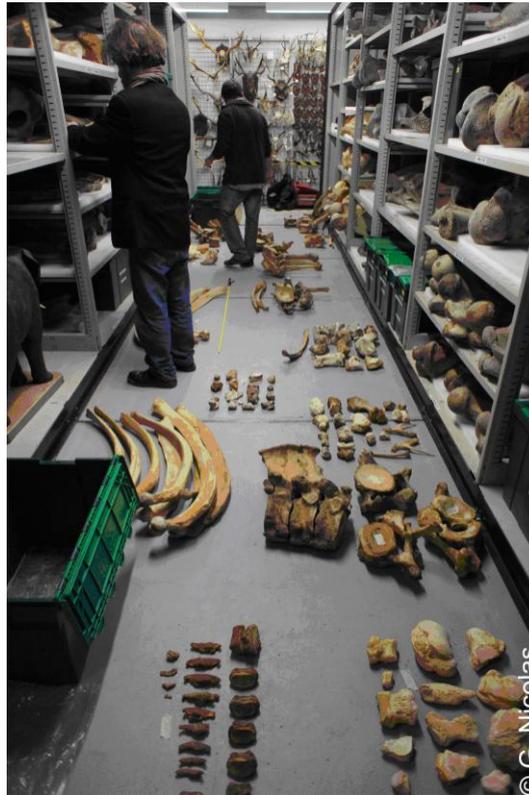


Figure 24 Observation des pièces de référence n°1998-6 des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

De la mousse polyuréthane va servir à sculpter les différentes pièces qui sont ensuite assemblées.

Les avantages de cette technique sont multiples. Le transport est facilité par le faible poids et la moindre fragilité de la pièce. La mousse permet également d'adapter une pièce à une forme attendue et de façonner de nombreux détails. Elle peut être modifiée par l'ajout, la suppression ou la modification d'éléments. Une résine, des colorations et une patine sont ajoutés pour donner l'aspect de l'os.

3- Les pièces restituées

Afin de procéder à une reconstitution proche de la réalité paléontologique, il a fallu prendre en compte plusieurs critères. Toutes les références ostéologiques, en particulier le mammouth de Vollossovitch, nous informent sur la morphologie du squelette axial du *M. primigenius*. Le gabarit de l'animal doit également être respecté. Le nombre d'éléments de la colonne vertébrale variant d'un individu à l'autre, il faut donc également prendre en compte l'espace dans lequel le mammouth de Baulou est exposé. La structure de soutien métallique installée en 2009 doit être réaménagée et limite les possibilités. Une maquette est réalisée afin de pouvoir respecter les proportions et prévoir les possibilités d'assemblage (**Figure 25**).



Figure 25 Maquette du mammouth de Baulou réalisée au 1/10e par G. Nicolas.

Pour cette reconstitution, il a donc été convenu de réaliser:

- 7 vertèbres cervicales
- 19 vertèbres thoraciques
- 5 vertèbres lombaires
- 4 vertèbres sacrées
- 20 vertèbres caudales
- 19 paires de côtes

Le support métallique installé au préalable lors du projet 2009, a imposé des limites quant à l'insertion des nouveaux éléments. Lors du montage il n'a donc pas été possible d'installer certains ossements reconstitués. Il manque en réalité 3 ossements, qui sont : une vertèbre cervicale et deux vertèbres thoraciques (avec les côtes, normalement rattachées à celles-ci). Ce sont donc 84 éléments qui ont été réalisés (**Figure 26**) :

- 6 vertèbres cervicales
- 17 vertèbres thoraciques
- 5 vertèbres lombaires
- 4 vertèbres sacrées
- 18 vertèbres caudales
- 17 paires de côtes



Figure 26 Mammouth de Baulou après restitution du squelette axial au Parc de la Préhistoire de Tarascon-sur-Ariège (2012).

Conclusion

Le mammouth de Baulou, ainsi complété, en plus d'être une pièce paléontologique exceptionnelle, peut servir de support pédagogique à une meilleure connaissance multidisciplinaire de l'environnement et de la vie des Hommes préhistoriques.

Bibliographie

- ASTRE G., 1929. Le mammouth de Baulou. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, T 58, pp. 609-633.
- BARONE R., 1986. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 - Ostéologie*, 761 p.
- BERTRAND L., 1901. Découverte d'un squelette de mammouth à Baulou, près de Foix. *Bulletin de la Société Géologique de France*, série 4, T. I, pp. 187.
- BEZUIDENHOUT A. J., SEEGER S. C. D., 1996. The osteology of the African elephant (*Loxodonta africana*): vertebral column, ribs and sternum. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 63: 131-147.
- BLAIR P., 1710a. Osteographia elephantina (Part I). *Philosophical Transactions*, 27(326): 51-116.
- CAMARET J., GEORGE I., AUDIBERT C., BERTHET D., 2011. Expertise sur l'état de fossilisation et de conservation du mammouth de Choulans (*Mammuthus intermedius*). *Les Cahiers du Musée des Confluences-Études scientifiques*, 2 : 5-21.
- COPPENS Y., 1958. Le Mammouth de l'Atrikanova (Sibérie). *Bulletin du Muséum*, 2e série, 30 (4), pp. 402-406.
- CUVIER G., 1829. *Dictionnaire des Sciences Naturelles*. Vol. 54, Levrault, Paris.
- DAVID R., DESCLAUX M., 1992. *Pour copie conforme, Les techniques de moulage en paléontologie, en préhistoire et en archéologie historique*. Serre, Nice, 326 p.
- DEMAY L., PÉAN S., 2009. *Rapport d'expertise paléontologique du Mammouth de Baulou*. Musée départemental de l'Ariège, 20 p.
- DERANIYAGALA P. E .P., 1955. *Some extinct elephants, their relatives and the two living species*. Ceylon National Museum Publication, Colombo, 69 p.
- GARUTT W. E., 1964. *Das mammut Mammuthus primigenius (Blumenbach)*. A. Ziemsen, Wittenberg, 143p.
- GARUTT W. E., DUBININ V. B., 1951. On the Taimir mammoth skeleton. *Zoologicheskii Zhurnal*, 30(1): 17-23. (en russe)
- GARUTT, W. E., 1981. Versuch der graphischen Rekonstruktion des Lebensbildes der Elefanten der Entwicklungslinie Archidiskidon-Mammuthus. *Quartärpaläontologie*, 4: 19-25.
- GROSS L., 2006. Reading the evolutionary history of the woolly mammoth in its mitochondrial genome. *PLoS Biology*:4(3):e74.
- HAYNES G., 1991. *Mammoths, Mastodons and Elephants, Biology, behavior and the Fossil record*. Cambridge Press, Cambridge, 413 p.
- KLEIN R.G., CRUZ-URIBE K., 1984. *The analyses of animal bones from Archeological sites*. University of Chicago Press, Chicago. 266p.

- MARIAPPA D., 1986. *Anatomy and histology of the Indian elephant*. Indira Publishing House, Oak Park, 209 p.
- NELSEN O. E., 1953. *Comparative Embryology of the Vertebrates*. McGraw-Hill, New York, 982 p.
- OLSEN S. J., 1979. *Osteology for the Archaeologist: American Mastodon and the Woolly Mammoth; North American Birds: Skulls and Mandibles; North American Birds: Postcranial Skeletons*. Peabody Museum Press, Cambridge, 192 p.
- OSBORN H. F., 1942. *Proboscidea*. The American Museum of Natural History Press, New York, 1676 p.
- PONTIER G., 1913. Étude sur le Mammouth de l'Aa. *Bulletin de la Société préhistorique française*. Vol. 10, N°11, pp. 621-646.
- ROGAEV E. I., MOLIAKA Y. K., MALYARCHUK B.A., KONDRASHOV F. A., DERENKO M. V., CHUMAKOV I., GRIGORENKO A. P., 2006. Complete mitochondrial genome and phylogeny of Pleistocene mammoth *Mammuthus primigenius*. *PLoS Biology* :4(3):e73.
- SHOSHANI J., EISENBERG J.F., 1982. *Elephas maximus*. *Mammalian species*. N°182, pp. 1-8.
- SHOSHANI J., DAHLINGER F., 1986. Jumbo: Origin of the word and history of the elephant. *Elephant* 2(2):86-122.
- SHOSHANI J., TASSY P., Dir. 1996. *The Proboscidea: evolution and palaeoecology of elephants and their relatives*. Oxford Press University, Oxford, 233 p.
- TASSY P., 1996. Who is who among the Proboscidea ?. In: SHOSHANI J., TASSY P. (Dir.), *The Proboscidea: evolution and palaeoecology of elephants and their relatives*. Oxford Press University, Oxford, pp: 39-48.
- TASSY P., 2004. Vollossovitch et le mammoth de la grande île Liakhov. *Pour la Science* : Dossier « La Vie au temps des mammoths » , N°43, pp.29.
- VOLLOSOVITCH K.A., 1914. The mammoth from the island Bolshoi Liakhovsky. *Zap. Mineral, Obsch.*, 2nd series, 50: 305-339 (in russian).

Liste des figures

Figure 1 Reconstitution du mammouth de Baulou (en 2009), au Parc de Tarascon-sur-Ariège.	6
Figure 2 Les parties anatomiques du mammouth de Baulou.	6
Figure 3 Colonnes vertébrales d'éléphant d'Asie (<i>Elephas maximus</i>) et de mammouth laineux (<i>Mammuthus primigenius</i>) (d'après Osborn, 1942).	9
Figure 4 Le mammouth de Vollossovitch vu de face. (2012, © G. Nicolas).	10
Figure 5 Squelette axial du mammouth de Vollossovitch en vue ventrale. (2012, © G. Nicolas).	10
Figure 6 Squelette axial du mammouth de Vollossovitch en vue caudale. (2012, © G. Nicolas).	10
Figure 7 Siam (<i>Elephas maximus</i>) à la Ménagerie du Muséum National d'Histoire Naturelle, au Jardin des plantes à Paris. (1993, © Y. Carnier).	11
Figure 8 Comparaison de la taille de Siam (<i>Elephas maximus</i>) avec celle d'un homme (www.mnhn.fr).	11
Figure 9 Côtes d' <i>Elephas maximus</i> (Siam). Pièces n°1998-6 des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle.	12
Figure 10 Atlas de <i>Mammuthus primigenius</i> (d'après Olsen, 1979).	13
Figure 11 Axis de <i>Mammuthus primigenius</i> (d'après Olsen, 1979).	14
Figure 12 Vertèbre cervicale de <i>Mammuthus primigenius</i> (d'après Olsen, 1979).	15
Figure 13 Atlas d' <i>Elephas maximus</i> en vue antérieure. Pièce n°1998-6 (14) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).	16
Figure 14 Axis d' <i>Elephas maximus</i> en vue antérieure. Pièce n°1998-6 (13) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).	16
Figure 15 Vertèbre cervicale d' <i>Elephas maximus</i> en vue antérieure Pièce n°1998-6 (7) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).	17
Figure 16 Vertèbre thoracique de <i>Mammuthus primigenius</i> (d'après Olsen, 1979).	18

Figure 17 Vertèbre thoracique d' <i>Elephas maximus</i> en vue postérieure Pièce n°1998-6 (9) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).	19
Figure 18 Vertèbre lombaire de <i>Mammuthus primigenius</i> (d'après Olsen, 1979).	20
Figure 19 Vertèbre lombaire d' <i>Elephas maximus</i> en vue postérieure. Pièce n°1998-6 (18) des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).	21
Figure 20 Côte gauche de <i>Mammuthus primigenius</i> trouvée dans la mer du Nord (Hollande).	22
Figure 21 Septième côte gauche d' <i>Elephas maximus</i> en vue antérieure. Pièce n°1998-6 des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (photo L. Demay).)	23
Figure 22 Moulages de l'ulna et du radius gauches en 2009, d'après Siam (<i>Elephas maximus</i>) pour la reconstitution du mammouth de Baulou.	24
Figure 23 Moulages du bassin en 2009, d'après Siam (<i>Elephas maximus</i>) pour la reconstitution du mammouth de Baulou.	24
Figure 24 Observation des pièces de référence n°1998-6 des Collections Mammifères et Oiseaux-Anatomie comparée de Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.	25
Figure 25 Maquette du mammouth de Baulou réalisée au 1/10e par G. Nicolas.	26
Figure 26 Mammouth de Baulou après restitution du squelette axial au Parc de la Préhistoire de Tarascon-sur-Ariège (2012).	27

Liste des tableaux

Tableau 1 Nombre d'éléments squelettiques au sein du squelette axial des *Elephantidae*, d'après les données de Blair, 1710; Osborn, 1942; Nelsen, 1953; Deraniyagala, 1955; Garutt, 1964; Shoshani et *al.*, 1982 ; Klein et Cruz-Uribe, 1984; Shoshani et *al.*, 1986; Mariappa, 1986, Haynes 1991; Shoshani, 1996. 8