

Livret de l'exposition

LE CHEVAL, TOUTE UNE HISTOIRE !

Coordonné par
Armelle Gardeisen

Avec les contributions de
Delphine Bosch, Nicolas Boulbes, Florian Drouart,
Eric Gailledrat, Armelle Gardeisen, Pauline Hanot,
Léa Lansade, Muriel Richard, Hélène Roche,
Meredith Root-Bernstein, Audrey Roussel,
Antigone Uzunidis



Exposition

LE CHEVAL,

TOUTE UNE HISTOIRE !

Une exposition collaborative et interdisciplinaire qui réunit des acteurs de la recherche autour de l'histoire des chevaux et de leur conservation jusqu'à nos jours.

- En apprendre plus sur la vie des chevaux fossiles et actuels.
- Faire parler les ossements grâce à la combinaison des disciplines issues des sciences du vivant et de l'archéologie.
- Découvrir une espèce en danger d'extinction, le cheval de Przewalski.

Commissaires

A. Gardeisen (coordination scientifique), avec J. Bochu, N. Boulbes, A. Roussel, A. Uzunidis.

Les collaborateurs de l'exposition

J. Bochu (médiation scientifique), D. Bosch (géochimiste isotopes Sr et O), N. Boulbes (paléontologue), V. Fabre (communication animale), E. Gailledrat (directeur de la fouille de Pech Maho), L. Gandois (biochimiste), A. Gardeisen (archéozoologue), P. Hanot (archéozoologue, morphométrie géométrique), L. Lansade (éthologue), L. Mion (archéologue isotopiste), A.-M. Moigne (paléontologue), M. Richard (médiatrice du Défi Clé Sciences du passé région Occitanie), M. Root-Bernstein (ethnobiologiste), A. Roussel (préhistorienne spécialiste en cémento-chronologie), A. Uzunidis (paléoécologue préhistorienne), V. Vauray (chimiste), l'équipe de l'association Takh : J.-L. Perrin (directeur), F. Drouart (responsable des translocations), H. Roche (éthologue).

Partenariats

Maison des Sciences de l'Homme (MSH SUD - UAR 2035), Défi Clé Sciences du passé région Occitanie, universités de Toulouse et de Montpellier, Centre national de la recherche scientifique, la conservation du patrimoine du Département de la Lozère, Département de la Lozère, site conservatoire des chevaux de Przewalski, association Takh, Parc national des Cévennes, Muséum national d'Histoire naturelle et Institut de Paléontologie humaine.

Un glossaire et une bibliographie pour aller plus loin sont fournis en fin de livret.

Biographies caballines du passé et du présent

Le cheval, toute une histoire !

par Armelle Gardeisen
archéozoologue, coordinatrice scientifique

Les chevaux, ces animaux qui nous ont été si proches tout au long de l'histoire humaine, offrent une histoire complexe de leur évolution et des relations établies avec les humains depuis la nuit des temps.

L'exposition «Le cheval, toute une histoire!» est le fruit de travaux de recherches et de réflexions autour de l'histoire des chevaux, de leur évolution, de leur nature, mais plus encore, de leurs vies individuelles. C'est pour cette raison que nous parlerons ici de biographies caballines, ces histoires de vie, individuelles, que les sciences du passé nous permettent d'aborder grâce à une combinaison de différentes disciplines de l'archéozoologie ; en parallèle, nous avons recours à des histoires de vie caballines actuelles, celles consignées par l'association Takh, au centre de conservation des chevaux de Przewalski du causse Méjean, au lieu-dit du Villaret. Grâce à un effort et une volonté de garder des traces de leur passage, les crânes des chevaux morts ont été conservés et conditionnés par la conservation du patrimoine du Département de la Lozère.



Cheval «piaffant» de la grotte Est du Portel (Loubens, Ariège).

Ainsi, les études réalisées sur les chevaux anciens sont reproduites sur les chevaux actuels, qui nous servent alors de référentiel, en s'appuyant sur des observations du présent, pour mieux comprendre le passé.



Vue aérienne du site de Pech Maho, près de Sigean, Aude (© L. Blatgé).

Ce travail est réalisé dans le cadre de deux projets soutenus respectivement par la Maison des Sciences de l'Homme (MSH SUD - UAR 2035), la Région Occitanie, l'université Paul-Valéry Montpellier 3 et le CNRS.

Les projets (*Vivécologique* et *Hippographies*) proposent une approche inédite de l'écologie et de l'archéologie animale en croisant des études de populations vivantes et fossiles de chevaux. Ce type de recherche, fondée sur le principe de l'actualisme, est régulièrement pratiqué en paléontologie, mais l'originalité est ici d'inviter à nos débats les sciences de l'éthologie et du comportement animal à une réflexion innovante et pionnière sur l'histoire et la biographie des chevaux antiques de Pech Maho, site archéologique de l'âge du Fer près de Sigean, dans l'Aude, et la population de chevaux de Przewalski vivant sur le causse Méjean, en Lozère. Le caractère fortement interdisciplinaire des approches est emprunté aux méthodes de l'archéozoologie et des sciences associées telles que la biochimie isotopique, la biologie moléculaire, la paléoécologie (morphométrie, usures dentaires, cémentochronologie). Le pari est de tester ces méthodes sur des restes crâniens de chevaux actuels mis à disposition par l'association Takh, partenaire de ces projets.

Il s'agit donc d'une recherche innovante dont l'objectif est d'enrichir notre perception de l'histoire des relations entre les humains et les chevaux du passé à travers la reconstitution de leurs conditions de vie.

Le cheval, toute une histoire ! retrace toutes les étapes de ces travaux en se penchant sur les méthodes utilisées, les contextes de conservation de chevaux de Przewalski tout comme les contextes de découvertes des chevaux antiques de Pech Maho.

L'habitat protohistorique de Pech Maho est présenté en préambule à la synthèse des analyses effectuées sur les restes squelettiques d'équidés, chevaux et ânes, qui ont été abattus dans des conditions exceptionnelles, à l'issue d'une bataille qui a en partie abouti à l'abandon du site.

Les disciplines mises en œuvre sont détaillées afin d'éclairer le visiteur de la richesse et de la multiplicité des outils à la disposition des archéozoologues pour interpréter les contextes archéologiques incluant des restes animaux. Au-delà, c'est la relation entre les humains et les animaux au cours du temps qui constitue l'objectif principal de l'archéozoologie, une discipline centrale des projets, présentée par un panneau dédié.

Une part importante est dédiée aux chevaux de Przewalski, à leur conservation, aux perspectives de ré-ensauvagement, à leur éthologie, leur capacité de communication et leur sensibilité aux humains. On s'attardera également à l'environnement caussenard dans lequel ils évoluent actuellement, à leur mode de vie, aux essences végétales dont ils se nourrissent d'une saison à l'autre.

- L'exposition, constituée de 25 panneaux destinés au grand public, est modulable en fonction des espaces disponibles et des objectifs de la présentation. L'exposition peut être accompagnée par des actions de médiation pour les petits et les grands, sur demande.

- Les panneaux sont proposés sous forme de Roll up autoportés de 85 x 200 cm : ils ne nécessitent donc pas de supports de fixation.

- Elle est entièrement gratuite et est gérée par une association montpelliéraine, l'association MALPAS (Milieux et Animaux en Languedoc du Passé au Sub-actuel) et par le réseau AniMed.

Tenter de raconter cette histoire, c'est inviter chacun des visiteurs à une réflexion originale dont le but est d'enrichir notre perception des liens qui nous unissent, humains et chevaux.

Ce livret a été construit afin d'accompagner l'exposition *Le cheval, toute une histoire !* Il a l'ambition de compléter le contenu des panneaux pour le public avisé qui souhaiterait en apprendre davantage, et en parallèle de servir de support aux actions de médiation qui pourraient compléter la lecture des panneaux.



Chevaux de Przewalski du Centre de conservation du Villaret, association Takh, Villaret, Lozère.

Le cheval,
toute une histoire !
Un projet collaboratif
et interdisciplinaire.

UN PROJET INTERDISCIPLINAIRE

BIOGRAPHIES CABALLINES, TOUTE UNE HISTOIRE !



Vue aérienne du site archéologique de Pech Maho à Sigeac, Aude (Photo L. Bérard). Dir. de l'opération archéologique : Eric Gallédrait (CNRS, UMR5140-ASAM)

Cette exposition propose une approche inédite de l'écologie et de l'archéologie des chevaux en croisant des études de populations anciennes et actuelles de chevaux. Elle s'intéresse au plus près à l'individu cheval, à ses biographies multiples, dans le but de favoriser un dialogue entre sciences du vivant et sciences du passé et d'en tirer des biographies caballines, des hippographies.

Toute une histoire...



Groupe familial de chevaux de Przewalski sur le causse Méjean, au Villaret, Lozère (Photo A. M. Moigne)



Crânes de chevaux de Przewalski conservés au centre de conservation du Villaret (Photo J. Bochu)

Grâce à des collaborations interdisciplinaires établies lors de l'étude archéozoologique du site protohistorique de Pech Maho, dans l'Aude, nous croisons les analyses de deux populations de chevaux : l'une archéologique datant de la fin du III^e siècle avant notre ère, et l'autre, actuelle et connue, de chevaux de Przewalski conservés par l'association Takh au Centre de conservation du Villaret, sur le causse Méjean. Cette étude a également été rendue possible grâce au concours du Parc National des Cévennes qui nous a accordé les autorisations nécessaires et grâce au soutien du Département de la Lozère.



Un cheval de Przewalski vivant sur le causse Méjean, Lozère (Photo J. Bochu)



Crâne d'équidé caballin au moment de sa découverte sur le site de Pech Maho (Photo A. Beyerle)

Le caractère pluridisciplinaire des approches est emprunté aux méthodes de l'archéozoologie, de la paléoécologie, de la biochimie isotopique, de l'éthologie, de l'ethnobiologie, déclinées sous la forme de panneaux largement illustrés conçus par des professionnels et des chercheurs de divers horizons, tous investis dans les études de conservation, de comportements et d'histoire de cette espèce.

Nous vous invitons à découvrir les travaux réalisés dans le cadre de projets de recherche (Hippographies et Vivéologie) qui ont l'ambition de retracer des histoires de vies caballines afin d'écrire les biographies individuelles des chevaux de Przewalski du causse Méjean en regards des chevaux antiques exhumés lors de la fouille archéologique du site de Pech Maho, près de Sigeac (Aude).



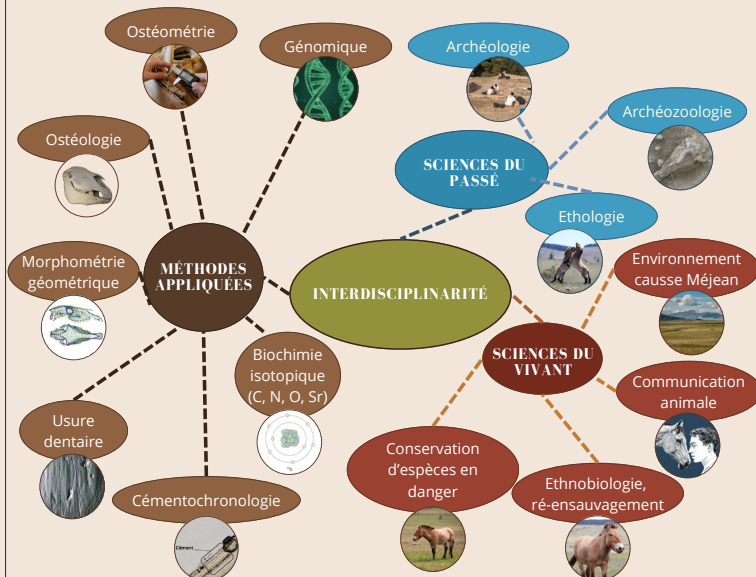
Crâne actuel de la collection patrimoniale de squelettes de chevaux de Przewalski (Photo J. Bochu)



Reconstitution d'une série de dents jugales à partir du matériel archéozoologique du site de Pech Maho près de Sigeac, Aude (Photo N. Boulbès)



Maxillaire supérieur droit actuel présentant la série de dents jugales (Photo J. Bochu)



Panneaux réalisés par Julien Bochu et Arnette Gardesien, Vivéologie, CNRS

Commissaires : A. Gardeisen (coordination) avec Julien Bochu, Nicolas Boulbès, Audrey Roussel, Antigone Uzunidis

Liste des auteurs : J. Bochu (médiation scientifique), D. Bosch (géochimiste isotopes Sr et O), N. Boulbès (paléontologue), V. Fabre (communication animale), E. Gallédrait (directeur de la fouille de Pech Maho), L. Gandois (biochimiste), A. Gardeisen (archéozoologie), P. Hanoir (archéozoologie, morphométrie géométrique), L. Lamsade (éthologue), L. Mion (archéologue isotopes C et N), A.M. Moigne (paléontologue), M. Richard (médiatrice du Défi Sciences du passé Région Occitanie), M. Root-Bernstein (ethnobiologiste), A. Roussel (préhistorienne spécialiste en cémentochronologie), A. Uzunidis (préhistorienne paléoécologie), V. Vauzy (chimiste), l'équipe de l'Association Takh : J.L. Perrin (directeur), F. Drouart (responsable des transferts), H. Roche (éthologue)

Partenariats : Maison des Sciences de l'Homme SUD (MSH SUD-UIAR2035), Défi sciences du passé Région Occitanie, Universités de Toulouse et de Montpellier, Centre national de la recherche scientifique, Département de la Lozère, Site conservatoire des chevaux de Przewalski Association Takh, Parc national des Cévennes, Muséum National d'Histoire Naturelle



Biographies caballines toute une histoire !

Projets Hippographies - Vivéologie

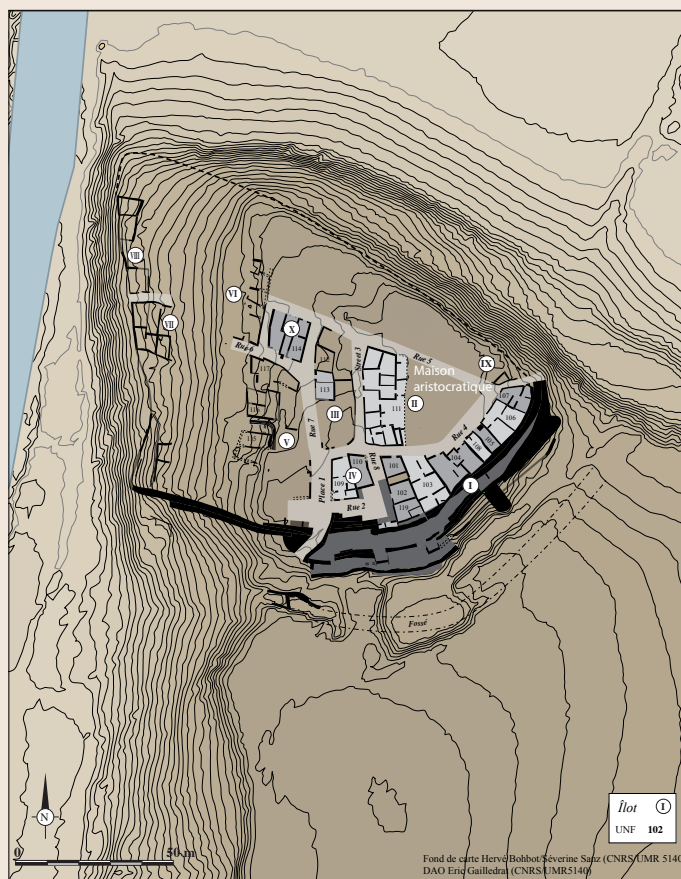


Archéologie et histoire : le site de Pech Maho

par Eric Gailledrat

Pech Maho compte parmi les sites de l'âge du Fer les plus emblématiques du Languedoc méditerranéen. Il s'agit d'un comptoir commercial établi vers 550 av. J.-C. à l'embouchure d'un fleuve (la Berre) et en bordure d'une vaste zone lagunaire (aujourd'hui largement colmatée) communiquant avec la mer. Le site fait partie d'une chaîne d'établissements qui, à partir du VI^e s. av. J.-C., émaille le littoral du Golfe du Lion. Ces comptoirs, que les Grecs désignaient sous le terme d'« *emporía* », faisaient office d'interface entre le monde indigène et les acteurs du commerce méditerranéen alors en pleine expansion, et notamment avec les Grecs phocéens, établis à *Massalia* (Marseille) dès 600 av. J.-C.

Emporion florissant et puissamment fortifié, le site affiche aux IV^e-III^e s. av. J.-C. de fortes affinités avec le monde ibérique et semble avoir entretenu des liens privilégiés avec l'oppidum de *Ruscino* (Perpignan), alors chef-lieu de l'actuel Roussillon. Durant cette période, Pech Maho se présente comme une agglomération entièrement tournée vers le commerce et le travail du métal. Ateliers, entrepôts et bâtiments publics s'organisent autour d'une ou de deux vastes maisons « aristocratiques » occupant l'espace central du plateau et abritant à l'évidence le groupe présidant aux destinées du site.



Plan de Pech Maho au III^e s. av. J.-C.

Dans le dernier quart du III^e s. av. J.-C., dans un contexte qui n'est autre que celui de la deuxième guerre punique opposant Rome à Carthage, survint un événement brutal qui conduisit à l'abandon de Pech Maho. En effet, les fouilles ont mis en évidence un incendie accompagné d'une destruction ayant affecté une grande partie du site, destruction d'autant moins accidentelle que des indices de pillage émaillent l'ensemble des quartiers.



Fosse creusée après la destruction du site de Pech Maho.

Les fouilles anciennes (1959-1979) avaient révélé l'ampleur de cette destruction, tout autant que la présence de nombreux restes d'équidés, de pièces d'armement (épées, lances, boucliers), ainsi que de restes humains. L'interprétation de cette séquence semblait aller de soi : il s'agissait à l'évidence des traces de combats ayant opposé la population locale à un agresseur doté de machines de guerre (catapultes) dont les projectiles ont été retrouvés à l'intérieur de l'agglomération. Un bûcher collectif, dressé sur les ruines, témoignerait quant à lui de la sépulture accordée aux défenseurs tués lors de l'attaque, alors attribuée aux Carthaginois d'Hannibal dont les textes anciens nous disent qu'il a effectivement remonté la côte languedocienne au moment de se diriger vers les Alpes, puis l'Italie, afin d'attaquer Rome...



Ossements d'équidés en cours de fouille : on reconnaît des connexions de membres antérieurs.



Crâne d'équidé en cours de dégagement à la fouille (Pech Maho).



Épée de type celtique dans son fourreau telle qu'elle est apparue au cours de la fouille.



Crâne humain isolé au milieu de restes d'équidés; on reconnaît des restes de côtes et une mandibule.

Les recherches récentes (2004-2012) ont cependant apporté un éclairage nouveau aux derniers temps de Pech Maho. En effet, il apparaît que cette « fin » de l'oppidum est bien plus complexe que ce qui avait été envisagé à l'époque. Si l'incendie est survenu de manière simultanée, la destruction des architectures s'est quant à elle étalée dans le temps. Une partie des ruines a fait l'objet de travaux de nivellement, voire de reconstructions ponctuelles, qui ne s'expliquent que par l'importance de la réoccupation des lieux qui intervient manifestement peu de temps après.

Des fosses sont creusées et remplies de pierres et d'amphores, plusieurs foyers sont installés au beau milieu des ruines et toute une partie de l'ancien quartier méridional est nivelée puis réaménagée de manière à recevoir des quantités très importantes de cendres mêlées de restes de nourriture ainsi que d'objets spécifiques (tels que des broches à rôti ou de l'armement) et de vaisselle brisée. Ces dépôts intentionnels témoignent indéniablement d'une consommation massive de nourriture, laissant à penser qu'un nombre important de personnes est (re)venu à Pech Maho, peut-être plusieurs fois de suite. C'est en fait l'image de véritables banquets qui s'impose, banquets dont les vestiges (y compris les vases utilisés pour boire ou manger et brisés par la suite) ont été amoncelés dans un lieu dédié.

Dans le même temps, des restes d'équidés se retrouvent en plusieurs points du site, mais leur répartition ainsi que leur mode de déposition n'est pas aléatoire. En premier lieu, ces restes appartiennent tous à des contextes postérieurs à la destruction proprement dite. Il s'agit en fait de plusieurs dizaines d'individus, effectivement tués sur place ou à proximité, dont les corps ont été découpés, éparpillés ou amoncelés.

Leur viande a en partie été récupérée, mais la violence de certaines coupes pourrait plaider en faveur d'un acte à caractère rituel, autrement dit de sacrifices. Va également dans ce sens l'association récurrente de ces restes osseux avec de l'armement, des pièces de harnachement et des éléments de char (ainsi que des amphores à vin, décollétées selon un rite bien connu en Gaule septentrionale), autrement dit à un ensemble d'objets relatifs au monde équestre et guerrier. La répartition de ces ossements n'est pas aléatoire et témoigne d'une intention symbolique, ces restes prenant principalement la forme d'amas (plus rarement de dépôts ponctuels) disposés en des endroits particuliers du site, à proximité des anciens bâtiments publics ou de la fortification, et jusque dans le fossé précédant cette dernière, à l'exclusion de l'espace central occupé antérieurement par le complexe de maisons aristocratiques évoqué plus haut.

Tout comme les restes d'équidés, l'armement mis au jour appartient principalement à cette phase post-destruction. Leur lien avec les combats ayant signifié la fin de Pech Maho est d'autant plus problématique qu'il s'agit pour ainsi dire systématiquement de fragments d'armes (lances, boucliers, épées), sur lesquels on observe parfois des traces de mutilation volontaire, comparables à ce que l'on trouve dans les sépultures contemporaines. S'il a pu s'agir d'armes récupérées sur place après les combats, ces objets semblent pour le moins avoir été exposés, dégradés par l'action du temps, puis leurs vestiges brisés et dispersés, à l'image de ce que l'on constate dans les grands sanctuaires celtiques du Nord de la France tel celui de Ribemont-sur-Ancre. Il est donc possible qu'une partie de cet armement, presque exclusivement de type celtique, ait été exposée à la manière de trophées, à l'intérieur des murs de Pech Maho et ce, dès avant sa destruction.



Autre fait troublant : plusieurs ossements humains (uniquement masculins) sont associés aux dépôts d'équidés, aux abords de la porte principale ou encore dans le fossé. Il s'agit de corps « abandonnés », autrement dit privés de sépulture. S'agit-il de guerriers morts au combat dont on se serait débarrassé ? S'agit-il d'autre chose, en l'occurrence de sacrifices ? Vainqueurs ou vaincus ? La même question se pose pour deux probables inhumations, puisqu'il ne s'agit pas du traitement funéraire « normal », l'incinération étant alors de règle en Languedoc méditerranéen au second âge du Fer...

Le point culminant de cette phase intervient au niveau de la zone concernée par les dépôts cendreux, dans la mesure où c'est précisément à cet endroit qu'a été érigé un bûcher funéraire dont on sait désormais qu'il a accueilli 18 défunts, parmi lesquels trois enfants. Le mobilier d'accompagnement, conforme à celui que l'on trouve normalement en contexte funéraire, permet d'identifier plusieurs guerriers, accompagnés sur le bûcher par leur armement, mais on présume qu'aux côtés des hommes, des femmes ont également pu être incinérées.

L'ensemble des pratiques rituelles intervenues durant cette phase de la fin du III^e s. av. J.-C. s'enchaînent selon un ordre logique, qui aboutit au bout du compte à l'érection de ce bûcher. Cet épisode funéraire vient clore l'histoire du site qui reste néanmoins fréquenté durant quelques années, possiblement comme lieu de mémoire. Le caractère exceptionnel de cette séquence au demeurant très courte dans le temps doit être mis en relation, non seulement avec le statut des personnes incinérées à qui l'on a rendu un honneur particulier, mais encore avec l'origine vraisemblablement violente de leur mort, tout autant qu'avec le statut même du site dont la « violation » a pu justifier ensuite son abandon...

Restes du bûcher collectif où se sont déroulées les crémations des défunts humains.

Archéozoologie et biographies des chevaux de Pech Maho

par Nicolas Boulbes et Armelle Gardeisen

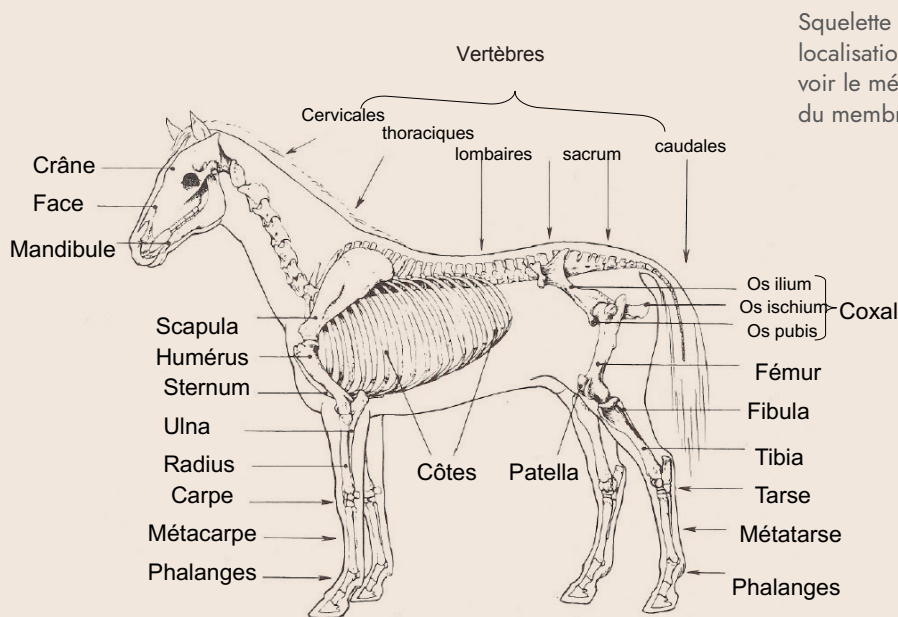
En termes d'effectif (nombre des restes squelettiques et nombre d'individus), le site de Pech Maho n'a pas d'équivalent en Gaule méditerranéenne, ce qui le hisse au rang de référentiel original de population d'équidés offrant la possibilité de caractériser leur morphologie à la fin du III^e s. av. J.-C. Par ailleurs, il nous a paru intéressant de confronter la diversité des équidés de l'assemblage de Pech Maho à celle d'échantillons aussi représentatifs et proches chronologiquement. De telles séries sont connues pour les chevaux arvernes de Gondole et laténiens de Gaule du Nord dans le site ardennais d'Acy-Romance, bien que celle-ci soit un peu plus récente et couvre les deux derniers siècles avant notre ère. La mesure des ossements (ostéométrie) fournit de précieuses informations sur la taille, les proportions et le format des individus.

Dans le graphique des métacarpes, nous avons reporté l'indice de gracilité (IG) par rapport à la longueur de l'os (échelle de Brauner), une technique couramment utilisée pour comparer la taille mais aussi la corpulence des équidés de séries archéo-



Sur le terrain : prélèvement des restes de chevaux sur le site de Pech Maho.

logiques. Cette représentation permet d'apprécier la haute diversité du cheptel équin de Pech Maho. Les quatre métacarpes attribués à l'âne, *Equus asinus*, occupent une place isolée à gauche du graphique avec des indices situés dans les catégories « graciles » et « très graciles » (voir p. 13). Cette classe n'est pas représentée chez les chevaux de notre



assemblage. Ces derniers se distribuent, certes de façon inégale, dans quatre des six catégories établies par Brauner. Les classes de « graciles » avec des indices de gracilité compris entre 13,5 et 14,5 et surtout les « mi-moyens », entre 14,5 et 15,5, sont les plus fréquentes. Globalement, la majorité des indices de ces chevaux se situe entre 14 et 15,2, c'est-à-dire autour de la limite entre ces deux catégories, un constat généralement établi pour les chevaux de l'âge du Fer de Gaule septentrionale.

Il est par ailleurs intéressant de constater que les métacarpes des plus grands des chevaux de Pech Maho ne sont pas les plus robustes. Les spécimens les plus massifs possèdent une longueur moyenne globalement comprise entre 190 mm et 210 mm, un résultat également mis en évidence chez les chevaux arvernes. La comparaison avec les synthèses ostéométriques des archéozoologues montre que les métacarpes aux indices « moyens » et surtout « mi-robuste » ($IG > 16,5$), comme c'est le cas à Pech Maho, sont relativement rares à l'âge du Fer.

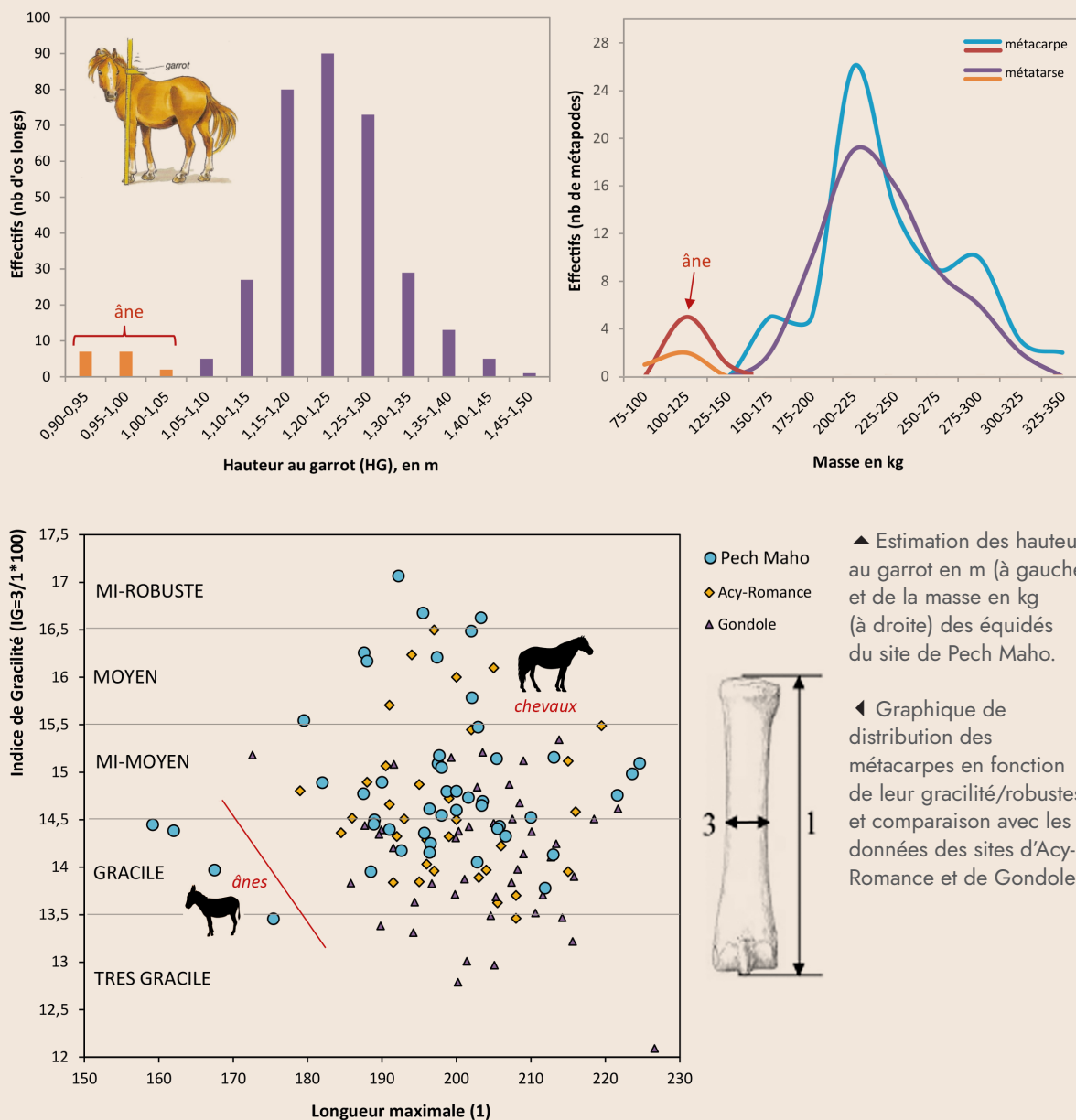
De même, la présence en Gaule de métacarpes « allongés » au-delà du seuil de 220 mm comme à Pech Maho n'est pas rare tout en restant relativement inhabituelle. Aucun des métacarpes entiers de Pech Maho n'atteint en revanche les dimensions exceptionnellement enregistrées ($L > 250$ mm) des

métacarpes de certains chevaux antérieurs à la conquête romaine.

La collection originale d'équidés de Pech Maho, constitue une source d'information unique qui documente la variabilité des équidés protohistoriques en Gaule méditerranéenne.

La stature des équidés de Pech Maho peut également être perçue au travers des estimations des hauteurs au garrot. Dans cette approche, l'ensemble des os longs (humérus, radius, fémur, tibia, métapodes, 1^{res} phalanges) est mobilisé : un coefficient multiplicateur par type d'os est appliqué à la longueur de chacun d'eux pour obtenir la hauteur au garrot. La distribution des hauteurs des chevaux de Pech Maho montrent des tailles comprises entre 1,15 m et 1,30 m au garrot (moy. = 1,23). À gauche du graphique, quelques estimations relativement faibles, entre 0,9 et 1,0 m, s'individualisent ; elles correspondent aux estimations établies pour les ossements attribués à l'âne.

La masse peut aussi être estimée à partir de certaines mesures sur les ossements, en particulier l'extrémité des métapodes (métacarpe, métatarse). Les valeurs du poids des chevaux de Pech Maho se concentrent dans un intervalle compris entre 200 et 250 kg (moy. = 234), avec des extrêmes autour

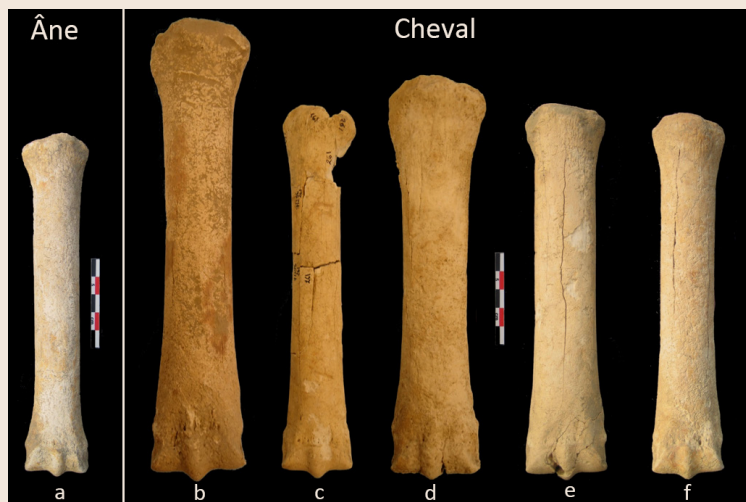


de 150 et 350 kg. L'âne de Pech Maho affiche une masse bien plus faible, comprise entre 100 et 110 kg.

L'étude ostéométrique réalisée à partir du métacarpe démontre, à l'échelle chronologique restreinte d'un événement produit autour de 200 av. J.-C., une diversité de tailles et de formes accrues, et cela avant la Conquête. Naturellement, cette variabilité va de pair avec la taille de la population caballine étudiée et celle de Pech Maho n'a pas d'équivalent en Midi méditerranéen. Les caractéristiques

morphométriques des métacarpes notamment montrent l'existence de différents formats de chevaux ainsi que l'occurrence de l'âne.

En ce qui concerne les asiniens, la détermination de l'âne à Pech Maho atteste la présence de cette espèce en Gaule méditerranéenne avant la romanisation, une réalité soulevée par son identification à Béziers dès le V^e s. av. J.-C. et à Ambrussum au III^e s. av. J.-C. Les estimations de sa hauteur au garrot et de son poids (0,96 m et 110 kg) révèlent un animal de stature et de corpulence relativement modeste.



Série de métacarpes de chevaux et d'ânes issus des dépôts d'équidés de Pech Maho.

La variabilité ostéométrique des métacarpes de chevaux se manifeste notamment au niveau de la longueur, et surtout par des différences de robustesse de la diaphyse. Si la grande majorité d'entre eux correspond aux proportions habituellement reconnues chez les chevaux indigènes gaulois, certains formats relativement robustes ou d'autres un peu plus grands émergent. Le dimorphisme sexuel jouant un rôle négligeable au niveau du squelette chez les chevaux, il est donc possible d'envisager la présence de différents « types » ou « morphotypes » de chevaux.

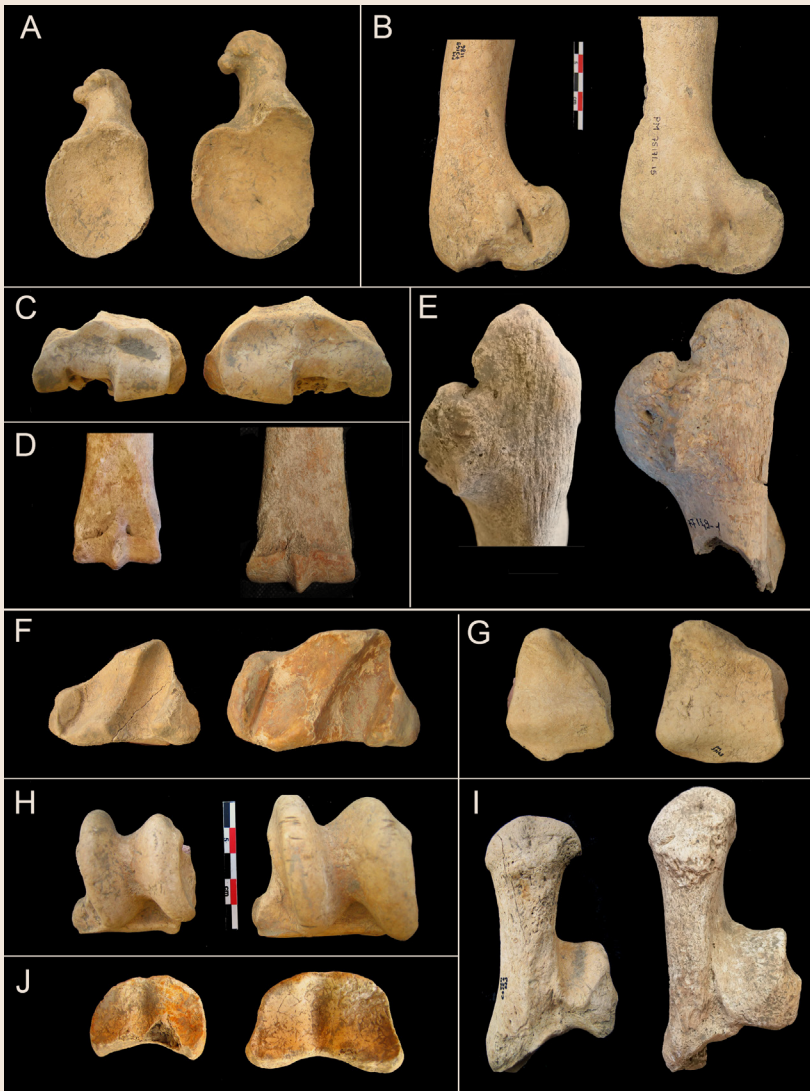
Les métacarpes allongés possèdent des proportions relativement voisines du « pool commun », mais s'isolent quelque peu du fait de leur longueur plus élevée. Des longueurs intermédiaires sont cependant attestées dans la littérature pour la période considérée. Ces spécimens un peu marginaux de la collection de Pech Maho pourraient ainsi constituer des valeurs maximales du « type gaulois ». Cette croissance isométrique relèverait davantage de l'amélioration d'un morphotype local – gestion différentielle de l'alimentation, de l'entretien et de la reproduction – que de l'apparition d'un type différent. La castration en bas âge doit également être une hypothèse à considérer dans la mesure où cette pratique d'élevage est attestée par les auteurs anciens, particulièrement dans le cas des montures militaires dont on exigeait une totale docilité lors du combat. En effet, lorsque celle-ci est réalisée

avant l'apparition des signes sexuels secondaires, elle peut induire chez l'hongre une taille plus importante causée par le retard de soudure des plaques de croissance osseuse.

La forte robustesse de certains spécimens interpelle également. Celle-ci

se manifeste surtout au niveau de la diaphyse ($IG > 16,5$), or cette région de l'os est relativement plastique, bien plus que ne l'est celle des épiphyses. En effet, les dimensions des extrémités articulaires sont ontogénétiquement reliées au niveau spécifique au comportement locomoteur et au poids, alors que les variations de la diaphyse reflètent plus l'activité de l'individu. De telles différences de proportions pourraient ainsi relever de la plasticité du phénotype au cours de la vie de l'animal et renverraient ainsi à la question de l'utilisation particulière de ces animaux ainsi que des techniques d'élevage (logement, nourrissage, soins, etc.).

Enfin, il faut garder à l'esprit le contexte guerrier à l'origine de la formation de cet assemblage qui jette un doute sur l'origine commune des équidés répertoriés. La présence de certains chevaux appartenant au groupe des assaillants doit être une hypothèse à prendre en compte (origine « romaine » ?). Dans cette réflexion, la part du commerce, des échanges, des déplacements, ou de cadeaux entre Gaulois, constituent aussi un argument à considérer pour expliquer d'éventuels mouvements d'animaux sur de grandes distances. Les variations observées, en termes de corpulence ou de taille, pourraient correspondre dès lors à leur région d'origine, leur environnement local et leurs conditions d'élevage. Le squelette des chevaux est en effet relativement sensible aux conditions du milieu et à la nature des sols sur lesquels l'animal évolue.



Ostéologie des équidés :
différencier le cheval de l'âne
par l'anatomie comparée de
l'âne (à gauche) et du cheval
(à droite) de Pech Maho.

A: scapula ; B: humérus ;
C: radius ; D: métacarpe ;
E: fémur ; F: tibia ; G: patella ;
H: talus ; I: calcanéus ;
J: première phalange.

dans la littérature archéozoologique manquent de précision quant à l'attribution spécifique d'ossements souvent isolés. Les assemblages constitués de squelettes quasi complets sont rares en archéologie et se limitent souvent à des fragments osseux ou dentaires isolés, en particulier pour les équidés qui ne participent habituellement pas à l'approvisionnement carné des populations de l'âge du Fer.

À l'échelle des populations d'équidés archéologiques, les

Ainsi, les assemblages exceptionnels découverts à Pech Maho offrent à l'histoire des relations entre hommes et chevaux un chapitre original mêlant estimations concrètes de leur taille ou de leur poids et considérations sur l'origine des différents types ainsi que sur les processus de diffusion des animaux avant la Conquête. Certes, les données acquises ne nous autorisent pas à répondre à toutes les questions avec certitude, mais elles nous permettent d'établir quelques constats que renforcent la nature et la taille des échantillons étudiés (environ 110 chevaux et 13 ânes dénombrés à ce jour).

En premier lieu, l'âne est attesté. Force est de constater que les mentions jusqu'à ce jour disponibles

données ostéométriques montrent un recouvrement partiel entre certains chevaux, de petite taille, et des ânes, de grande taille. À cela, on peut ajouter des observations diagnostiques de différenciation entre cheval et âne sur diverses parties squelettiques, sur les dents, d'une part, mais aussi sur des ossements. Cela revient, sur les images présentées ici, à repérer les différences de forme, de morphologie.

À Pech Maho, la présence éventuelle d'hybrides, tels que mule ou bardot, est envisagée, du fait de la double présence de chevaux et d'ânes, bien sûr, mais aussi du fait de la variation morphologique observée sur l'extrémité distale du métacarpe ainsi que du recouvrement de certaines données

ostéométriques. Outre l'hybridation, d'autres processus impliquant des variations morphologiques et de format doivent être examinés dans le détail, parmi lesquels celui de la castration, de la sélection au cours de la reproduction, du nourrissage, de l'utilisation (traction, monte, transport).

Le contexte archéologique constitue également un argument fort en faveur de la détermination de chevaux du fait de ce contexte de bataille attesté par l'Histoire et l'Archéologie. L'étude archéozoologique a également montré que les individus abattus au cours de cet événement guerrier de la fin du III^e s. av. J.-C. présentent des courbes de mortalité particulières. En effet, en dépit de la présence d'un jeune poulain, de rares juvéniles ainsi que d'un cheval sénile, on constate que la majorité des individus sont morts entre 5 et 8 ans ou entre 9 et 12 ans. Ce « modèle » d'abattage ou de mortalité, s'il se retrouvait dans un contexte domestique, ne correspondrait à aucune stratégie classique de gestion de cheptel. En parallèle, entre 5 et 12 ans, seul un événement accidentel pourrait justifier la mort d'animaux qui sont alors dans la force de l'âge. À ce fait s'ajoute celui de l'observation de nombreuses traces de mise en pièces et de décharnement des carcasses qui soulignent la violence de leur mise à mort ainsi que leur consommation partielle avant que le terrain recouvert des carcasses n'ait été dégagé et nettoyé par le feu. Ce fait soulève la question de l'hippophagie, qui reste rare au cours de la Protohistoire, comme l'ont montré d'autres travaux réalisés sur des sites d'habitats. Toutefois, la mort comme la consommation de la chair des chevaux de combat semble relever d'un comportement exceptionnel, tout au moins à cette échelle, et trouve certainement une explication dans les conditions extrêmes de survie des populations humaines sur place.

Ainsi, la population caballine observée autour de 200 ans av. J.-C. à Pech Maho témoigne-t-elle, avant la Conquête, d'une grande variabilité. Les morphotypes se distribuent selon le modèle de gracilité relative allant d'individus graciles à des individus mi-robustes. Plus concrètement, cela se traduit par des statures variant de 1,10 m à un peu plus

de 1,40 m de hauteur au garrot pour un poids moyen de 240 kilogrammes avec des extrêmes de 150 à 350 kilos. Mais une telle diversité ne nous permet pas de parler de races individualisées : la notion de race impliquerait de se référer à des critères morphologiques externes (allure, couleur de robe, crinière) auxquels nous n'avons pas accès, du fait même de la nature de notre documentation uniquement constituée de squelettes. Cette documentation souligne néanmoins la diversité de formes et d'allures de ces chevaux dont les fonctions étaient celles de la monte et du transport, par bât ou par traction. Nous ne sommes malheureusement pas en mesure de parler d'élevages spécialisés ou même seulement organisés, comme on l'évoque dès le VII^e siècle en Méditerranée orientale (mondes scythes, perses, grecs) dont l'histoire de la cavalerie militaire repose en grande part sur la charrerie. Quelques indices archéologiques nous amènent cependant sur la voie d'élevages tel celui identifié dans la forteresse ibérique de Els Vilars, près de Lleida, en Catalogne occidentale, au cours du second âge du Fer. Dans ce site, des inhumations de fœtus complets à l'intérieur des maisons laissent supposer que les poulains naissaient sur place, et qu'ils bénéficiaient d'un statut unique, un fait n'ayant jamais été observé jusqu'à aujourd'hui.

La question des populations animales dans les contextes historiques où les échanges, la hiérarchie sociale, les mouvements d'hommes ou de troupes impliquent assez tôt, et en tout état de cause avant la conquête romaine de la Gaule méridionale, des déplacements qui se traduiraient pour les archéozoologues, par une diversification des types de chevaux. Les variations des morphologies sont observées à l'échelle de caractéristiques anatomiques considérées comme diagnostiques mais rien n'indique une véritable stratégie d'importation contrôlée ou de reproduction forcée : certes la saillie mulassière comme la castration sont potentiellement pratiquées, de même qu'une certaine forme d'élevage, d'entretien et de dressage des chevaux est probable. Seul un échantillon significatif peut mettre en évidence une telle variabilité, et c'est là tout l'apport des dépôts d'équidés de Pech Maho.

Étudier les animaux du passé grâce à l'archéozoologie

par Armelle Gardeisen

L'archéologie est une science interdisciplinaire par essence, car elle combine toutes les disciplines qui concourent à la compréhension d'un gisement archéologique : sa naissance, son histoire, son évolution, son environnement matériel, domestique, technique, ainsi que le milieu naturel dans lequel il a évolué. Cette combinaison complexe de disciplines englobe les études géomorphologiques et sédimentaires, chronostratigraphiques, l'urbanisme, l'architecture ainsi que les études de mobiliers archéologiques : écofacts, à savoir tous les restes d'origine biologique, animale ou végétale, ou artefacts tels les céramiques (pots divers, vases, amphores, de conservation, de préparation, ou de consommation), les terres cuites (objets manufacturés, statuette), les objets métalliques divers (armes, bijoux, batterie de cuisine à caractère domestique ou rituel), l'industrie lithique (outillage technologique), l'industrie sur matière dure animale (petit outillage, parures), ou encore les pierres aménagées (meules, broyeurs).

L'archéozoologie est une discipline de l'archéologie qui s'intéresse à tous les témoins et toutes les traces de présence animale dans les contextes archéologiques du passé. Cette discipline, très riche et en plein essor depuis plusieurs décennies, se consacre plus particulièrement à l'étude de ce que l'on appelle les « assemblages fauniques ». Ces assemblages,

dit également archéozoologiques, sont constitués de restes squelettiques sous forme d'ossements, de dents, de bois ou de chevilles osseuses provenant des animaux qui ont fréquenté ou partagé l'environnement humain aux différentes époques de l'occupation des sites archéologiques. Actuellement, grâce aux progrès des techniques et des évolutions technologiques, l'archéozoologie diversifie ses approches grâce à de nouvelles méthodes issues de disciplines complémentaires telles que la biochimie isotopique, la paléogénomique, la tracéologie, etc., afin de répondre à des questions spécifiques,



Un assemblage faunique tel qu'il se présente sur la table de travail de l'archéozoologue.

toujours relatives aux animaux : leur reconnaissance exacte, leur position phylogénique, leur âge, la saison de leur mort, leurs habitudes alimentaires, leur origine géographique, leur nature carnée et consommable, la façon dont les sociétés les ont intégrés à leurs systèmes : alimentaires, productif, religieux, social ou culturel.

L'assemblage faunique : un mobilier archéologique comme un autre ?

À l'origine de l'archéozoologie, qui lui emprunte la méthode de l'anatomie comparée, se trouve la Paléontologie, avec laquelle elle présente un point commun original : elle est, en plus d'une science biologique, une science historique. *Biologique* car elle tente de reconstituer l'organisation des êtres disparus, et *historique* car elle met en évidence le renouvellement incessant des animaux qui résulte de l'évolution des organismes sous pression humaine ou environnementale.

L'étude des restes fauniques en contexte archéologique ouvre tout un champ de recherche autour de la présence et du rôle tenu par les animaux dans les sociétés antiques. La première étape de l'analyse archéozoologique consiste

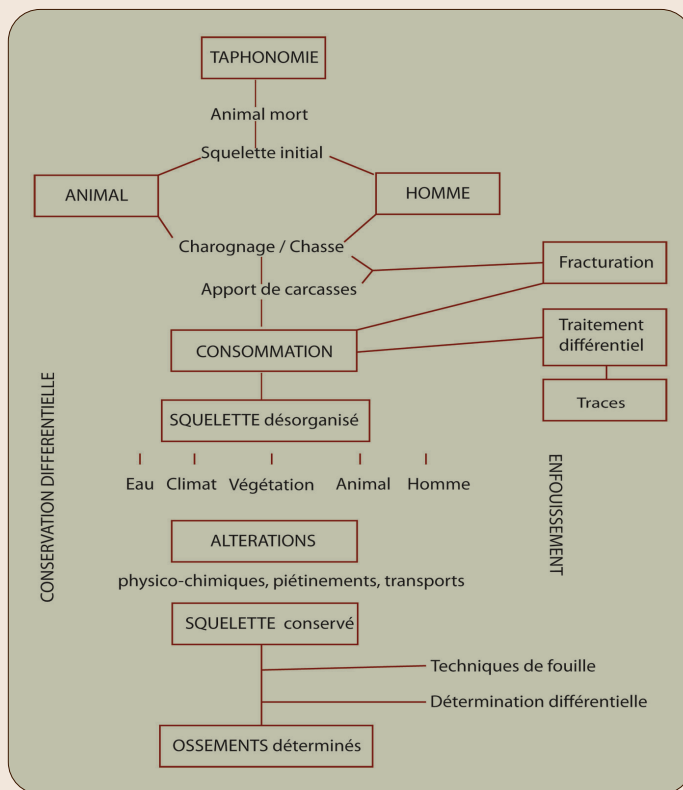


Schéma des différentes étapes et événements liés à l'enfouissement des ossements.

à contrôler la validité de l'assemblage étudié en fonction de son contexte archéologique, de sa nature, de son état, de son caractère homogène ou non, des techniques de fouilles mises en œuvre, etc., afin de pouvoir engager une réflexion sur sa signification et son interprétation en terme comportemental : alimentaire, rituel, symbolique, accidentel. À cette fin, l'étude taphonomique constitue un prérequis à l'analyse archéozoologique.



Sur le terrain, le prélèvement des restes animaux nécessite une grande attention et précision : c'est dans un tel cas de figure que vous verrez un archéologue travailler avec un outil très fin et un pinceau !

ASSEMBLAGE FAUNIQUE = mobilier archéologique

La signification de l'assemblage est étroitement liée au CONTEXTE archéologique

Le contexte induit :

- Dans quel environnement?
- Nature de la population animale
- Quelles sont les portées de ces estimations?
- Quelle est l'origine de l'assemblage?
- Quelle est sa signification?
- La faisabilité de l'étude

Des comportements

- Subsistance
- Choix économiques
- Traitement de l'animal de son vivant et à partir de sa mort
- Zootechnie
- Comportements « culturels »
- Production animale ou de produits animaux
- Commerce / échange
- Exportation / importation

Ce que nous apprend l'assemblage archéozoologique dans son contexte archéologique.

ASSEMBLAGE FAUNIQUE

Les comportements, et par conséquent les contextes de déposition, de rejets, d'abandon vont induire la NATURE de l'assemblage :

- Sa composition
 - Espèces
 - Mortalité
 - Répartition anatomique
- Son état
 - Filtre des processus d'exploitation
 - ◆ Techniques bouchères
 - ◆ Gestion des déchets
 - ◆ Remaniements
 - Taphonomie
 - ◆ Fragmentation, Dispersion postdépositionnelles
 - ◆ Notion de dépôt « primaire », « secondaire »

Et en amont des comportements: des choix et des contraintes générés, gérés et subis par une société déterminée localisée dans le temps et dans l'espace

- Des choix
 - Economiques, culturels, culinaires, affectifs
- Des contraintes
 - Environnementales, climatiques, économiques, culturelles, religieuses

Déterminer la nature de l'assemblage, sa constitution, ses informations.

Dans un second temps, les animaux présents sont mis en évidence, ainsi que l'environnement dans lequel ils ont évolué, de manière à proposer une description des populations animales reconnues. Au-delà de l'étude strictement zoologique, il est primordial de s'interroger sur la portée de ces observations dans le but de déterminer l'origine de l'assemblage et par conséquent sa signification archéo-historique. Comment ces éléments se sont retrouvés dans les couches? Quel est l'agent, humain, animal ou naturel, à l'origine de leur présence? Quel est le degré de modification des carcasses entre le moment de

leur déposition dans le sol et celui de leur extraction par la fouille?

On procède ainsi à un certain nombre d'observations qui relèvent des méthodes classiques de l'archéozoologie: spectres fauniques, courbes de mortalité, répartitions anatomiques, rapports entre nombre de restes (NR) et nombre minimum d'individus (NMI), tandis que les observations des surfaces osseuses mettent en évidence des techniques bouchères, la gestion des déchets culinaires, des remaniements potentiels des dépôts, ainsi que des

ANIMAL VIVANT		ANIMAL MORT	
● Produits bruts	▶ chaleur, excréments lait, laine reproduction	● Produits bruts	▶ cuir, corne, os viande, sang, graisse, combustible
● Produits élaborés	▶ fromages, fertilisants textiles, cordages	● Produits élaborés	▶ cuisine, conserve salaison, charcuterie sauce, colle, peaux
● Produits associés	▶ céramique, peson, harnachement, attelage structures de cuisson	● Produits associés	▶ céramique, broches grill, fours, esse, couteau, couperet
● Services	▶ monte, traction transport, garde compagnie, jeux, guerre	● Services	✕ aucun
● Techniques	▶ pratique d'élevage et de chasse reproduction, domestication médecine humaine, vétérinaire	● Techniques	▶ découpe bouchère, manufacture artisanale amélioration produits
● Symbole	▶ statut social, politique, vecteur de pouvoir	● Symbole	▶ crâne, dents, plumes trophées
● Modèle mobilier	▶ iconographie (mosaïque, céramique, objets, stèles) figurines, bijoux, statues, armes	● Modèle mobilier	✕ aucun

Les animaux, leurs productions et leurs services de leur vivant et après leur mort.

phénomènes de dispersion post-dépositionnelle en introduisant la notion de dépôt « primaire » ou « secondaire ».

L'assemblage faunique permet d'appréhender les comportements qui ont présidé à sa mise en place dans le sédiment : comportements de subsistance et de consommation, comportements économiques régulés par des choix ou des contraintes, comportements humains vis-à-vis de l'animal dans ses deux états (vivant puis mort) et enfin comportements techniques (zootechnie, pratiques d'élevage, pratiques bouchères).

C'est à cette idée de comportement que nous nous référons en permanence dans la mesure où les restes animaux sont liés à des choix et des contraintes générés, gérés et subis par une société déterminée, localisée dans le temps et dans l'espace. Les motivations à l'origine de ces comportements peuvent être économiques, culturelles, symboliques, sociales,

ou religieuses... quant aux contraintes éventuelles, elles sont potentiellement environnementales, climatiques, économiques, culturelles ou religieuses.

Afin d'identifier toutes les informations tirées de la présence animale, au-delà de la simple étude archéozoologique, les informations acquises sont accompagnées de diverses disciplines dont les caractéristiques, méthodes et objectifs, sont présentées au fil de l'exposition.

Dans le cadre des projets Hippographies-Vivéologique qui servent de support à l'exposition *Le cheval, toute une histoire !*, l'analyse archéozoologique globale, pour les sciences du passé, est couplée à des approches émanant des sciences du vivant sur des populations caballines actuelles : l'objectif étant de revenir à des données individuelles, et de retracer ainsi les histoires de vies des chevaux étudiés, en un mot, de nous raconter des biographies caballines.

Reconstituer l'alimentation des chevaux

par Antigone Uzunidis

Depuis 700 000 ans, les chevaux modernes occupent l'Europe. Répandus sur quasiment tout le territoire, ils se sont adaptés à des conditions écologiques variées depuis les steppes froides jusqu'aux maquis méditerranéens. L'un des facteurs qui explique leur succès est leur capacité à adapter leur alimentation depuis leur consommation d'essences arbustives jusqu'à celle focalisée sur les graminées. Alors que les chevaux s'étaient adaptés avec succès aux grandes variations climatiques passées du Pléistocène (entre 700 000 et 12 000 ans avant le présent), l'avènement de l'Holocène, il y a environ 12 000 ans, provoque une importante réduction démographique. Les populations, sauvages, s'éteignent peu à peu en Europe. Enfin, il y a environ 2 200 ans, le cheval, après avoir été domestiqué en Asie centrale, se répand de nouveau sur le continent.

Dorénavant, les chevaux n'ont plus le même statut. Les populations sauvages sont quasiment toutes éteintes sur le Globe et les humains contrôlent l'élevage des populations domestiques. Les fonctions des chevaux au sein des sociétés humaines sont alors variées. Il peut être un animal de bât, de transport, une aide agricole, producteur de ressources (viande, lait, cuir, crin) ou encore, un animal de

guerre. Les modalités de l'élevage des chevaux se trouvent à l'interface de plusieurs contraintes : le contexte environnemental dans lequel ils se trouvent, les objectifs socio-économiques de l'élevage et les connaissances hippo-techniques des sociétés humaines elles-mêmes. Retracer ces modalités permet alors de reconstituer les relations entretenues entre les sociétés et leurs troupeaux.

L'alimentation des chevaux témoigne des pratiques d'élevage passées. Elle permet de mesurer le niveau de contrôle exercé par les humains depuis un élevage contraint : enfermé en écurie ou paddock jusqu'à l'interventionnisme minime, élevage en semi-liberté sans affouragement. Un problème apparaît immédiatement : le manque de référentiel sauvage. En effet, pour comprendre l'effet des humains sur l'alimentation des chevaux domestiques, il faut pouvoir la comparer avec celle des chevaux sauvages de mêmes milieux, qui ont disparu. L'étude des chevaux de Przewalski du causse Méjean permet d'obtenir un référentiel pour les milieux subméditerranéens. Il permettra de comprendre les modalités d'élevage des chevaux domestiques des sites archéologiques de ce milieu, comme les 110 individus retrouvés dans le site de Pech Maho (Aude) daté de l'Âge du Fer (III^e s. av. J.-C.).

L'étude de l'usure dentaire

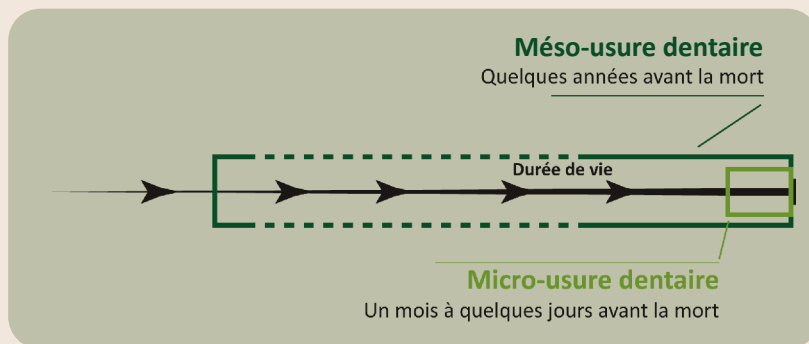
L'étude de l'usure des dents permet de reconstituer la diète des individus à travers l'étude des traces laissées par les aliments sur celles-ci. Elle fait référence à deux méthodes correspondantes elles-mêmes à deux échelles d'analyse qui reconstituent des périodes différentes de la vie de l'animal.

La première est la méso-usure dentaire. Elle correspond à une observation macroscopique, c'est-à-dire à l'œil nu, de la forme des cuspides des dents. Elle permet de reconstituer la diète des dernières années de vie des individus. La méthode est basée sur le principe que les cuspides des dents se transforment au cours de la vie en fonction de l'importance des frottements que les dents rencontrent. Si les dents se confrontent à des aliments très abrasifs, comme l'herbe qui contient des éléments siliceux, la cuspide va s'araser (abrasion). Si, au contraire, la dent mastique des aliments tendres comme les feuilles qui ne contiennent aucun élément particulièrement

abrasif, ce sont les dents entre elles (inférieures et supérieures) qui s'aiguiseront, provoquant un appointement des cuspides (attrition).

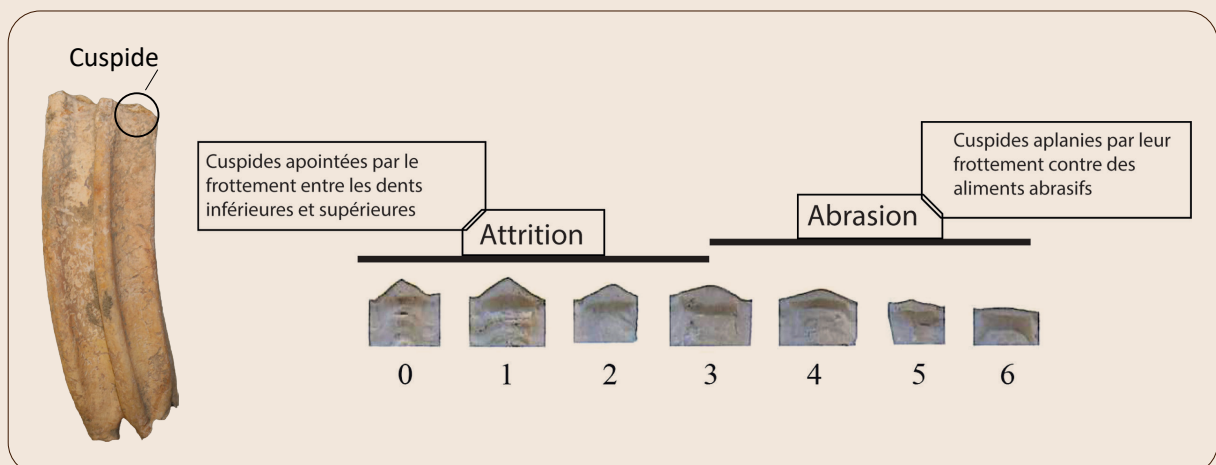
La seconde est la micro-usure dentaire. Elle correspond à une analyse microscopique de la surface de l'émail des dents. Elle permet de reconstituer la diète des derniers jours ou semaines de la vie des individus. La surface de l'émail est inspectée à l'aide d'une binoculaire ou d'un microscope afin de comptabiliser les micro-traces laissées par la mastication des aliments. Parmi ces micro-traces, les rayures sont particulièrement informatives. C'est le frottement des phytolithes durant la mastication qui provoque l'apparition de ces marques. Les phytolithes sont des petits éléments siliceux, abondants dans l'herbe et rares dans les autres essences végétales.

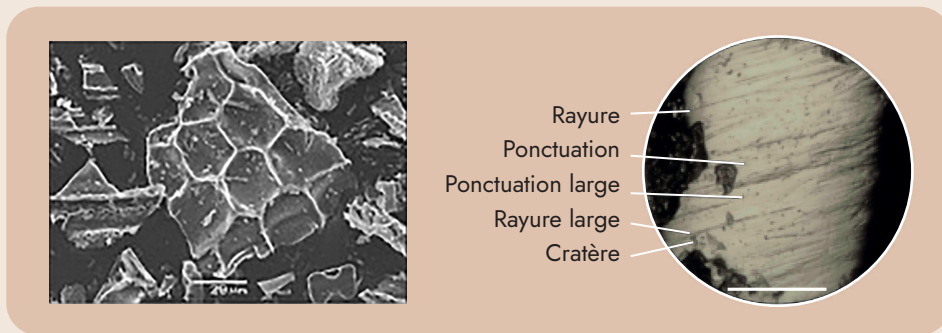
Ces deux méthodes, méso- et micro-usure dentaire, permettent de classer les herbivores en quatre catégories alimentaires :



◀ Représentation schématique des périodes étudiées par la méso- et micro-usure dentaire dans la vie de l'animal.

▼ Représentation des formes de cuspides chez le cheval selon leur degré d'abrasion ou d'attrition.





À gauche : phytolithes (grossissement x400). À droite : exemple d'une surface occlusale d'équidé légendée de différentes caractéristiques observées à une échelle microscopique (grossissement x35).

- Les brouteurs, qui se focalisent sur les éléments tendres comme des feuilles d'arbres et d'arbustes.
- Les paiseurs, qui consomment essentiellement des herbacées.
- Les mangeurs-mixtes, qui ne sélectionnent pas les végétaux entre les deux catégories précédentes ou qui alternent entre l'une et l'autre.
- Les frugivores, qui consomment des fruits.

Qu'en est-il à Pech Maho ?

L'étude de la micro-usure dentaire des chevaux de Pech Maho montre que les caractéristiques de l'alimentation de cette population sortent de la

variabilité connue actuellement chez cette espèce. Caractérisés par un faible nombre de rayures et un grand nombre de ponctuations, ces paramètres indiqueraient la consommation de feuilles et branchages associés à de la poussière. La majorité des populations de chevaux se retrouvent normalement le plus souvent dans l'ellipse des « grazers » (= paiseurs), consommateurs de graminées. Deux hypothèses pourraient expliquer la diète des chevaux de Pech Maho : 1) une forte intervention humaine dans leur alimentation (enfermement dans un paddock, affouragement exclusivement manuel) ; 2) les spécificités de la végétation méditerranéenne des causses dont l'effet sur la diète des chevaux est encore mal

connu. La comparaison de l'alimentation de la population de Pech Maho à celle du causse Méjean pourrait permettre de trancher entre ces deux hypothèses.

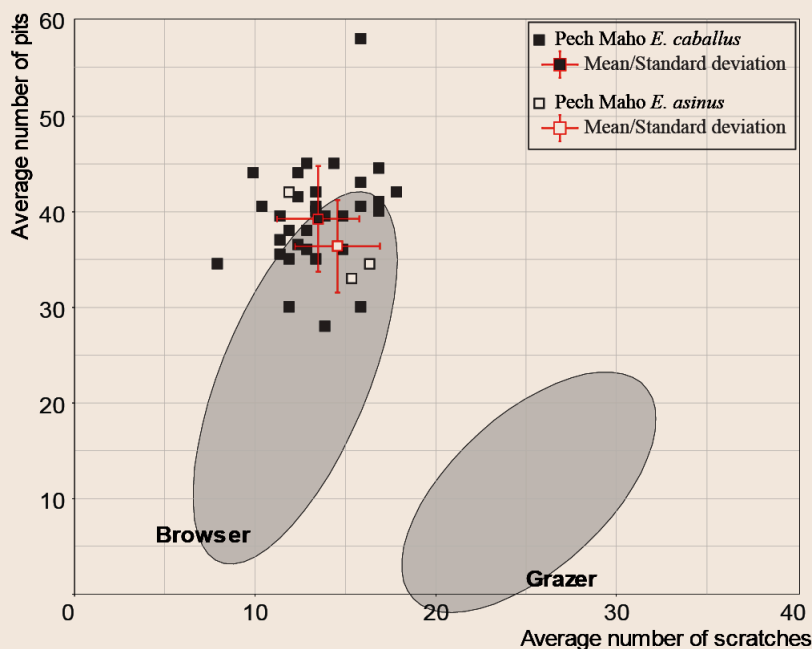


Diagramme bivarié représentant l'alimentation des chevaux et des ânes de Pech Maho des derniers jours (micro-usure dentaire). Les ellipses représentent les intervalles de confiance (95%) des caractéristiques de la diète des brouteurs (browsers) et des paiseurs (grazers).



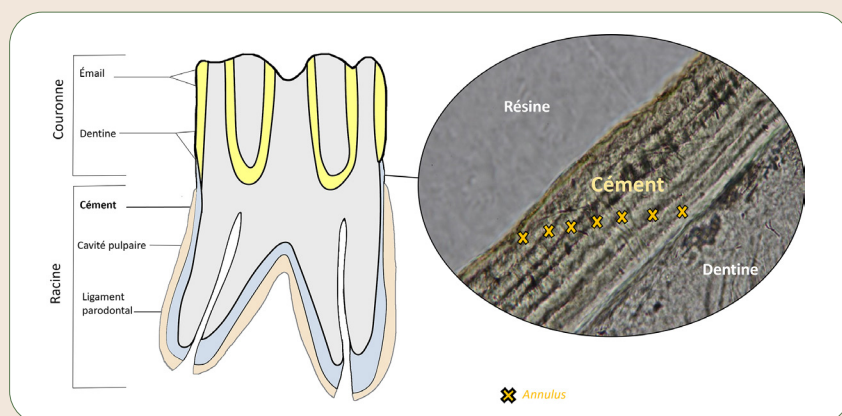
La cémentochronologie appliquée à l'archéologie

par Audrey Roussel

La cémentochronologie est une méthode qui permet la détermination de l'âge et de la saison de mort des individus. Champs d'étude de la squelettochronologie, la cémentochronologie s'attache à décrire les marques de croissance enregistrées au sein du ciment des dents de mammifères. Les dents sont parmi les premiers éléments de l'appareil masticatoire. Une dent est constituée de 3 tissus durs : la dentine, l'émail et le ciment. Elle est séparée en deux parties : la couronne, partie supérieure de la dent, est visible dans la bouche. Cette partie est constituée de dentine recouverte par de l'émail. La racine, partie inférieure, est enchâssée dans son alvéole au sein de la mâchoire. Elle est aussi constituée de dentine, mais recouverte cette fois de ciment. Le ciment est donc un tissu minéralisé qui recouvre la surface de la racine dentaire.

Le ciment se met en place dès la formation de la racine dentaire et se dépose selon un cycle annuel jusqu'à la mort de l'individu ou la chute de la dent. Sa croissance varie saisonnièrement et se manifeste à l'échelle microscopique par une alternance de dépôts, l'un se formant à la saison chaude et l'autre durant la saison froide. Une paire de dépôts équivaut donc à un an, et l'ensemble des paires enregistrées au nombre d'années depuis l'éruption (sortie) de la dent. Enfin, le dernier dépôt en formation, selon sa nature, correspond à la saison durant laquelle l'animal est mort.

Les « couches larges » à croissance rapide, qui se forment durant la saison chaude sous nos latitudes (printemps-été-hiver), sont appelées « Zones » (ZC). Les « couches étroites » à croissance lente,



Section d'une première molaire inférieure (M1) de cerf (*Cervus elaphus*). Lumière naturelle transmise, grossissement x400.

qui se forment durant la saison froide, sont nommées *annuli* (A). Enfin, les « lignes d'arrêt de croissance » (LAC) sont des structures de faible épaisseur (quelques microns) qui peuvent exister au sein d'un *annulus* ou en alternance avec les couches de croissance rapide. Les *annuli* et les LAC correspondent à des périodes de discontinuité de déposition du ciment et sont plus minéralisées que les Zones, ce qui explique leur différence de propriétés optiques lors de l'observation au microscope.

Historiographie des recherches

Le ciment a été identifié pour la première fois à la fin du XVII^e siècle mais les premières descriptions formelles, pour les hommes et les animaux, ne remontent qu'à la fin du XIX^e siècle avec une synthèse des premières connaissances réalisée en 1887 par Robert Black (pionnier de la caractérisation scientifique du ciment dentaire). Il faudra ensuite attendre les années 1950 avant l'exploration du ciment par les biologistes spécialisés en zoologie dans le but de connaître l'âge des animaux.

La cémento-chronologie a été appliquée sur du matériel archéologique dès la fin des années 1960. Les questionnements différant entre les zoologues, les archéologues ont développé cette méthode dans le but d'obtenir l'âge de l'animal, mais surtout pour répondre à des problématiques de saisonnalité. La méthode a été particulièrement développée en archéologie à la fin des années 1980 et au début 2000. Après quelques essais infructueux dus aux méthodes de préparations non adaptées au matériel ancien, un protocole spécifique de préparation, d'observation et d'analyse a été mis en place pour les dents fossiles. Les racines de dents sont enrobées dans de la résine, découpées en sections puis amincies, avant d'être montées sur des lames de verre. Ces lames minces pétrographiques sont observées au microscope polarisant sous lumière naturelle, lumière polarisée et avec insertion d'une lame lambda. À partir des années 2000, les analyses sont plus standardisées et sont appliquées dans le cadre de grandes études comparatives chronologiques et régionales.

Ces dernières années, la cémento-chronologie connaît un nouvel essor en archéologie, à travers des applications plus diverses, et parfois conjointes à d'autres méthodes telles que l'usure dentaire ou les analyses isotopiques.

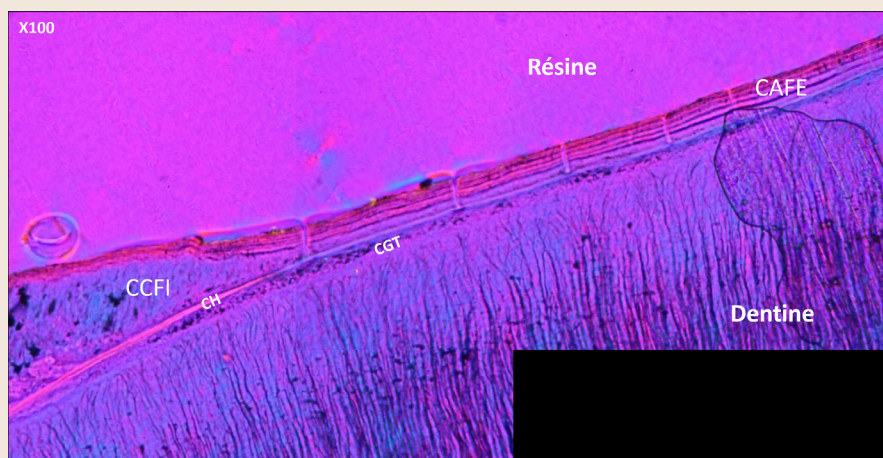
Mécanismes de formation du ciment

Contrairement à l'émail et la dentine, les rythmes de dépositions du ciment semblent sous le contrôle d'un rythme circannuel. Même si, en l'état actuel des recherches, mécanismes moléculaires et physiologiques ne sont pas connus précisément, la périodicité annuelle des dépôts de ciment est attestée pour de nombreuses espèces de mammifères, sous différentes latitudes (régions tropicales à polaires), et selon des modes de vie (terrestre, aquatique, hibernation), des types de dents ou des régimes alimentaires variés. Différentes hypothèses ont été avancées pour expliquer cette alternance saisonnière, notamment l'implication de facteurs biomécaniques, exogènes et endogènes dans la minéralisation du ciment.

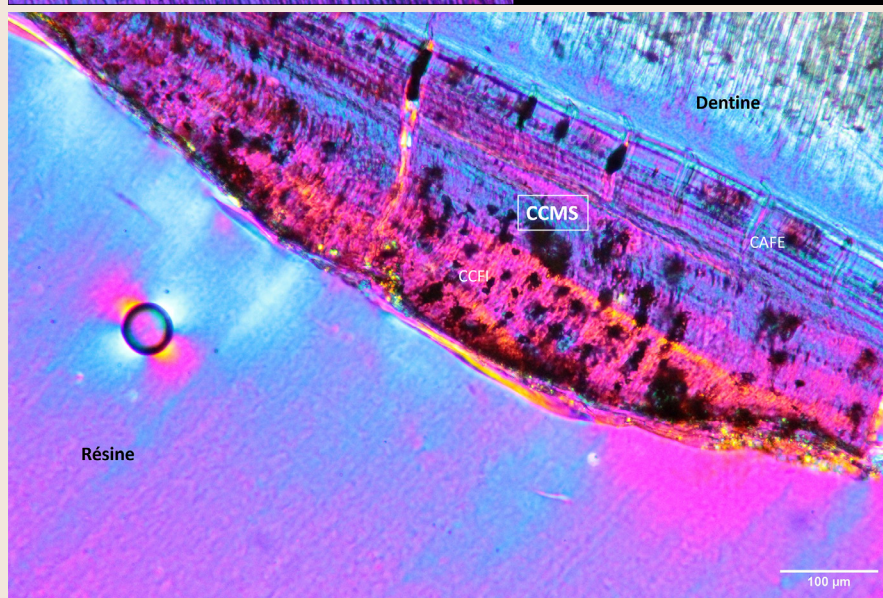
Plusieurs facteurs paraissent donc impliqués dans les variations de croissance du ciment et semblent interagir entre eux sans que l'on puisse en identifier les plus déterminants. L'alternance saisonnière semble avoir une cause multifactorielle, impliquant des facteurs endogènes primaires (génétiques) et une influence probablement secondaire des facteurs exogènes environnementaux (photopériodisme, disponibilité de la nourriture, variation de la température).

Caractéristiques du ciment

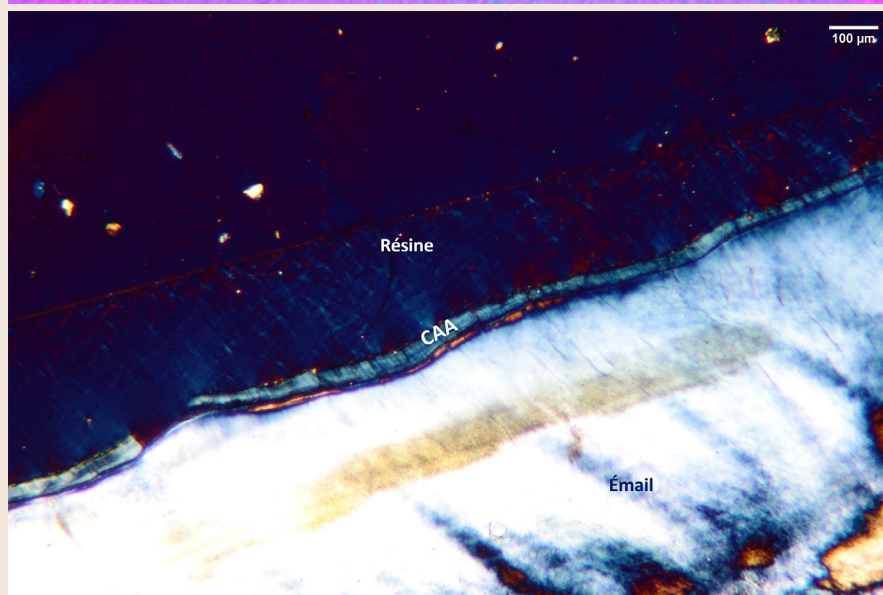
Le ciment est l'un des quatre tissus, avec l'os alvéolaire, le ligament parodontal et la gencive, qui maintiennent la dent dans son alvéole. Similaire en composition chimique et en propriétés physiques à l'os, il est cependant avasculaire et n'a pas d'innervation. Il est composé de 65% de matière inorganique (hydroxyapatite avec quelques autres éléments), 23% de matière organique (collagène de type I) et 12% d'eau. Le ciment a pour fonction principale d'ancrer la dent dans la gencive. Il se forme durant toute la vie de la dent, généralement



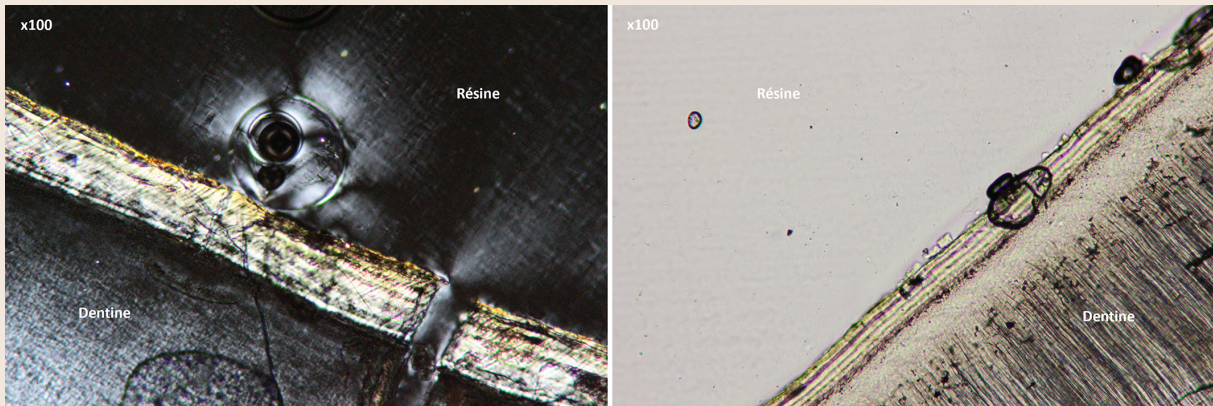
Section de première molaire inférieure (M1) de cerf (*Cervus elaphus*). Observation microscopique en lumière transmise polarisée et avec lame demi-onde (λ). Échantillon archéologique (Mandrin, c.D). CAFE : ciment acellulaire à fibres extrinsèques ; CCFI : ciment cellulaire à fibres intrinsèques ; CH : couche hyaline ; CGT : couche granuleuse de Tomes.



Section de quatrième prémolaire inférieure (P4) de cerf (*Cervus elaphus*). Observation microscopique en lumière transmise polarisée et avec lame d'onde (λ), x100. CAFE : ciment acellulaire à fibres extrinsèques ; CCFI : ciment cellulaire à fibres intrinsèques ; CCMS : ciment cellulaire mixte stratifié ; CH : couche hyaline ; CGT : couche granuleuse de Tomes.



Section de troisième molaire inférieure (M3) de bison (*Bison priscus*). Observation microscopique en lumière transmise polarisée et avec lame d'onde (λ), x50. CAA : ciment afibrillaire acellulaire ; CH : couche hyaline ; CGT : couche granuleuse de Tomes.



À gauche : section M2 inférieure d'aurochs (*Bos primigenius*) en lumière polarisée transmise.
À droite : section M2 inférieure de cerf (*Cervus elaphus*) en lumière naturelle transmise.

sans interruption ou remodelage. Il maintient la couronne en position effective d'occlusion en attachant la dentine au ligament parodontal et protège l'intégrité de la dent. Il a aussi des fonctions adaptatives et réparatrices.

Il existe plusieurs variétés de ciments qui dépendent de l'origine de la matrice organique, de leur fonction et de leur localisation sur la racine. Les trois principales sont le CAFE, le CCFI et le CCMS.

Le ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE) se trouve principalement à la jonction entre la couronne et la racine de la dent. Le CAFE est le premier ciment formé. Il se met en place dès la formation de la racine, alors que le ciment cellulaire à fibres intrinsèques (CCFI) se développe lorsque la dent entre en occlusion.

Ce ciment a pour fonction principale d'attacher les racines au ligament parodontal et à l'os alvéolaire. Les dépôts saisonniers sont plus réguliers dans le ciment acellulaire que dans le ciment cellulaire, et donc plus utiles pour quantifier la vitesse de déposition. Ce ciment est donc particulièrement indiqué pour rechercher la saisonnalité.

Le ciment cellulaire à fibres intrinsèques (CCFI) est plus épais que le ciment acellulaire. En raison de sa rapidité de développement, des cémentoblastes (cellules productrices du ciment) sont fréquemment englobés dans la matrice et deviennent des

« cémentocytes ». Ces derniers finissent par mourir, laissant des vides caractéristiques appelés *lacunae*. Ce type de ciment se retrouve principalement à l'extrémité de la racine ou dans l'espace inter-radiculaire. Le CCFI a pour fonction principale de remplir les vides entre la racine et le ligament parodontal au moment de l'éruption. Bien qu'il n'ait pas de fonction directe dans l'attachement dentaire, sa capacité à croître très rapidement participe au maintien de la dent dans son alvéole et a une fonction réactionnelle de réparation. Si le décompte de l'âge est possible dans ce type de ciment, l'irrégularité des phases de croissance et de l'épaisseur des dépôts ne permet pas l'obtention d'indications fiables sur la saison de mort.

Le ciment cellulaire mixte stratifié (CCMS) est une combinaison des deux premiers types de ciment. Il est constitué par des couches de CAFE en alternance avec des couches de CCFI ou par des inclusions ponctuelles de cémentocytes dans les couches de CAFE.

En plus des trois types principaux, on peut aussi trouver chez certains taxons un ciment afibrillaire acellulaire (CAA) qui recouvre une partie de la couronne. Ce ciment se retrouve particulièrement sur l'émail de certains ongulés herbivores. Situé sur et le long de la jonction émail/ciment, il est présent sous forme de bandes ou patches de ciment acellulaire. Il n'a donc pas de rôle d'attachement et sa fonction générale reste inconnue.

Détermination de l'âge et de la saison de mort chez les ongulés

Les méthodes archéozoologiques basées sur l'éruption et l'usure dentaire permettent d'estimer des âges individuels relativement précis et ce, pour les jeunes individus. Quand leur précision est au mois près, il est possible d'estimer la saison de la mort de ces jeunes animaux, en prenant en compte la période de mise bas, qui est bien circonscrite à une période de l'année chez de nombreux ongulés sauvages. Comparativement aux méthodes précédentes, la cémentochronologie présente l'avantage de s'appliquer à l'ensemble des individus d'une population, sans distinction d'âge ou de sexe, et donc de connaître avec précision les âges des individus adultes. Il n'y a pas non plus de biais induit par une estimation erronée de la période de mise bas ou d'impact majeur des facteurs alimentaires. Elle présente donc une meilleure précision et reproductibilité dans la détermination de l'âge chez de nombreux ongulés.

Chez de nombreuses espèces d'ongulés de l'hémisphère Nord (en zones tempérées et sous des latitudes comprises entre 40 et 60° Nord), les dépôts à croissance rapide (ZC) apparaissent entre avril et fin novembre et les dépôts à croissance lente (*Annuli* et LAC) entre décembre et mars. Lorsque la dernière couche de ciment à s'être formée est une Zone de Croissance, la proportion de croissance de cette couche par rapport aux ZC complètes peut être quantifiée pour mieux préciser l'estimation de la saison de mort selon les correspondances suivantes.

Le premier dépôt de ciment se met en place dès la formation de la racine et l'éruption de la dent. Ainsi, les premières molaires apparaissant dans les premiers 6 mois de la vie des ongulés, le nombre de doublets annuels observés donne directement l'âge en années des individus. En revanche, il faut ajouter un an pour la deuxième molaire (M2) et deux ans pour les prémolaires et la troisième molaire (M3).

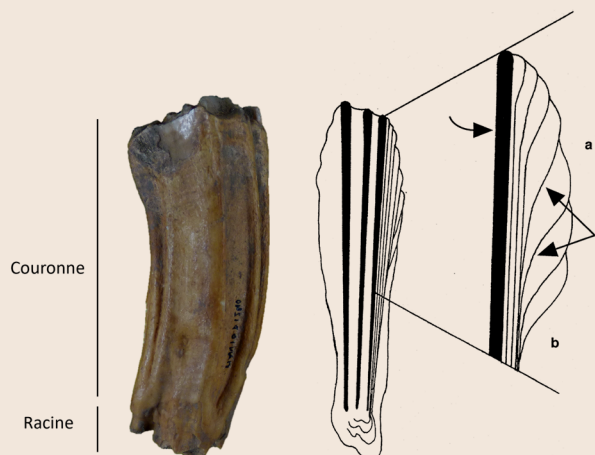
Il existe des variations de nature et d'épaisseur des dépôts de ciment entre les dents d'une même espèce, par exemple entre les prémolaires et les molaires. Ces variations sont dues aux différences

de fonctions de ces dents et de pressions mastica-toires subies. Des différences sont observables aussi entre différentes espèces, les formes et fonctions des dents reflétant les régimes alimentaires des animaux.

Ainsi, chez les bovidés qui sont majoritairement des herbivores pisseurs et qui ont des dents hypso-dontes (c'est-à-dire à couronnes hautes et à croissance prolongée), le CAFE est souvent restreint au niveau du collet. Les zones sont larges, très fibreuses et les *annuli* plus épais. Sur le reste de la racine, il n'est pas rare d'observer des dépôts de ciment mixte (CCMS), voire uniquement des dépôts de type cellulaire (CCFI). Le ciment coronal (CAA) est aussi commun chez ces taxons.

Les cervidés eux, avec un régime alimentaire de type brouteur et des dents de type brachyodonte (à couronne basse), se prêtent particulièrement bien à l'analyse du ciment. Les dépôts de ciment sur les dents jugales sont de type CAFE sur une grande partie de la racine. Les zones de croissances sont régulières et fines et les *annuli* apparaissent sous forme de fine ligne de type Ligne d'Arrêt de Croissance.

Contrairement aux cervidés et bovidés, la cémento-chronologie a peu été développée pour les équidés. Les équidés étant des hyper-hypsodontes, leurs dents ont une longue période de croissance et une éruption continue, elles se prêtent donc moins bien



Coupe transversale d'une dent mandibulaire de cheval.

à l'analyse du ciment. Le ciment étant présent à la fois sur la couronne et sur la racine, il se dépose sur une surface d'émail en partie résorbée ce qui le rend particulièrement difficile à interpréter.

Mises à part quelques études pionnières et de très rares tentatives d'application sur du matériel archéologique, l'analyse du ciment dentaire des équidés reste encore largement à développer. Or, les chevaux étant des taxons majeurs dans de très nombreux sites préhistoriques et historiques, réussir à estimer l'âge et la saison de mort de ces animaux constituerait une avancée majeure pour la recherche en archéologie et permettrait d'apporter des réponses à de nombreuses problématiques.

Bien qu'encore peu utilisée en archéologie, la cémentochronologie a été appliquée avec succès sur plusieurs sites archéologiques, de périodes et de contextes très différents. Elle apporte de nouveaux éclairages aux questions de gestions des animaux par les groupes humains passés.

L'avancée des connaissances en cémentochronologie et la mise en place de protocoles standardisés sont essentielles pour notre compréhension du ciment dentaire et son interprétation dans les restes dentaires fossiles.

Ainsi, la recherche en cémentochronologie portée par les projets Hippographies/Vivécologique vise à développer cette méthodologie sur les équidés afin de lever un verrou méthodologique important pour la discipline.

Isotopes du strontium : traceurs du régime alimentaire, identificateurs du lieu de naissance et de fin de vie

par Delphine Bosch

Parmi les éléments chimiques et les isotopes actuellement analysés dans les tissus squelettiques archéologiques, les isotopes de strontium sont l'un des plus efficaces pour caractériser la mobilité des hommes et des animaux préhistoriques au cours de leur vie. Le strontium est un élément chimique de la famille des alcalino-terreux, comme le calcium, et possède quatre isotopes : ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr et ^{88}Sr . La biogéochimie du strontium consiste à déterminer, dans de l'émail dentaire ou des os, la quantité de l'isotope 87 du strontium par rapport à un deuxième isotope du strontium, le 86. Ainsi, on exprime le rapport entre ces deux isotopes sous forme du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Le rapport isotopique du strontium $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ constitue ce qu'on appelle une « signature » géochimique qui peut être utilisée pour caractériser la provenance du matériel biologique analysé. Elle peut être assimilée à une carte d'identité du lieu de naissance et de fin de vie d'un être vivant.

Ainsi ce dosage chimique va permettre d'identifier si l'être vivant, dont le squelette est retrouvé dans une zone géologique donnée, est né (ou non) et a vécu (ou non) dans la zone où ses restes ont été collectés et ce, en fonction de la mobilité de l'individu au cours de sa vie.

Le principe de cette méthode est simple : la signature géochimique du strontium est conservée, sans modification, tout au long d'une chaîne complexe démarrant par la dégradation des roches de la surface terrestre, la formation des sols, la croissance des végétaux, l'alimentation des herbivores et enfin, l'alimentation des carnivores.

Chaque roche de la surface de la Terre se caractérise par une valeur précise du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, valeur facilement déterminable. Lors de la dégradation des roches et matériaux géologiques sous l'effet de l'érosion, les sols se forment et servent de substrat aux différents végétaux. La valeur $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Le tableau de Mendeleïev

PRINCIPE

Conçu en 1869 par le chimiste russe Dimitri Ivanovitch Mendeleïev, le tableau périodique classe tous les éléments chimiques selon leur numéro atomique et leurs propriétés chimiques. Quatre éléments ont été identifiés entre 2004 et 2010 et viennent d'être validés par l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC).

1 H

Hydrogène

2 Be

Béryllium

3 Li

Lithium

4 B

Bore

5 C

Carbone

6 N

Azote

7 O

Oxygène

8 F

Fluor

9 Ne

Néon

10 Na

Sodium

11 Mg

Magnésium

12 Al

Aluminium

13 Si

Silicium

14 P

Phosphore

15 S

Soufre

16 Cl

Chlore

17 Ar

Argon

18 K

Potassium

19 Ca

Calcium

20 Sc

Scandium

21 Ti

Titane

22 V

Vanadium

23 Cr

Chrome

24 Mn

Manganèse

25 Fe

Fer

26 Co

Cobalt

27 Ni

Nickel

28 Cu

Cuivre

29 Zn

Zinc

30 Ga

Gallium

31 Ge

Germanium

32 As

Arsenic

33 Se

Sélénium

34 Br

Brome

35 Kr

Krypton

36 Rb

Rubidium

37 Sr

Strontium

38 Y

Yttrium

39 Zr

Zirconium

40 Nb

Niobium

41 Mo

Molybdène

42 Tc

Technétium

43 Ru

Ruthénium

44 Rh

Rhodium

45 Pd

Palladium

46 Ag

Argent

47 Cd

Cadmium

48 In

Indium

49 Sn

Étain

50 Sb

Antimoine

51 Te

Téllure

52 I

Iode

53 Xe

Xénon

54 Ba

Baryum

55 La

Lanthanides

56 Ce

Cérium

57 Pr

Praseodyme

58 Nd

Néodyme

59 Pm

Prométhée

60 Sm

Samarium

61 Eu

Europium

62 Gd

Gadolinium

63 Tb

Terbium

64 Dy

Dysprosium

65 Ho

Holmium

66 Er

Erbium

67 Yb

Ytterbium

68 Lu

Lutétium

69 Tm

Thulium

70 Yb

Ytterbium

71 No

Nobelium

72 Md

Mendelevium

73 Fm

Fermium

74 Es

Einsteinium

75 Cf

Californium

76 Bk

Berkélium

77 Hf

Hafnium

78 Ta

Tantale

79 W

Tungstène

80 Re

Rhenium

81 Os

Osmium

82 Ir

Iridium

83 Pt

Platine

84 Au

Or

85 Hg

Mercure

86 Tl

Thallium

87 Pb

Plomb

88 Bi

Bismuth

89 Po

Polonium

90 At

Astatine

91 Rn

Radon

92 Ra

Radium

93 Ac

Actinides

94 Th

Thorium

95 Pa

Protactinium

96 U

Uranium

97 Np

Neptunium

98 Pu

Plutonium

99 Am

Américium

100 Cm

Curium

101 Bk

Berkélium

102 Cf

Californium

103 Es

Einsteinium

104 Fm

Fermium

105 Md

Mendelevium

106 No

Nobelium

107 Lr

Lawrencium

Atome



Constituant fondamental de la matière formée par un noyau (au centre), composé de protons et de neutrons, autour duquel se répartissent des électrons en différents niveaux d'énergies appelés couches électroniques (ellipses).

Les atomes stables connus ont jusqu'à 7 couches électroniques (correspondant aux 7 lignes du tableau) dont les électrons occupent au fur et à mesure des orbitales électroniques (il existe jusqu'à 44 types de ces orbitales pouvant contenir des sous-couches électroniques : s(1), p(3), d(5) et f(7)).

Élément chimique



Ensemble des atomes caractérisés par un nombre défini de protons dans leur noyau. Ces atomes ont différentes formes possibles : les isotopes (même nombre de protons et d'électrons mais nombre différent de neutrons).

Numéro atomique : nombre de protons et d'électrons de l'élément
Symbole atomique : représentation universelle de l'élément

Périodes (I à VII)

Classement des éléments selon leur configuration électronique (pour prévoir l'évolution de leurs propriétés) : nombre d'orbitales occupées par des électrons. Les éléments de la ligne I ont 1 couche occupée, ceux de la ligne II en ont 2, etc.

Groupes (I à 18)

Organisation des éléments selon leurs propriétés communes, comme la réactivité (capacité de l'élément à céder ou recevoir des électrons).

Colonnes 1, 2 et 13 à 17 : éléments remplissant progressivement les orbitales « s » et « p » et ayant le même nombre d'électrons sur leur couche électronique : col. 1 = 1 électron, col. 13 = 3 électrons, col. 14 = 4, etc.

Colonnes 3 à 12 : éléments remplissant les orbitales « d » et « f ».

Colonne 18 : éléments dont la couche électronique externe est saturée.

État physiques

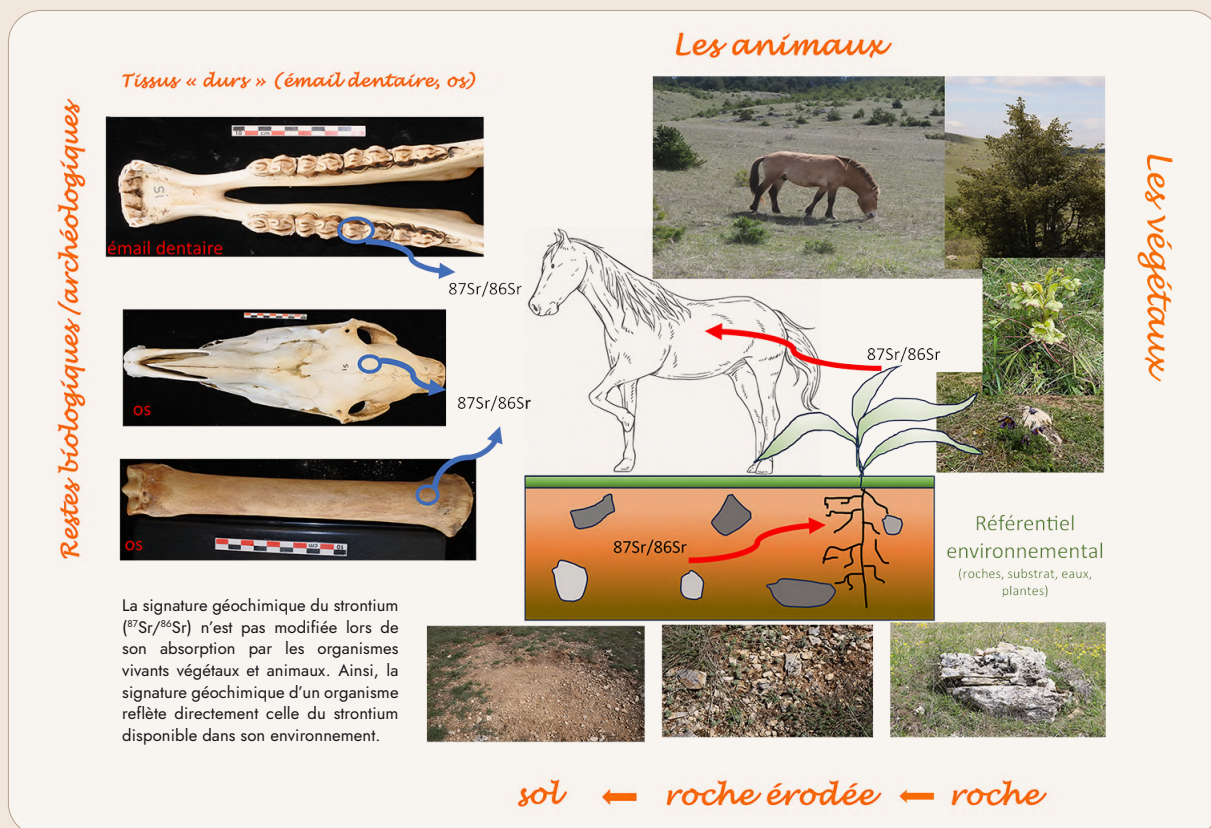
Ne gaz Hg liquide Fe solide

Familles

Classement des éléments en fonction d'un comportement chimique proche.

■ Non-métaux
■ Métaux alcalins
■ Métaux alcalino-terreux
■ Métaux de transition
■ Lanthanides (ou terres rares)
■ Actinides
■ Métaux pauvres
■ Halogènes
■ Gaz rares
■ Métalloïdes

Tableau périodique des éléments de Mendeleïev.



Circulation et localisation des traces de strontium de la nature vers l'animal.

d'une roche donnée est donc transmise aux sols environnants. Ainsi, les végétaux qui poussent sur un sol donné vont posséder le même rapport isotopique du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) que celui du sol. On nomme alors cette signature d'un lieu donné « référentiel environnemental ».

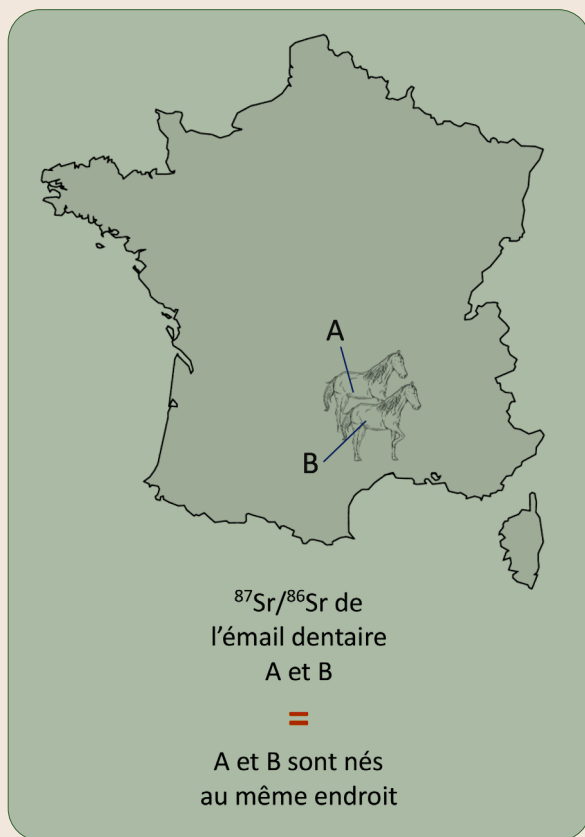
Cela est possible parce que la signature isotopique du strontium de chaque zone géographique est particulière et caractérise les sols et les eaux souterraines locales. Cette signature unique est transmise, sans modification, aux animaux lorsque ceux-ci se nourrissent et se désaltèrent sur place. En particulier les tissus « durs » (émail dentaire et os qui constituent la majeure partie des restes fossiles) possèdent la signature isotopique de la zone géographique caractérisant le lieu où l'animal vivait durant la formation de ce matériel biologique. Dans un organisme donné, chaque type de dent (molaire 1, 2 ; prémolaire 2, 3...) se forme à un moment précis de

la croissance de l'animal, puis l'émail se minéralise et sa composition chimique est gelée.

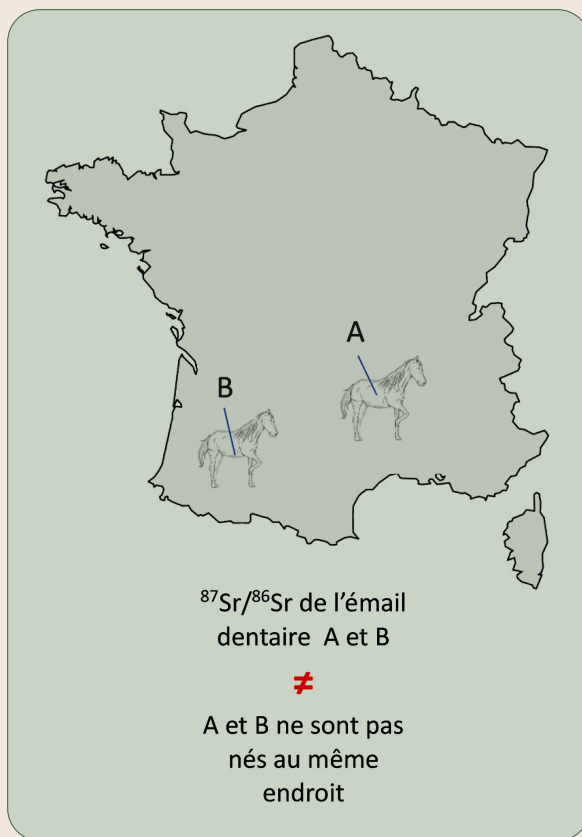
La signature géochimique du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) n'est pas modifiée lors de son absorption par les organismes vivants végétaux et animaux. Ainsi, la signature géochimique d'un organisme reflète directement celle du strontium disponible dans son environnement.

Par exemple, la molaire M1 chez le cheval va terminer sa croissance à l'âge d'environ 1 an. Ensuite sa composition chimique n'évoluera plus et va être figée. Mesurer la signature en Sr de cette dent indiquera donc l'endroit où l'animal est né et a vécu au cours de sa première année.

Contrairement à l'émail dentaire, la composition chimique des os va évoluer tout au long de la vie de l'animal. Ainsi, la signature du strontium des os va refléter la composition du lieu de vie où l'animal



Cas n°1 : les animaux sont nés au même endroit.



Cas n°2 : les animaux ne sont pas nés au même endroit.

a vécu durant la période avant sa mort. Mesurer la signature en strontium d'un os humain, par exemple, indiquera donc l'endroit où il a vécu durant ses 5 à 10 dernières années.

Les animaux et les humains qui occupent les mêmes territoires et n'ingèrent que des plantes, des animaux et de l'eau de la région présentent des signatures isotopiques de strontium similaires.

Inversement, entre des régions géologiquement distinctes, (c'est-à-dire caractérisées par des roches de nature géologique très différente, par ex. des roches basiques comme des calcaires d'une part et, des

roches acides tels que des granites d'autre part), les humains et les animaux présenteront des différences dans les rapports isotopiques du strontium en fonction de la lithologie locale des roches présentes.

Il est également possible de caractériser le déplacement des êtres vivants lorsque ceux-ci (hommes ou animaux) migrent dans des zones où le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ local disponible s'écarte suffisamment de celui du domaine originel où ils sont nés. En effet, si la différence entre la signature en strontium du lieu de naissance et du lieu de fin de vie est distincte, alors, l'analyse du strontium dans les ossements permet de déceler ce changement de lieu de vie.

Les chevaux sauvages dans le monde

par Meredith Root-Bernstein

E*quidae* est le terme d'origine latine qui désigne en taxonomie la famille des chevaux : celle-ci inclut les espèces sauvages actuelles des ânes, des zèbres et des chevaux. Il y a pourtant un autre type de cheval, dit sauvage, qui représente en réalité des chevaux domestiques retournés dans la nature en autonomie et sans plus de socialisation avec les humains : on appelle cela le marronnage. L'étude de ces chevaux, alors qualifiés de « marrons », nous apporte des éléments intéressants pour comprendre la vie des chevaux anciens, c'est-à-dire des espèces de chevaux éteintes mais retrouvées à l'état fossile dans les fouilles archéologiques. Comprendre les rôles écologiques des chevaux du passé peut nous fournir des clefs pour déterminer comment les chevaux d'aujourd'hui peuvent participer à la restauration écologique des habitats naturels.

Comportement des chevaux sauvages

À l'état sauvage, les chevaux forment des groupes dénommés harems consistant en un ou plusieurs mâles et jusqu'à une quinzaine de femelles avec leurs poulains. En marge de ces groupes familiaux, on trouve des mâles célibataires regroupés ou non, qui n'ont pas encore de « famille ». Au sein de chaque groupe il existe une hiérarchie de dominance entre les individus, ainsi qu'une hiérarchie de dominance entre les groupes. Les jeunes étalons partent de leur

harem natal pour intégrer un nouveau groupe. Au moment d'intégrer ce nouveau groupe, l'individu a besoin de se faire une place dans la hiérarchie ce qui implique des comportements menaçants et agressifs telles que combats, morsures et coups de l'avant-jambe.

Une fois le cheval intégré dans le groupe, les rivalités se réduisent et de nouveaux modes d'interactions sociales apparaissent alors comme le toilettage mutuel.

Les mâles du harem déposent des tas de crottes afin de marquer le territoire du harem, en recouvrant aussi les crottes des femelles aussi pour bien localiser le territoire du groupe. L'acte de renifler ces piles de crottes a un rôle important dans la communication chez les chevaux. Certains chevaux sauvages ou en pâturage extensif ne broutent pas à côté de leurs zones de latrine, mais les Przewalski, eux n'hésitent pas à manger tout près de leurs crottes.

Les Przewalski passent la plupart de leur temps à manger, après quoi ils se reposent debout, procèdent à leur toilettage mutuel, jouent ou se déplacent en groupe. Ce n'est ni le mâle ni tout autre « chef » dominant qui dirige le groupe familial lors des déplacements : au contraire, ces derniers sont organisés par consensus de groupe.



Séance de toilettage entre deux étalons sur le causse Méjean, Lozère.



Bagarre entre deux étalons sur le causse Méjean, Lozère.



Chevaux se désaltérant à la lavogne de Niveliers, causse Méjean, Lozère.

Pour les Przewalski, leur habitat naturel steppique voire désertique rend l'accès aux sources d'eau fondamental, et cela est conditionné par la dominance du groupe. Pendant la journée, les groupes de Przewalski passent du temps près de l'eau, essaient d'éviter les mouches en cherchant des zones moins propices aux insectes volants, puis au milieu de la journée, ils se mettent à l'abri de la chaleur dans les forêts (en dépit des mouches). Dans le passé, avant leur réintroduction, il semble que les forêts étaient importantes et servaient aussi de zones d'abri pour se protéger de la chasse. Ainsi, les Przewalski passaient plus de temps à brouter des plantes ligneuses, et moins de temps à pâturer l'herbe, leur repas préféré ! Typiquement, ils ne sortent pas de leurs territoires, même pendant les hivers les plus rigoureux, lorsque les ressources sont limitées et d'accès difficile. Enfin, dans certaines circonstances, les chevaux de Przewalski peuvent fusionner leurs harems avec les groupes d'étalons célibataires pour former des troupes.

Effets écologiques de la présence de chevaux

Les chevaux domestiques en pâturage extensif, voire les chevaux sauvages, engendrent toute une gamme d'effets écologiques spécifiques et utiles aux milieux naturels ou anthropisés. Les chevaux, à la différence du bétail comme les bovins, broutent l'herbe très près du sol. Ils sont aussi moins exigeants que les ruminants en termes de qualité de la végétation. Spécialistes des graminées, les chevaux peuvent également ingérer d'autres herbes plus faibles en nutriments ou moins appétissantes. Comme les chevaux ne mangent pas sur des zones d'herbes hautes, des buissons ou des arbres, ils renforcent la formation des zones de végétation variées. Leurs crottes, concentrées dans des piles ou des latrines, contribuent à l'enrichissement des sols en nutriments, favorisant ainsi la pousse d'herbes plus nourrissantes et d'une plus grande diversité de plantes. Ainsi, les chevaux créent de l'hétérogénéité dans les milieux où ils pâturent, ce qui contribue positivement à la diversité des plantes, des animaux, ou encore des champignons. De plus, le pâturage de chevaux peut contribuer la formation d'habitats favorables à des insectes ou des petits mammifères



Pile de crottes de cheval dans l'enclos du Villaret, causse Méjean, Lozère.

herbivores (campagnols, lapins, etc.) qui à leur tour attirent des oiseaux insectivores et des rapaces.

Les chevaux peuvent ainsi indirectement amoindrir l'intensité des incendies, en réduisant la masse végétale sèche des prés ou des zones de bois ouverts. En broutant les graminées dans les zones où les chevaux se nourrissent mais sans brouter les semis, les chevaux favorisent la croissance de ses derniers, ce qui peut s'avérer important pour la régénération spontanée des forêts.

En parallèle, les chevaux sauvages sont une source d'approvisionnement importante pour des prédateurs et des charognards. En Galice (Espagne), des poneys maintenus en conditions semi-naturelles constituent la proie favorite des loups. Au Chili, les pumas préfèrent manger les poulains des troupes évoluant en pâturage extensif. Cette sélection spécifique des prédateurs fait que le bétail est épargné par les attaques de carnivores ; dans certaines circonstances, cela pourrait être une solution pour réduire les conflits entre prédateurs et activité pastorale.



Vautours qui se nourrissent d'une carcasse de cheval de Przewalski sur le causse Méjean (© Yabusamé, Takh).

Les conséquences écologiques de la présence de chevaux, à l'état sauvage ou en situation de pâturage extensif, peuvent varier en fonction de l'histoire des milieux. Dans des biotopes historiquement sans chevaux, les effets écologiques liés à leur présence sont souvent interprétés comme négatifs, en particulier en Australie et en Amérique du Nord. Par exemple, les chevaux sauvages ont tendance à réduire la couverture de litières (plantes sèches ou mortes sur le sol) : ce fait peut être interprété de manière positive si l'on veut réduire l'intensité des incendies, mais tout aussi bien de manière négative si l'on considère que les couches épaisses de litières sont naturelles

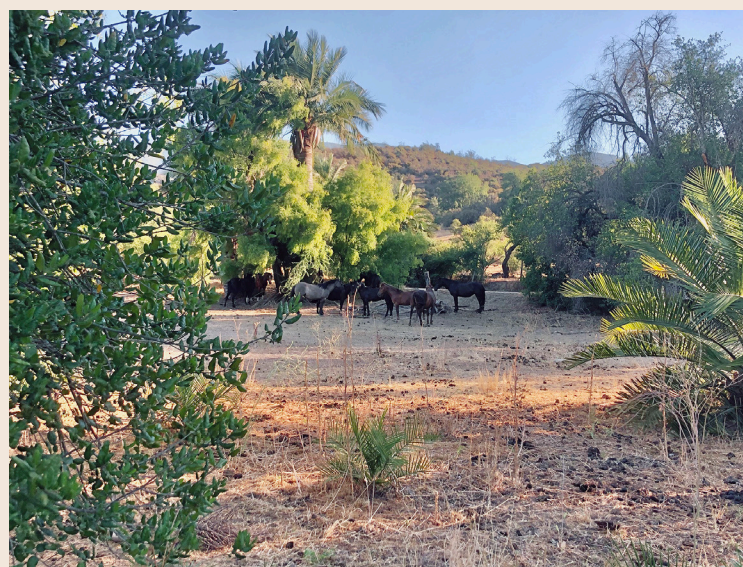
et utiles pour le milieu. Dans un autre registre, éviter de brouter des semis d'arbres est positif si l'on souhaite favoriser la formation naturelle des forêts, mais à l'inverse, cela peut être perçu de manière négative dans des zones de prairies menacées par les espèces ligneuses envahissantes, ou dans des prairies destinées au pâturage.

En Amérique du Sud, on ne sait presque rien des conséquences écologiques liées à la présence des espèces de chevaux éteints, pas plus que de la manière dont

les chevaux actuels, en pâturage extensif, affectent la plupart des biotopes et leurs dynamiques naturelles. Au Chili, les chevaux ont été introduits dans le Parc national de Cocalán, zone protégée pour la présence du très rare palmier du Chili (*Jubaea chilensis*), parce que les chevaux n'altèrent pas les semis de cette palme : au contraire, ils réduisent les risques d'incendies forestiers. Dans cette même zone, deux espèces de chevaux anciens, *Hippidion principale* et *Hippidion saldiasi* ont été identifiées, jusqu'à la fin du Pléistocène, mais leur comparabilité écologique avec les chevaux actuels n'a pas encore pu être établie.



Environnement du palmier du Chili *Jubaea chilensis*.



Chevaux chiliens en pâturage extensif en conditions naturelles dans le Parc national de Cocalán, Chili.

En dépit de la perception souvent négative des effets écologiques des chevaux sauvages, le pâturage extensif des chevaux en conditions naturelles ou semi-naturelles est souvent utilisé en Europe pour des projets de réensauvagement. Un des premiers projets de réensauvagement, le Oostvaardersplassen aux Pays-Bas, combinait les effets de la présence des vaches, des chevaux Konik (une race robuste similaire aux tarpans), des cerfs et des chevreuils.

Ce projet s'est achevé en 2018. Il était controversé pour ses tentatives de traitements analogues des chevaux et vaches comme des animaux sauvages :

aucune gestion des troupeaux ni des individus et absence de soins entraînant une mortalité élevée au cours des hivers les plus rigoureux. Néanmoins, l'usage de chevaux domestiques reste très commun dans la gestion, la restauration et l'évolution spontanée de prairies et d'autres milieux naturels en Europe. Citons en autre exemple, le projet de réensauvagement du *Parque National Mols* au Danemark où deux populations, de poneys d'Exmoor (autre race robuste) et de bovins, ont été mises en place afin de favoriser l'écosystème du parc par les effets de leur seule présence.



◀ Poneys de Konik réensauvagés
à Oostvaardersplassen, Pays-Bas
(© GerardM, CC BY-SA 3.0).

▼ Poneys d'Exmoor
(©Par me'nthedogs — Exmoor ponies,
CC BY 2.0).



La recherche chez Takh

par Florian Drouard

La recherche a toujours fait partie de l'ADN de l'association Takh. Les fondateurs de l'association étant issus de l'institut de recherche de la Tour du Valat en Camargue, il était tout à fait naturel que la recherche soit une composante importante dans le projet. Pour concrétiser notre projet de création du troisième site de réintroduction du cheval de Przewalski en Mongolie, nous nous sommes appuyés sur diverses études et sur un suivi scientifique de nos chevaux et de leur milieu. C'est ce que certains appellent « la conservation basée sur des preuves scientifiques (science-based conservation) ».

C'est dans ce but de connaissance que, depuis le début du projet, nos chevaux sont suivis individuellement de leur naissance à leur mort et que certaines parties des carcasses sont conservées pour notre ostéothèque. Ce suivi des chevaux nous permet de connaître les grands et petits événements de la vie d'un cheval. Le but de ces actions est d'avoir assez d'informations pour pouvoir gérer au mieux le troupeau. Par exemple, le suivi des conditions corporelles du troupeau nous donne une bonne indication de l'état physiologique des chevaux et peut nous alerter rapidement d'un problème de pâture si l'on se rend compte que plusieurs d'entre eux maigrissent rapidement et simultanément. Les études de comportement faites sur les 10 premières années du projet nous ont permis de déterminer les affinités entre membres d'une famille. Cette démarche nous a aidé à décider du positionnement des caisses de transport individuelles dans l'avion lors de la



Suivi des conditions corporelles réalisé sur application mobile : une fois par semaine la forme de la croupe de chaque cheval de plus d'un an est notée sur une échelle de 1 à 5.

réintroduction. Ceci a permis de diminuer le stress des individus en les plaçant à proximité les uns des autres en fonction de leurs affinités.

Au fil des années, plusieurs études ont été réalisées sur le site du causse Méjean en France et de Khomyn Tal en Mongolie. Ces études ont abouti à la réalisation de 7 thèses (la dernière s'est achevée en 2024), de trois thèses vétérinaires et de 17 articles scientifiques publiés dans des revues internationales. Ces recherches vont du comportement des chevaux à la morphologie de leur squelette jusqu'à leur effet sur leur environnement.



Suivis des pollinisateurs du genre *Apis* (famille des abeilles) réalisé à l'été 2023
dans le cadre de la thèse de Clémentine Mutillod.

D'autres études sont en cours sur le site conservatoire et d'autres encore seront lancées dans un futur proche. L'association Takh s'attache à contribuer régulièrement à la connaissance des chevaux de Przewalski et de leur milieu.

Dans le but de protéger l'environnement du cheval de Przewalski, l'association a réalisé plusieurs aménagements sur ses terres. Dans le cadre de la réfection du hameau, des gîtes et des trous dans les murs rénovés ont été aménagés pour remplacer

les cavités présentes dans les bâtiments autrefois en ruine. De plus, l'eau étant un problème majeur sur le causse du fait de sa nature géologique, une lavogne expérimentale sans plastique a été construite pour proposer un point d'eau aux animaux sauvages (inaccessible aux chevaux).



Visite d'un gîte artificiel dans un des murs de l'association : ces vérifications permettent de voir si le gîte est utilisé ou non.

Les centres de conservation en Eurasie

par Florian Drouard

La population de chevaux de Przewalski dans le monde était estimée à environ 3030 individus dans le monde en février 2024 par le studbook international tenu par le zoo de Prague.

Environ 1000 chevaux sont répertoriés en Europe, principalement dans des zoos. Certains comme ceux du causse Méjean vivent dans des conditions de semi-liberté où l'humain intervient le moins possible. Les sites les plus anciens sont la Réserve de Pentazug dans le Parc national d'Hortobagy dans

l'est de la Hongrie, fondée en 1997 ainsi que celui de l'association Takh, sur le causse Méjean dans le Parc national des Cévennes qui a accueilli ses premiers chevaux en 1993. D'autres sites plus récents comme le Parc des Monts d'Azur en France (2009), la Réserve nationale de chasse de Boumort en Catalogne, Espagne (2017) et les Iberian Highlands, dernier site de *Rewilding Europe* créé entre Castille-La Manche et Aragon en Espagne (2023), abritent des chevaux de Przewalski. On peut aussi noter que 150 chevaux de Przewalski ont été



Le troupeau de la Réserve de Pentazug, Parc national de Hortobagy en Hongrie, à l'heure de la sieste.

dénombrés dans la zone d'exclusion de Tchernobyl, relâchés d'Askania Nova en 1998, en totale liberté. Du côté de la population captive, les principaux acteurs historiques de sa conservation sont le site d'Askania Nova (Ukraine), le zoo de Prague et celui de Munich. Le principal problème de la population européenne est le manque d'espace pour favoriser l'accroissement des troupeaux. Les projets espagnols pourraient en partie répondre à cette problématique en profitant de l'exode rural très important qui a vidé les campagnes espagnoles.

En Asie, les réintroductions ont commencé en Chine en 1982 : aujourd'hui environ 700 chevaux vivent dans ce pays dans sept sites dont celui, non clôturé, de la Réserve naturelle de Kalamaili, dans la région du Xinjiang (nord-ouest de la Chine). Concernant la Mongolie, les réintroductions ont commencé en 1992 dans le Parc national de Hustai (projet hollandais mené par la Fondation pour la Préservation et la Protection des Chevaux de Przewalski) et dans la Zone Strictement Protégée du Gobi B (projet suisse de l'association International Takhi Group [ITG]).

Cadre environnemental des chevaux de Przewaslki dans la zone protégée du Gobi B (Mongolie).

En 2004 fut créé le site de réintroduction de Seer à Khomyn Tal par l'association Takh. En 2024, on dénombre 439 chevaux à Hustai, environ 250 dans le Gobi B et 142 à Khomyn Tal, soit environ 800 chevaux en Mongolie. Un quatrième site de réintroduction est à l'étude, sous la houlette du zoo de Prague : il serait situé à l'est du pays.

Des déplacements d'individus sont prévus entre les sites afin de créer de la mixité génétique. En 2015, la Réserve d'Orenburg en Russie a accueilli des chevaux venus entre autres d'Hortobagy en Hongrie et du causse Méjean en France. En 2024, on dénombrait une centaine de chevaux sur place. On retrouve aussi moins d'une dizaine de chevaux de Przewalski au Kazakhstan dans le Parc national de Altyn Emel : ce sont les survivants d'une tentative de réintroduction infructueuse. Toujours au Kazakhstan, un nouveau projet de réintroduction dans le centre du pays a favorisé l'introduction des premiers chevaux issus de zoos européens au printemps 2024 dans le Parc de Altyn Dala. D'autres projets de réintroduction dans ce pays sont à l'étude pour lesquels, une fois encore, les zoos européens sont fortement impliqués. Ces nouveaux sites (Mongolie et Kazakhstan) pourraient également abriter des chevaux non issus de zoos comme ceux de Hongrie ou de France.



Deux étalons célibataires dans le Parc de Khomyn Tal (Mongolie). ►





Des chevaux de Przewalski et des cerfs dans le Parc de Hustai. Ce parc accueille près de 10% de la population de cerfs du pays. La surutilisation de leur milieu par les troupeaux domestiques entraîne une surpopulation de cerfs dans le parc.

Przewalski en danger : avenir, besoin, politiques

par Florian Drouard

Miraculé du siècle dernier, le cheval de Przewalski, connu sous le nom de takh (prononcé «tar») par les Mongols, a failli disparaître. Le dernier spécimen sauvage a été aperçu en 1969 alors qu'il ne restait que quelques centaines d'individus vivant dans des zoos à travers le monde. Grâce à plusieurs initiatives privées et publiques, des centres de réintroduction ont été créés dans les années 80 et 90 en Chine et en Mongolie. En 2024, le studbook international des chevaux de Przewalski recensait environ 3 100 individus dans le monde. Ainsi, ce mammifère très menacé est passé en moins de 40 ans du statut « d'éteint dans la nature » à « en danger ».

Aujourd'hui les problématiques de la survie de l'espèce sont différentes selon les continents.

En Europe, le principal problème de cet animal est le manque d'espace. Peu de zoos ou de réserves ont de la place pour accueillir plus d'animaux et sans la création de nouveaux sites, la population européenne restera cantonnée à environ 1 000 individus.

En Asie et principalement en Mongolie, la problématique principale est le partage du territoire avec les troupeaux domestiques. Les études ont montré que le pays est surpâturé par les troupeaux domes-

tiques, notamment sous l'effet des troupeaux de chèvres cachemire qui sont la principale source de revenus des éleveurs semi-nomades du pays. Ainsi les populations de chevaux de Przewalski des trois sites de réintroduction ne peuvent s'étendre et leur courbe démographique atteint un plateau qui chute régulièrement en hiver. Cette mortalité hivernale, touchant principalement les chevaux juvéniles et séniles, est signe que les sites souffrent eux aussi du surpâturage. L'autre problème causé par les troupeaux domestiques est le risque d'hybridation avec les très nombreux troupeaux du pays. Les chevaux mongols sont libres d'aller où ils veulent et il n'est pas rare d'en trouver dans les sites de réintroductions qui offrent plus de nourriture que les vallées alentour. La Mongolie compte environ six millions de chevaux domestiques pour 800 chevaux de Przewalski. Les croisements entre ces deux sous-espèces étant fertiles, si l'on n'empêche pas ces derniers de se produire, les chevaux de Przewalski pourraient rapidement disparaître en se mélangeant avec leurs cousins domestiques.

Depuis quelques années, un autre facteur entre en jeu dans la sauvegarde du cheval de Przewalski : le financement de ces projets. Les projets de l'association Takh et de l'ONG mongole KTT (en charge du site de réintroduction créé par Takh depuis 2017)

dépendaient d'un mécène unique aujourd'hui retiré. Le site de Hustai dépend presque exclusivement du tourisme qui est mis à mal par les crises successives (Covid19, guerre en Ukraine, crise économique...) impactant ses activités. D'autres sites dépendent directement des financements des États (par exemple les sites de Pentazug et du Gobi B) et ne sont pas financés à la hauteur réelle des besoins. Ainsi cette menace économique pèse grandement sur la survie de ces projets et sans le développement de ces derniers, les populations de chevaux dont ils ont la responsabilité risquent de disparaître ou de se retrouver mélangées aux populations de chevaux domestiques mongols.

Pour assurer un avenir au cheval de Przewalski, un besoin grandissant de coopération entre les projets a émergé au fil du temps. C'est dans cette optique que l'association Takh et la Réserve de Pentazug ont l'ambition de créer une alliance entre les sites européens et mongols. Ceci afin de susciter des financements (par exemple : financer un transport entre deux sites) mais aussi pour partager les méthodes de travail (par exemple avoir des protocoles de suivi des populations comparables) et enfin faciliter l'entraide en cas de besoins, aussi bien techniques que de main-d'œuvre (pour un transport ou la formation à un nouvel outil de gestion).

L'avenir du cheval de Przewalski dépend fortement des décisions politiques. En Mongolie tout d'abord, où le gouvernement devra légiférer sur la protection des pâtures du pays afin de diminuer le nombre d'animaux dans les troupeaux pour freiner la désertification du pays et de limiter les effets du changement climatique qui a déjà des conséquences dramatiques sur la vie des éleveurs semi-nomades (entre 6 et 7 millions d'animaux domestiques sont morts à cause d'un *dzud* durant l'hiver 2023).

En Europe, des projets comme celui de *Rewilding Spain*, avec son site *Iberian Highland*, pourrait permettre la création de grandes populations de chevaux de Przewalski. Mais là, les freins sont avant tout réglementaires : il faudra convaincre le gouvernement qu'un tel animal peut tout à fait être laissé sans enclos, comme en Mongolie. En effet, des chevaux sauvages vivaient en Europe avant la domestication des chevaux et ces populations éteintes pourraient être remplacées par des chevaux de Przewalski. L'intérêt d'un tel projet serait de disposer d'une population importante de chevaux (entre 500 et 1000) sur un territoire où les risques climatiques et d'hybridation sont moins importants qu'en Mongolie. Ainsi, le futur de la sauvegarde du cheval de Przewalski pourrait être mongol et espagnol...

La morphologie osseuse, témoin du retour à la vie sauvage

par Pauline Hanot

Disparu à l'état sauvage pendant plus de 30 ans, le cheval de Przewalski doit sa survie à un petit nombre d'individus maintenus en zoos au cours du XX^e siècle. Ces décennies de captivité ont influencé la biologie et le comportement de ces animaux, les obligeant à s'adapter à la transformation de leurs modes d'alimentation, de leur mobilité et de leur structure sociale.

Depuis les années 1990, des projets de réintroduction en milieu naturel ont été mis en place, permettant à plusieurs générations de chevaux de Przewalski d'évoluer à nouveau en liberté. Ce retour à la vie sauvage implique pour ces animaux de s'adapter à de nouvelles conditions de vie. Ces changements dans leur environnement sont susceptibles de provoquer de nouvelles modifications au sein de l'espèce, s'opérant à l'échelle de la vie individuelle ou se transmettant au fil des générations.

D'un point de vue physique, des caractéristiques morphologiques peuvent se mettre en place afin de mieux répondre aux nouveaux besoins des animaux (par exemple une musculature plus développée, une adaptation à l'alimentation disponible). Le squelette en particulier, grâce à son rôle fondamental dans de nombreuses fonctions (support du poids du corps, production de mouvements, protection des

organes), est susceptible d'être modifié en adaptant sa morphologie externe comme interne.

La morphologie osseuse

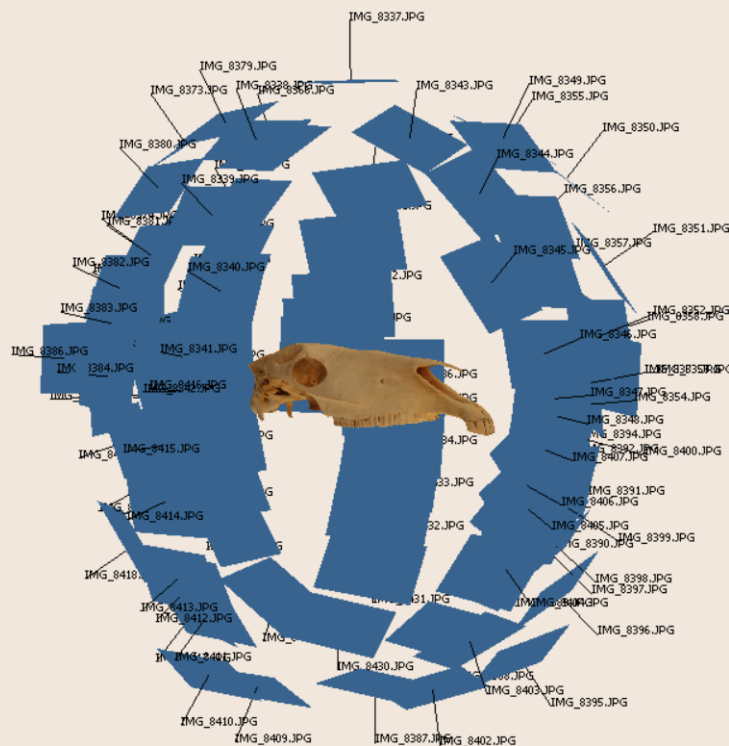
La structure interne de l'os est très plastique et se remodèle tout au long de la vie de l'animal. L'os se forme et se résorbe en continu en fonction des contraintes mécaniques qu'il subit (comme la force de gravité, les contraintes musculaires), modifiant la distribution du tissu à l'intérieur de l'os qui s'adapte progressivement aux forces auxquelles il est soumis.

Les modifications dans la morphologie externe de l'os à l'échelle de la vie de l'animal sont quant à elles plus rares. La forme externe de l'os est en effet davantage utilisée comme marqueur de changements évolutifs, c'est-à-dire se transmettant génétiquement au fil des générations du fait du retour à un régime de sélection naturelle.

Documenter la morphologie osseuse

La morphologie externe

La forme externe de l'os est numérisée en 3 dimensions par photogrammétrie. Cette technique consiste à capturer un ensemble d'images du même objet, prises sous différents angles et depuis différents



Répartition de l'emplacement des photos autour de l'objet cible (crâne de cheval).

La comparaison de chevaux de Przewalski réintroduits dans le causse Méjean à des spécimens ayant vécu en captivité montre des différences morphologiques au niveau de la région molaire de l'os maxillaire. Cette région du crâne étant en grande partie dédiée à la fonction masticatoire, ces différences pourraient refléter l'impact des changements dans le régime alimentaire des animaux.

La morphologie interne

points de vue, puis à les convertir en un modèle 3D grâce à des algorithmes informatiques.

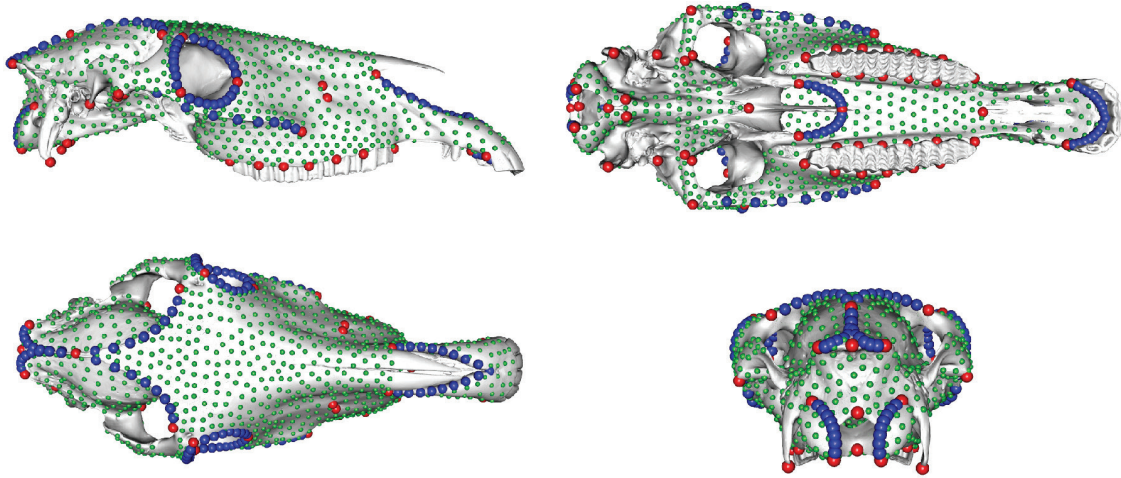
Afin de caractériser et comparer la forme des différents modèles 3D, une approche en morphométrie géométrique est utilisée. Des points d'intérêt sont tout d'abord définis à la surface de l'os et leurs coordonnées 3D enregistrées numériquement, de manière homologue, sur les modèles 3D de l'ensemble des individus. À ces point-repères peuvent être ajoutés des courbes de contour et des points de surface afin de documenter au mieux la géométrie de l'objet.

Pour comparer la forme des os de différents individus, une superposition Procrustes est effectuée. Cette méthode mathématique permet de rendre comparables des formes géométriques dont la taille, l'orientation et la position sont différentes. Le centre des différents objets est aligné, leur taille normalisée et une rotation est effectuée afin de les superposer au mieux. Les nouvelles coordonnées sont ensuite utilisées pour quantifier et visualiser la différence entre les différents objets.

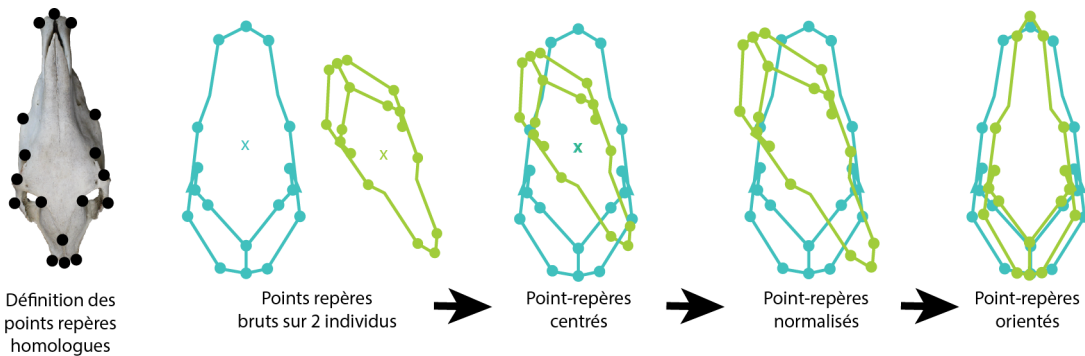
Les os sont scannés par microtomographie à rayons X, une technique d'imagerie non destructive qui permet de reconstituer, via un ensemble de radiographies, la structure interne 3D d'un objet à haute résolution.

Les images sont ensuite traitées afin d'isoler le tissu osseux des résidus de moelle ou autres éléments. Cette étape permet de quantifier la compacité de l'os. Elle permet également de détecter d'éventuelles zones d'orientation préférentielle des travées dans la partie poreuse de l'os (os trabéculaire) qui suggéreraient l'application de contraintes répétées sur certaines régions de l'os (des contraintes musculaires par exemple).

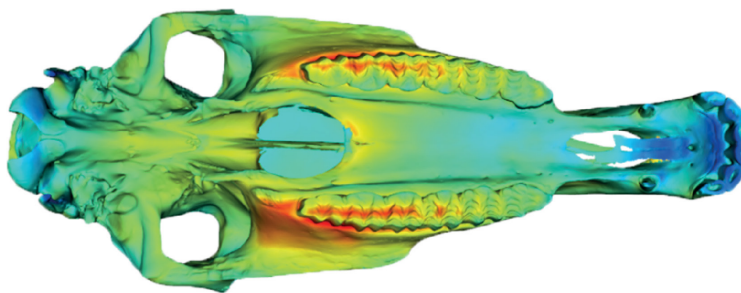
La couche externe compacte de l'os (os cortical) est également distinguée de la partie poreuse afin d'en mesurer l'épaisseur et de construire des cartographies d'épaisseur corticale. Cette étape permet de mettre en évidence des zones d'épaississement de l'os qui peuvent, elles aussi, documenter l'application de contraintes répétées sur certaines régions de l'os.



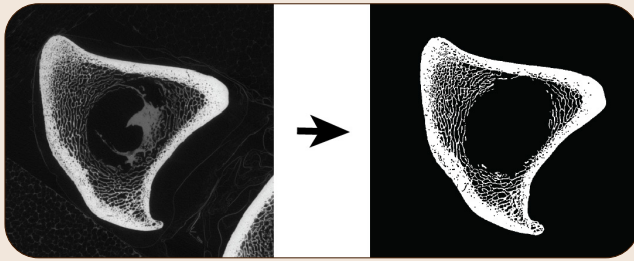
Position des point-repères homologues (rouge), de courbes (bleu) et de surface (vert).



Les trois étapes de la superposition Procrustes.

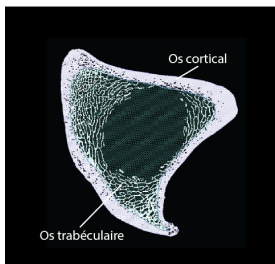


Différenciation morphologique entre chevaux captifs et réintroduits en milieu naturel (régions principales de différence en rouge).

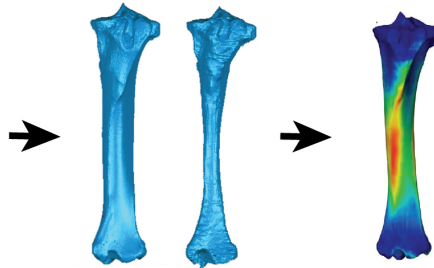


◀ Sélection du tissu osseux.

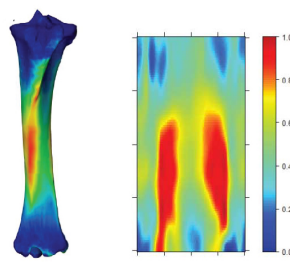
▼ Étapes de quantification de l'épaisseur d'os compact (épaisseur corticale).



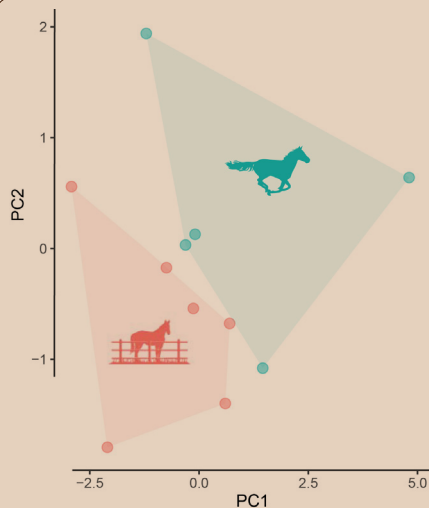
Séparation des zones corticale et trabéculaire



Récupération des volumes internes et externes



Cartographies 3D et 2D de l'épaisseur corticale



Différenciation entre chevaux captifs (rouge) et réintroduits en milieu naturel (vert) sur différents paramètres de la structure interne de l'os.

Les premiers résultats montrent que les chevaux réintroduits sur le causse Méjean présentent des os plus compacts et plus épais que des chevaux ayant vécu en captivité, notamment au niveau des attaches musculaires. Ces résultats sont en adéquation avec la plus grande mobilité de ces individus dont les os sont soumis à des contraintes musculaires plus importantes et qui présentent un répertoire locomoteur plus varié.

Le Centre conservatoire du Villaret

par Hélène Roche

Historique

L'association Takh a été créée en 1990 autour d'un programme de réintroduction du cheval de Przewalski, disparu à l'état sauvage depuis 1969, en Mongolie. Sous l'impulsion de Luc Hoffmann (1923-2016) et de sa fille Maja, l'éthologue Claudia Feh, spécialisée sur le comportement des chevaux vivant en semi-liberté, crée « l'association pour la sauvegarde du cheval de Przewalski: Takh ».

En 1993, 11 chevaux de Przewalski nés en zoo arrivent en France en Lozère sur le causse Méjean. Ce lieu était au départ imaginé comme une plateforme d'acclimatation, permettant à ces chevaux nés et ayant vécu en captivité de retrouver un mode de vie sans assistance humaine et de restaurer des relations sociales dans le but d'être réintroduits dans leur domaine vital historique, la Mongolie. Ainsi, dix ans plus tard, 22 chevaux nés sur le causse Méjean arrivent en Mongolie en 2004 et 2005. En 2020, le seuil des 100 chevaux est franchi dans la réserve mongole de Khomyn Tal. La même année, la zone de réintroduction ainsi que ses environs, couvrant 4100 km², acquiert le statut de Parc national. En Mongolie, la gestion de la population de chevaux est assurée par une ONG mongole sœur : KTT (Khomyn Talyn Takhi) qui devient en 2023 administrateur du Parc national de Khomyn Tal.

Objectifs

Les objectifs de Takh se déclinent en trois points :

- œuvrer pour la sauvegarde des chevaux de Przewalski,
- relier science et société,
- questionner notre co-existence avec le vivant.

Fonctionnement

Le fonctionnement de Takh s'articule autour des chevaux de Przewalski et de l'implantation du projet en France, sur le territoire du causse Méjean dans le Département de la Lozère, en région Occitanie. Takh comprend une association et une entreprise, afin de permettre une activité économique. Une équipe permanente de 5 salariés et de membres d'un bureau, appuyés par des consultants et des bénévoles, travaillent sur les différentes actions.

Actions

Les actions phares de l'association Takh sont les réintroductions de 22 chevaux de Przewalski en Mongolie en 2004 et 2005 puis le suivi de cette population. Takh poursuit sa mission de conservation des chevaux en maintenant une population en Lozère, sur le causse Méjean, et en s'impliquant dans le réseau international de protection de cette espèce.





Agora réalisée dans le cadre du film de Sylvère Petit « Vivant parmi les vivants ».    Stéphane Durand.

Par ailleurs ce projet s'est toujours appuyé sur les sciences et a fait l'objet de recherches dans plusieurs domaines. Les résultats des études ont été publiés dans différentes revues scientifiques. La diffusion des connaissances scientifiques se poursuit également à travers des actions de vulgarisation scientifique, par exemple au cours de stages et formations sur le site conservatoire et hors les murs à travers des conférences et expositions, ou la participation à des reportages et documentaires, comme « Le dernier cheval sauvage » des réalisateurs Laurent Charbonnier et Dominique Garing (2006) qui a été diffusé à la télévision et distribué sous forme de DVD dans la revue mensuelle *Cheval magazine*.

Takh a créé et fait vivre un lieu unique de vies partagées avec les vivants, dont l'humain fait partie. Elle accueille donc des projets qui questionnent notre co-existence avec les vivants. Plusieurs créations artistiques ont ainsi vu le jour en danse, théâtre, art contemporain. Le documentaire « Vivant parmi les vivants » de Sylvère Petit (2024) s'inscrit dans cette

démarche. Takh accompagne également d'autres initiatives, comme la mise en œuvre d'un séjour pour des collégiens en Mongolie à la rencontre d'une culture et d'autres rapports aux vivants.

Le site conservatoire

Pour mener à bien sa mission de conservation des chevaux de Przewalski, l'association Takh avait pour objectif de les réintroduire en Mongolie. Pour ce faire, le projet s'est orienté non pas sur le déplacement de chevaux issus de zoos, mais de chevaux entraînés à la vie sauvage, après une phase de r  acclimatation dans un milieu similaire à celui des grandes steppes eurasiennes. Pour ce faire, en 1991 l'association acquit 312 hectares de terres avec son hameau en France, sur le causse Méjean. Ce lieu-dit « Le Villaret » (nom que l'on retrouve en Occitanie) regroupait un ensemble de bâtisses en pierres, typiques de la région. Parmi elles, une seule était habitée et une bergerie et une grange étaient encore en fonction, accueillant un berger et ses brebis lors des estives. L'ensemble restant était à l'abandon voire en ruines. L'une des maisons, située au nord de la route, ainsi que quelques dépendances, furent cédées au Parc national des Cévennes (PNC) afin qu'il y implante des bureaux et dispose ainsi d'un lieu de travail sur le causse. Ces bâtiments furent restaurés par le PNC.

   Le projet de réintroduction en Mongolie s'est concr  t  s   par l'arrivée des chevaux en 2004 et 2005 après une acclimatation en France pendant 10 ans.



Le site conservatoire accueille du public et des chercheurs mais n'a pas oublié les autres habitants du hameau lors de la restauration des bâtiments : les façades et murets possèdent des cavités pour les rendre hospitaliers aux oiseaux, reptiles, insectes...

L'association mit hors d'eau plusieurs bâtiments et implanta des bureaux dans la maison d'habitation. Grâce au soutien financier de l'Europe, de l'État, de la Région Occitanie, du Département de la Lozère et de la communauté de communes Gorges-Causse-Cévennes, une campagne de restauration sur 5 ans démarra en 2020. Des artisans locaux furent sélectionnés pour leurs techniques et le respect des structures anciennes, comme la restauration ou la reconstruction de voûtes en pierres, capables de supporter la charge du toit, lui-même en pierre. En effet, faute de bois de construction dans cette région, le bâti est exclusivement en pierre. Les artisans se sont également attachés à remettre en service les citernes qui récupèrent l'eau de pluie, citernes qui, depuis l'adduction d'eau à partir des années 1970, servaient le plus souvent de poubelles ou furent comblées. Les architectes et les naturalistes de l'équipe ont également pris soin de faire aménager des gîtes pour la petite faune, tels que lézards, oiseaux, chauves-souris, qui apprécient les

cavités dans les murs en pierre. Ainsi, des chouettes chevêches, des hiboux petits ducs, des faucons crécerelles ou des moineaux bénéficient de cette hospitalité. Les bâtiments restaurés permettent d'accueillir des chercheurs et différents publics dans des conditions de travail agréables.

Les architectes ont également travaillé sur les abords du hameau et un parcours autour des bâtiments. Cela a impliqué la réfection d'un ensemble de murets, soit par des artisans locaux, soit par des élèves bâtisseurs en pierres sèches, dans le cadre de leurs travaux pratiques. Un jardin disposant d'un parcours explicatif sur l'historique des chevaux et le projet est ainsi aménagé pour guider les visiteurs en dehors de l'enclos des chevaux.

Ostéothèque

Les années passant, le troupeau de chevaux de Takh a connu des naissances et des décès. Dans le but d'apprendre toujours davantage sur les chevaux, nous réalisons des autopsies sur les chevaux morts ou ceux que nous sommes obligés d'abattre lorsque l'état de l'animal ne laisse entrevoir aucun espoir de guérison. Nous conservons les crânes des chevaux morts afin de mener des études anatomiques ; il y en a plus de trente actuellement. Cette collection a pu être préservée grâce à l'action du Département de la Lozère qui a pris soin de chacune des pièces. Il nous est désormais possible de proposer à des chercheurs d'étudier ces crânes. L'ensemble de notre ostéothèque constitue une ressource particulièrement intéressante pour les archéozoologues et paléontologues qui travaillent sur des restes de chevaux. En effet, les chevaux ayant grandi sur la cause Méjean dans notre enclos ont vécu en autonomie, donc sans être alimentés par du grain, et sans être montés. De plus, nous connaissons chacun d'entre eux : l'âge au décès, le sexe et les événements de santé au cours de la vie. Ces informations constituent de précieuses références pour les comparer à des restes d'équidés anciens qui vivaient dans des conditions plus proches de ces chevaux que de celles de nos chevaux domestiques contemporains.



Chaque cheval de l'association Takh est connu de sa naissance à sa mort.
Lors d'un décès, les crânes sont conservés. Ici, l'étalon Bruant en train de bailler.



Les restes osseux des chevaux de l'association Takh servent à différents
projets de recherche, à la fois en médecine vétérinaire, sur l'évolution
des espèces, ou encore en archéozoologie.



Stipa, mars 2018.

Histoires de vies caballines

par Hélène Roche

Depuis leur arrivée sur le causse Méjean, les chevaux sont suivis individuellement pour leur état de santé et leurs relations sociales. Chaque semaine, un membre de l'équipe de Takh évalue l'état d'engraissement de chaque cheval et avec quels autres chevaux il se trouve. S'il est blessé, malade ou qu'il boite, cela est noté pour suivre l'évolution. Si le cas est préoccupant, nous demandons à un vétérinaire de venir examiner à distance le cheval. Il est très fréquent que les chevaux nous surprennent pour leur capacité de guérison, en particulier les plaies. Dans les cas incurables, comme des fractures, heureusement rares, sur avis du vétérinaire, nous faisons appel à un lieutenant de l'ouvetrie pour abattre le cheval. Une euthanasie nécessiterait d'approcher le cheval ce qui serait très stressant pour lui et dangereux pour nous. C'est la raison pour laquelle nous choisissons de faire appel à une personne assermentée car la mort est immédiate et sans stress pour l'animal. Dans bien des cas la mort est naturelle. L'autopsie nous renseigne sur les causes d'un affaiblissement ou du décès.

Le comportement de chaque cheval est retracé à travers ses changements de groupes et des anecdotes particulières. Les liens qu'il ou elle a entretenus avec ses congénères se traduisent par la durée de vie partagée avec d'autres dans le même groupe et inversement, les rivalités se notent par les combats que nous avons pu observer. Par ailleurs nous réalisons des analyses génétiques pour chaque poulain né. Nous savons ainsi qui est le père et parfois, contrairement aux apparences, celui qui l'élève n'est pas

toujours le géniteur ! Nous avons ainsi une vision du tissu social avec les filiations et les affinités. Parfois il est aussi possible de parler de la personnalité des chevaux, au regard des comportements spécifiques qu'ils ont pu avoir au cours de leur vie.

STIPA

Une vie aux nombreux poulains

Stipa est une jument née sur le causse en 1997. Sa mère, Sabrina, et son père, Savid, étaient tous les deux nés dans des zoos en Allemagne. Stipa eut son premier poulain à l'âge de 3 ans puis en eut 14 au cours de sa vie. C'est l'une des juments les plus prolifiques du troupeau. Son dernier poulain, Shanz, né en 2019, est resté avec elle jusqu'à sa mort, survenue en mars 2022. Stipa s'occupait bien de ses poulains mais ne manifestait pas d'inquiétude particulière s'ils s'éloignaient d'elle ou commençaient à s'émanciper avant de quitter le groupe familial. Étrangement, avec Shanz, elle s'est comportée différemment. Bien que celui-ci ait atteint l'âge de quitter le groupe pour aller avec les étalons célibataires, s'il quittait le groupe trop longtemps pour aller jouer avec d'autres mâles, elle cherchait à le rejoindre. Tandoori, l'étalon qui accompagnait Stipa et Shanz, ne voyait pas cela d'un bon œil : pour un étalon en charge de juments, il n'est pas concevable que sa ou ses juments aillent fréquenter un autre groupe composé de mâles. Tandoori devait donc aller chercher Shanz parmi les célibataires pour le ramener dans le giron de sa mère, sinon Stipa lui échappait.



Stipa et son poulain Shanz à sa naissance en 2019.
© Marie Pierre Chanvry.

Stipa, avec la vieillesse, a eu de plus en plus de mal à mastiquer correctement. Ici, elle donne des coups de tête vers le haut.



Les difficultés de la vie sauvage

À la mort de Stipa, Shanz resta encore quelques semaines avec Tandoori puis il rejoignit enfin ses copains. Juste avant, Shanz tétait encore de temps en temps sa mère malgré ses deux ans et demi. Il bénéficiait ainsi d'une immunité améliorée par le lait maternel. Pourtant, Stipa était très maigre. Elle souffrait d'une usure inégale des dents, entravant sa mastication au fil des ans, comme cela semble se produire chez les chevaux libres. Cela se voyait lorsqu'elle broutait : après avoir prélevé un peu d'herbe, elle relevait la tête et donnait des coups vers le haut, vraisemblablement pour faire passer la nourriture sur une zone moins douloureuse, puis mastiquait. Après sa mort, l'examen de sa dentition révéla des usures très inégales qui ont très probablement provoqué des accumulations de fourrages entre les dents et par conséquent, des infections buccales. Cela a dû contribuer à un amaigrissement progressif et à un affaiblissement global. Malgré son état, Stipa continuait à montrer sa détermination et son indépendance, ce à quoi Tandoori était obligé de se plier.

Une indépendante

Si Stipa décidait de se déplacer vers le point d'eau, il ne fallait pas longtemps pour que son groupe lui emboîte le pas, puis les autres groupes et finalement la trentaine de chevaux la suivait. Durant une bonne partie de sa vie, Stipa fut souvent l'initiatrice des déplacements de tout le troupeau. En dehors de ces situations, cette jument était discrète, n'entrant jamais en conflit avec les autres tout en se faisant respecter par de légères menaces de sa tête. À part Salvia, d'un an plus jeune qu'elle, il est difficile de dire avec qui Stipa était amie. Probablement avait-elle une affinité plus marquée avec chacun des étalons qu'elle a connus : Adonis, Bruant plus spécialement car elle a passé le plus d'années avec lui, Lou Ravi puis Tandoori. La dernière année de sa vie a été filmée par le réalisateur Sylvère Petit, pour son long métrage « Vivant parmi les vivants » sorti en 2024. Les chevaux qui dépassent les 20 ans en conditions naturelles sont peu nombreux, en raison des conditions rudes auxquelles ils sont exposés et de l'usure de leurs dents qui arrivent au terme de leur croissance à cet âge-là. Nous avons eu la chance de connaître cette jument et de l'observer à tous les âges de la vie d'un cheval.

VLAD

Grandir librement

Vlad est né en 2015, l'année où 6 chevaux partirent en Russie, d'où son nom, clin d'œil à cet événement. Il fait partie de la troisième génération des chevaux de Takh nés sur le causse Méjean. Comme la plupart des chevaux sauvages, il est resté dans son groupe de naissance avec sa mère Stalactite jusqu'à ses deux ans puis a rejoint un groupe de mâles célibataires. Il a retrouvé son frère de 3 ans plus âgé, Lou Ravi, avec lequel il s'entendait particulièrement bien. Lou Ravi l'a d'ailleurs gardé avec lui et un autre étalon, Epops, rejetant les autres. À cette période, Lou Ravi convoitait les juments et finit par les obtenir après plusieurs mois de combats avec les étalons familiaux. Dès qu'il fut au contrôle de juments, il laissa Epops et Vlad. Ces derniers rejoignirent le groupe des étalons célibataires. Vlad retrouva des compagnons de jeu de son âge et moins préoccupés par l'acquisition des juments.



Vlad, mai 2022.

Un quatuor peu commun

L'année suivante il y eut de l'agitation dans le groupe des garçons. En effet, une jeune jument, Fantasia, avait quitté son groupe familial. Petit à petit ce fut Nour, l'un des plus âgés du groupe, qui se l'appropriait, acceptant le jeune Calcio dans ce groupe. Nour dominait les autres étalons, ce n'était pas une surprise. Toutefois il avait un membre antérieur handicapé du fait d'une ancienne blessure (le carpe, équivalent de notre poignet). Il ne pouvait plus le



Combat entre Vlad (à droite) et Cosmos qui s'est trop approché de Fantasia, Nour et Calcio.

plier. Il restait néanmoins très alerte et mobile, se couchant, trotant, galopant, se battant, mais il lui arrivait de chuter du fait de sa jambe raide lors de déplacements rapides. Une fois avec la jeune Fantasia et avec Calcio, il n'accepta pas de proximité trop grande avec les étalons, sans les quitter pour autant, ce qui amenait régulièrement des tensions. Puis Vlad se rapprocha du trio, chassant tout autre étalon qu'il jugeait trop près. Nour en faisait son affaire et emmenait Fantasia et Calcio à distance sécurisée en cas de grabuge. Vraisemblablement Nour acceptait cette intervention de Vlad car lui-même n'était pas physiquement en mesure de venir à bout de toute la bande des célibataires. Cette situation pour le moins unique, d'une jument avec plusieurs étalons qui coopèrent, dura environ 6 mois, jusqu'à ce que Nour décline physiquement en quelques semaines en plein hiver et meurt. Calcio, encore adolescent, rejoignit les célibataires à proximité tandis que Vlad remporta la belle et se rapprocha de la famille de Lou Ravi, quittant les célibataires.

Une brève carrière d'étalon

Lou Ravi sembla l'accepter facilement alors qu'il avait eu beaucoup de difficultés à cohabiter avec d'autres étalons familiaux. Cheveu d'Ange et sa pouliche quittèrent même le groupe de Lou Ravi pour rejoindre Vlad et Fantasia. Vlad semblait être devenu le bras droit de Lou Ravi, allant chasser les étalons célibataires, prenant les devants pour aller boire alors qu'un jeune étalon les attaquait régulièrement. Malheureusement, ce jeune étalon finit par avoir gain de cause. Nous ignorons ce qui s'est passé, mais Vlad fut retrouvé un matin dans le groupe des étalons célibataires avec un membre postérieur fracturé. Étant donné sa situation incurable et la souffrance dans laquelle il se trouvait, il fallut l'abattre. Ses juments furent récupérées par le jeune étalon. Après le nettoyage par les charognards (vautours, blaireaux, renards, corneilles...) et les insectes nécrophages, nous avons récupéré le squelette complet de Vlad. Il sera exposé au muséum Requien d'Avignon, faisant ainsi perdurer son histoire et celle des chevaux de Przewalski.



Vlad avec son groupe familial, septembre 2021.

Le cheval de Przewalski : un lien vivant entre passé et avenir

par Hélène Roche

Des captures à la réintroduction, une histoire connue

Le cheval de Przewalski était connu par les Mongols sous le nom de « takh » ou « takhi ». Les Occidentaux le découvrirent à la fin du XIX^e siècle en Mongolie et au nord de la Chine. C'est le colonel Nicolai Przewalski, russe d'origine polonaise, qui en rapporta une peau et un crâne au Muséum d'Histoire naturelle à Saint-Pétersbourg. Le biologiste Poliakov détermina qu'il s'agissait d'une espèce d'équidé du genre *Equus* non décrite jusqu'alors. Il lui attribua donc en 1881 un nom pour le classer selon les critères du biologiste Linné, classification encore usitée de nos jours pour nommer les animaux, plantes, végétaux, champignons... En hommage à l'explorateur, ce petit cheval devint ainsi *Equus przewalskii*.

Cette découverte occidentale coïncidait avec l'apogée des jardins d'acclimatation et des parcs zoologiques. Aussi, différents pays manifestèrent-ils leur intérêt pour acquérir des spécimens vivants et les exposer. Six campagnes de capture furent ainsi organisées en Mongolie. Les chevaux adultes étant trop difficiles à attraper, des poulains furent

prélevés. Au total, 53 poulains arrivèrent vivants dans les zoos européens. Au fil des campagnes de capture, la localisation des chevaux de Przewalski devint de plus en plus ardue. En 1970, l'espèce fut déclarée éteinte à l'état sauvage. Seuls subsistaient les chevaux des zoos qui se reproduisirent et eurent une descendance. Cependant, la base génétique est très étroite ; elle repose sur 12 chevaux. La mise en place d'un livret généalogique permit aux zoos d'échanger des individus pour maximiser les croisements et diminuer autant que possible la consanguinité.

À partir des années 1990, des réintroductions furent envisagées dans le domaine vital historique, à savoir la Chine et la Mongolie. Trois projets s'implantèrent en Mongolie. L'association Takh réintroduisit 22 chevaux en 2004 et 2005 à l'ouest du pays. En 2020, le seuil de 100 chevaux fut franchi. Sur les trois sites se trouvent actuellement plus de 800 chevaux. Au niveau mondial, on dénombre 3100 chevaux répartis dans les zoos et des réserves comme celle de notre association en Lozère. L'espèce n'est plus éteinte à l'état sauvage mais reste en danger d'extinction. Nous venons de résumer l'histoire classique, conventionnelle, du cheval de Przewalski.

Le statut de dernier cheval sauvage remis en cause

En 2018, un article scientifique coordonné par Ludovic Orlando et publié dans la prestigieuse revue *Science* secoua le milieu de la conservation : le cheval de Przewalski n'était pas sauvage ! Il y avait de cela 5500 ans, le peuple Botai l'avait domestiqué. Toutefois, domestiquer ne signifie pas monter ou atteler, il n'y en a pas de preuve à ce jour. Ces chevaux furent consommés pour leur viande et le lait de jument fut vraisemblablement utilisé. Ces chevaux furent donc sous contrôle humain pendant plusieurs centaines d'années puis un jour, pour une raison inconnue, retrouvèrent leur liberté. Ils ne sont pas à l'origine de nos chevaux domestiques actuels. Cette découverte fut un choc dans la communauté de la conservation et plusieurs personnes engagées dans la préservation du cheval de Przewalski contestèrent les résultats de l'article. Ils étaient les seuls à critiquer cette recherche. Nous étions surpris d'une telle ferveur pour rejeter le qualificatif de féral qui semblait désormais devoir remplacer celui de sauvage pour désigner le cheval de Przewalski. En réalité cela n'était pas si surprenant si l'on savait que le statut de protection de cet animal au niveau de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) reposait précisément sur ces deux adjectifs : seul un animal dit « sauvage » (*wild* en anglais) rentrait dans ses prérogatives, tandis qu'un animal féral était exclu. Nous pouvions comprendre alors que l'enjeu autour du mot sauvage devenait énorme : sur ce seul mot reposaient des programmes entiers et des décennies d'action de préservation. L'UICN ne modifia pas le statut du cheval de Przewalski et se rallia à quelques acteurs de la conservation qui affirmaient que sauvage ou féral, ce cheval méritait que l'on poursuive les actions de conservation. Cet épisode mouvementé d'avancée des connaissances scientifiques mit sur le devant de la scène les chevaux de Przewalski alors qu'ils n'étaient pas censés s'y trouver. En effet, les chercheurs étaient en quête des origines du cheval domestique moderne. Ils furent très surpris d'identifier les Przewalski dans leurs analyses génétiques. De plus, les chercheurs ne répondaient pas à leur question qui était de savoir où et quand notre cheval contemporain avait

été domestiqué. Les chevaux de Przewalski s'étaient invités dans l'histoire de la domestication du cheval sans que personne ne les ait vus venir !

Des ambiguïtés récurrentes

À bien y réfléchir, cela n'était pas la première fois que ces chevaux jouaient les empêcheurs de tourner en rond. Déjà lors de leur découverte par les Occidentaux, ils refusaient de répondre à la définition pourtant claire de l'espèce. Ils possèdent en effet un nombre de chromosomes différent (66) des chevaux domestiques (qui en ont 64), ce qui différencie deux espèces. Cependant, les croisements avec des chevaux domestiques donnent des descendants fertiles. Pourtant, deux espèces différentes sont censées produire des hybrides stériles, comme les mules et mulets, issus de croisements entre un âne et une jument. Malgré tout, le cheval de Przewalski et le cheval domestique sont considérés comme des sous-espèces ou des espèces différentes. Par ailleurs, les scientifiques ont longtemps avancé que les Przewalski étaient les ancêtres de nos chevaux. Que nenni ! Depuis 2015, nous savons, sur la base de travaux en génétique, qu'ils proviennent tous deux du même ancêtre et ont divergé il y a 45000 ans. Puis, en 2018, à la faveur de ces nouveaux travaux de recherche, les chevaux de Przewalski perdirent leur titre de dernier cheval sauvage pour devenir les descendants, redevenus libres, des premiers chevaux domestiqués il y a 5500 ans.

Interroger des concepts

Profitons du fait que les chevaux de Przewalski viennent nous bousculer pour interroger la construction de nos connaissances. La tension entre les scientifiques autour de la publication de 2018 repose sur un mot, un seul : sauvage. Nous avons discuté de ce mot avec l'anthropologue Charles Stépanoff et le paléogénéticien Ludovic Orlando. Il en ressort que ce mot est un concept du XIX^e siècle qui est absent de certaines cultures. De plus, dans un même pays, comme les États-Unis, le mot sauvage peut revêtir plusieurs valeurs. Ainsi les mustangs libres sont-ils des chevaux dits féroces par les biologistes car ils ont retrouvé leur liberté depuis plusieurs siècles. En ce

sens, ils ne peuvent rentrer dans les prérogatives de l'UICN. Toutefois, dans la loi américaine, ces mêmes chevaux sont dits *wild* et, du fait qu'ils incarnent l'esprit des conquêtes de l'ouest, ils sont protégés. Si nous nous penchons sur les définitions des biologistes, nous trouverons qu'un animal domestique, supposé être l'opposé du sauvage, sera modifié par la sélection humaine sur le plan comportemental, physiologique, morphologique. Un animal domestique est censé être plus proche de l'homme, moins agressif. C'est ici que les chevaux de Przewalski reviennent. Si nous envisageons les premières rencontres anthropo-équines uniquement sous l'angle d'une main mise humaine sur les animaux, comme une forme de domination, et que nous avons sélectionné les animaux les plus dociles, Églantine nous dit que l'histoire fut peut-être différente. Églantine était une jument de Przewalski née en semi-liberté à l'association Takh. Comme ses congénères, elle fut habituée à la présence d'observateurs et vivait en autonomie sans jamais être manipulée. Toute tentative de contact de la part des chevaux était évitée par les humains qui prenaient leurs distances. Malgré cela, Églantine n'a eu de cesse, jusqu'à sa mort à 25 ans, de rechercher le contact. Pas grand-chose, puisque cela n'était pas permis. Simple proximité, à quelques centimètres de nous. Et si l'un des humains, ne pouvant résister à la tentation, la touchait du bout des doigts, cela semblait la ravir et la motivait à persévérer dans son attitude. Il n'a jamais été question de lui mettre un licol ou de la monter. Néanmoins, si nous avons eu en tête une relation plus poussée avec des chevaux, à n'en pas douter, nous aurions commencé par Églantine. Peut-être, si elle avait eu des descendants que nous aurions manipulés, puis sélectionnés les plus faciles, aurions-nous commencé ce long processus que nous nommons domestication. Dans cette grande aventure, qui fit le premier pas vers l'autre ? Était-ce un rapport de force ou plutôt une rencontre, comme le suggère le comportement d'Églantine ? Aujourd'hui, les concepts du sauvage et du domestique ne sont plus aussi solides que par le passé. Au vu de l'évolution des connaissances, ils méritent d'évoluer.

Revoir le passé

Même si ces chevaux de Przewalski ne sont pas des « purs sauvages » puisqu'ils ont eu des accointances avec les humains du peuple Botaï, ils nous permettent de nous représenter en partie le passé. Ils sont sans cesse nommés « fossiles vivants » pour leur ressemblance avec les chevaux des peintures rupestres, comme dans la grotte Chauvet (environ -35000 ans) ou de Lascaux (-24000 ans). Or, on sait aujourd'hui qu'il ne s'agissait fort probablement pas d'eux mais d'autres espèces de chevaux libres, disparues aujourd'hui. Néanmoins, nous pouvons dire que les chevaux de Przewalski que nous voyons en 2024 sont les équidés qui ressemblent le plus à ce que furent des chevaux sauvages de ces époques. En effet, malgré cet épisode de domestication qu'ils ont connu, ils n'ont pas été modifiés. Les analyses génétiques vont d'ailleurs en ce sens : le cheval domestique moderne se distingue par la modification de 3 gènes, ce qui n'est pas le cas de ceux que nous appelons chevaux de Przewalski. Leur génome n'a pas subi ces modifications, il est semblable avant l'intervention du peuple Botaï et après leur retour à la liberté.

Protéger le vivant

Par leur histoire, ces chevaux ont une place à part. En tant qu'animaux sauvages, et qui plus est en danger d'extinction, puisque c'est ainsi qu'ils sont désignés dans les textes de lois, ils sont gérés d'une façon spécifique. Ils sont inscrits au registre des espèces de la liste rouge de la convention de Washington, aussi connue sous le nom de CITES. Il est ainsi interdit de faire commerce de ces chevaux. Suite à l'amélioration de leur situation, notamment par les réintroductions et la croissance de leurs effectifs dans le monde, ces chevaux représentent une réussite en matière de conservation. En tant que grands mammifères pour lesquels nous manifestons spontanément plus de sympathie que pour des animaux plus éloignés de nous sur le plan évolutif, comme les insectes, les araignées ou les serpents, ils endossent le rôle d'espèce étendard ou porte-drapeau, permettant de sensibiliser le grand public

à la conservation de la nature. Ils nous poussent à agir pour le vivant, pour les préserver eux, mais aussi les autres espèces animales qu'ils côtoient, et leurs milieux.

Apprendre et comprendre les chevaux

Leur proximité avec les chevaux domestiques, au regard de l'évolution, en fait des références pour améliorer nos connaissances sur le comportement équin. Qu'il s'agisse des comportements sociaux, du rythme de vie ou des contraintes liées au milieu libre ou domestique, les chevaux de Przewalski nous aident à mieux comprendre nos chevaux.

À l'association Takh, nous observons individuellement ces chevaux depuis 30 ans. Leurs chemins de vie sous nos yeux nous enseignent ce que signifie être cheval pour soi-même, avec des histoires singulières et des personnalités équines. Y compris dans leur mort, ils continuent à nous instruire puisque leurs ossements, leurs crânes en particulier, constituent des points d'appui pour les archéologues et paléontologues. Ces chercheurs manquent en effet d'éléments de comparaison pour mettre en

perspective leurs découvertes, qu'il s'agisse d'os ou de données biochimiques comme le régime alimentaire déduit de la croissance dentaire. Les chevaux de Przewalski viennent une nouvelle fois éclairer le passé.

Conclusion

Par ces différents points, nous venons de dresser une autre histoire des chevaux de Przewalski. Finalement, à travers toutes leurs singularités, ils font rêver les chercheurs, les cavaliers, et tout un chacun. Grâce à ces chevaux, nous pouvons illustrer l'évolution des sciences, interroger des concepts, sensibiliser à la conservation des espèces et des milieux, améliorer notre compréhension des chevaux et repenser notre place au sein du vivant. Même s'ils n'en ont pas l'intention, les chevaux de Przewalski nous mobilisent de différentes façons et ce, depuis plusieurs siècles. Ils manifestent ainsi une agentivité.

Texte produit par Hélène Roche pour les Journées culturelles des 11 et 12 avril 2024 au Parc équestre fédéral de la Fédération française d'équitation.

Relations entre les humains et les chevaux

par Léa Lansade et Hélène Roche

I l y a 4 000 ans, une lignée bien particulière de chevaux a été domestiquée. Ces chevaux avaient probablement un attrait, pour nous les humains, très spécial. On le constate aujourd'hui, au travers de nos travaux en éthologie (la science qui étudie le comportement). Les chevaux domestiques sont en effet particulièrement sensibles et attirés par tout ce qui nous concerne. Ils sont capables de reconnaître les traits de nos visages, des mois après nous avoir vus, et même à partir de simples photographies ! Ils sont aussi très sensibles à nos émotions : ils recon-

naissent les expressions faciales en lien avec nos émotions telles que la joie, la colère ou même la tristesse. Ils répondent à l'intonation de notre voix : si on diffuse avec un haut-parleur une voix en colère, leur rythme cardiaque s'emballe instantanément, alors qu'il baisse avec une voix triste. Enfin, ils perçoivent les odeurs que nous produisons lorsque l'on a peur : ces odeurs induisent chez eux des réactions de peur en retour, par des mécanismes de contagion émotionnelle. Les chevaux ont une sensibilité à notre égard absolument hors du commun !

Une connexion profonde entre l'humain et le cheval

Les études en éthologie ont dévoilé à quel point les chevaux domestiques sont attentifs à nous et à nos émotions



Le ton de notre voix les fait réagir instantanément : Leur rythme cardiaque s'accélère quand ils entendent une voix en colère et s'abaisse avec une voix joyeuse

Ils reconnaissent les traits de nos visages, y compris sur des photographies ou des films !

Ils reconnaissent nos expressions faciales de joie, de peur et même de tristesse

Les odeurs que nous produisons lorsque l'on a peur sont perçues par les chevaux : quand ils les sentent, ils ont plus de réponses de peur à leur tour

Les chevaux ont une sensibilité à notre égard absolument hors du commun !

Le panneau consacré à la sensibilité des chevaux et à leur connexion avec les humains.

Il ne leur manque que la parole !

par Muriel Richard

Les études, travaux, ou écrits concernant la capacité des humains et des animaux à entrer en communication en sont encore à un stade exploratoire : il paraît cependant ici intéressant de faire état de cette possibilité encore non démontrée scientifiquement, ce qui la rend d'autant plus mystérieuse.

Les relations entre les êtres humains et les chevaux sont protéiformes. Si leurs comportements ont été analysés selon des méthodes scientifiques, des approches moins conventionnelles proposent également d'autres grilles de lecture.

Nos animaux ne peuvent parler, c'est pour cette raison que des praticiens proposent leur aide pour communiquer avec eux à travers l'intuition, la pensée, la *télépathie* qui est une communication réelle extrasensorielle (du grec *τῆλε*/*têle*, « loin, au loin », et *πάθεια*/*pátheia*, « sentiment », de *πάθος*/*páthos*, ce que l'on éprouve).

Il s'agit de la communication animale ou communication intuitive.

Elle permet de rentrer en contact avec un animal de n'importe quelle espèce et de dialoguer avec lui par télépathie. Que ce soit en face-à-face ou à distance, le but est d'établir un lien pour améliorer la relation entre l'animal et l'humain, identifier la cause d'un problème ou transmettre un message.

Cette notion de communication intuitive n'est pas récente, car de 1972 à 1995, l'intuition fut au cœur d'un étonnant programme d'espionnage psychique américain.

La « clairvoyance » c'est-à-dire la capacité intuitive de « voir » à distance quelque chose d'inaccessible à nos cinq sens, fut au cœur d'un programme militaire américain audacieux baptisé du nom de code Stargate.

Des centaines de missions d'espionnage « psychique » y furent ainsi menées pour le compte de la CIA et de la NASA. Grâce à la technique du *Remote viewing* (communication intuitive), des militaires entraînés réussissaient à « voir à distance » des cibles ennemies. La pratique s'est ensuite diffusée au domaine public et serait encore utilisée pour repérer des épaves archéologiques...

La communication animale ou intuitive développée dans les années 1970 découlerait de cette pratique. C'est à partir des années 1990 que le nombre de communicants augmente avec notamment Marta Williams, Caroline Leroux, Anna Evans ou Laila del Monte en Europe.

Depuis longtemps, des scientifiques se sont intéressés à la communication sensorielle, particulièrement le docteur Rupert Sheldrake qui décrit les facultés hors du commun des animaux et évoque un lien qui unit les animaux, les humains et leur environnement. Il parle notamment de l'existence d'un lien invisible unissant la planète et tous ses habitants.

Nous sommes inconsciemment reliés les uns aux autres par les énergies ou les vibrations, et c'est ce champ, appelé « champ morphique », qui rend possible la communication télépathique.

L'explication de la communication animale serait peut-être une simple histoire d'ondes !?

En effet, la communication animale passe par le cerveau, allant de celui de l'humain à celui de l'animal, permettant ainsi un échange de données. Les activités électriques cérébrales dites rythmiques sont classées selon leur fréquence :

- Les ondes Alpha : fréquences comprises entre 8.5 et 12 Hz.
 - Les ondes Beta : fréquences supérieures à 12 Hz.
- Les animaux, eux, sont naturellement alignés sur des ondes Alpha, alors que les humains ont un fonctionnement naturel sur les ondes Beta.

Pour effectuer une communication animale, il suffit donc d'être « sur la même longueur d'onde » que l'animal, et les deux espèces parviendraient ainsi à échanger des informations, qui se classent selon plusieurs catégories :

- Les informations visuelles : nous allons envoyer ou recevoir une image mentale, comme si nous avions une photo en tête.

- Les informations auditives : nous recevons ou émettons des sons, des bruits.

- Les informations kinesthésiques : ce sont les sensations que nous percevons dans notre corps lors de la communication animale.

- Les informations olfactives : nous sentons des odeurs, les respirons comme si nous étions face à quelque chose de réel.

- Les informations gustatives : nous avons en bouche le goût des objets/aliments que nous envoie l'animal.

Le règne animal a encore beaucoup à nous apprendre, et une citation de Boris Cyrulnik nous interroge sur notre méconnaissance :

« Le jour où l'on comprendra qu'une pensée sans langage existe chez les animaux, nous mourrons de honte de les avoir enfermés dans des zoos et de les avoir humiliés par nos rires. »



Débroussailleuse, jument ayant vécu dans l'enclos du Villaret, au centre de conservation Takh (© Marie Herment).

Glossaire

Annulus – annuli : couches de ciment qui se forment pendant une période de ralentissement de formation de ce tissu dentaire (saison froide). Elles sont plus étroites sont plus minéralisées que les couches de ciment qui se déposent lors des périodes de croissance rapide (saison chaude).

Agentivité : terme ici utilisé comme traduction de *agency* appliquée aux animaux non humains. Ce concept recouvre plusieurs acceptions selon les auteurs sans qu'elles ne soient parfois exprimées (la discussion du concept de l'*agency* par Étienne Balibar et Sandra Laugier dans *Vocabulaire européen des philosophies, Dictionnaire des intraduisibles*, sous la direction de Barbara Cassin, Paris, Seuil/Le Robert, 2004, p. 26-32). Pour éviter les malentendus, nous précisons le sens que nous faisons porter à l'agentivité : nous l'entendons comme la manière d'être soi-même selon ses volontés propres ou par sa « puissance d'agir » et sa capacité à faire agir d'autres choses ou d'autres vivants, sans qu'il y ait nécessairement une intention.

Bardot : équidé hybride issu du croisement entre un étalon et une ânesse.

Biogéochimie : étude des processus de transferts des éléments chimiques contenus dans l'environnement des êtres vivants (végétaux, animaux).

Brachyodonte : dent dont la croissance est courte et limitée. La couronne est basse et les racines sont longues en comparaison. Les primates dont les hominidés, les carnivores, les suidés (à l'exception de la canine/défense) et les cervidés ont des dents brachyodontes.

Brouteur : animal herbivore qui consomme des plantes ligneuses (ex : chêne, pissenlit, genévrier...).

Bûcher funéraire : c'est le feu aménagé dans le but de procéder à la crémation de défunt, pratique courante au cours de l'âge du Fer dans le Midi méditerranéen.

Cément afibrillaire acellulaire : ciment qui recouvre une partie de la couronne dentaire. Il se retrouve

particulièrement sur l'émail de certains ongulés herbivores (bovidés).

Cémentocyte : nom donné aux cellules productrices du ciment (cémentoblastes) qui se sont fait emmurées dans la matrice du ciment lors de périodes de formation rapide.

Conquête (romaine) : la Conquête romaine est engagée par l'intervention des romains en Provence dès 125 av. J.-C., puis ces derniers ont progressé jusqu'en Languedoc où ils ont fondé la colonie de Narbonne en 118, à l'origine de la province dite de Narbonnaise.

Dzud : terme mongol qui indique un phénomène climatique hivernal, souvent lié à un été sec, où beaucoup de neige tombe, associé à du vent et des températures extrêmement basses.

Endogène : qui provient ou se produit à l'intérieur d'un organisme ou d'un système.

Érosion : c'est l'usure et la transformation que les eaux et les phénomènes atmosphériques (vent, gelée, pluie, neige...) font subir aux roches et sédiments présents à la surface de la Terre.

Éruption dentaire : caractérise le moment de la croissance dentaire où une nouvelle dent fait irruption dans la gencive jusqu'à atteindre une position fonctionnelle. C'est donc le processus progressif de remplacement de la dentition lactéale (dents de lait) par la denture permanente (dents définitives).

Espèce : groupe d'individus qui se ressemblent et qui produisent ensemble de la descendance fertile.

Éthologie : étude scientifique du comportement animal.

Ethnobiologie : discipline scientifique qui étudie les relations passées ou présentes entre le monde du vivant, ici animal, et humain.

Exogène : qui provient ou se produit à l'extérieur d'un organisme ou d'un système.

Féral : un animal féral est un animal ayant retrouvé la liberté. Il s'agit de populations d'animaux libres, comme des chiens, des chats et des chevaux dans

de nombreux pays, mais aussi les dromadaires en Australie par exemple. Ce retour à la liberté est aussi nommé marronnage.

Génotype : le génotype est composé de l'ensemble des caractères héréditaires qu'un individu possède.

Holocène : période interglaciaire à climat tempérée du Quaternaire qui s'étend de 10 000 ans av. notre ère jusqu'à nos jours.

Hybridation - Hybride : le croisement entre deux variétés (morphotypes) ou deux espèces différentes produit des individus dits hybrides.

Hypsodontie : dents qui ont une croissance continue. On les retrouve chez les animaux qui consomment de grande quantité de nourriture abrasive (herbe, bois) et donc qui usent très rapidement leur couronne dentaire. Dans un premier cas, la couronne augmente tout le long de la vie de l'animal (rongeurs, canines des sangliers, défense des proboscidiens). Dans un second cas, la croissance est prolongée. La couronne est haute, sans collet et la racine courte (équidés et bovidés).

Isométrique (croissance) : croissance qui se produit au même rythme pour toutes les parties d'un organisme de sorte que sa forme reste cohérente tout au long du développement.

Isotope : un isotope est, pour un élément chimique donné, un élément de même numéro atomique, mais de masses atomiques différentes.

Laténien (La Tène) : période correspondant à la culture de La Tène, équivalente du deuxième âge du Fer entre le VI^e et la fin du II^e s. av. J.-C.

Marronnage : retour à l'état sauvage d'une espèce domestiquée.

Métacarpe : un des ossements qui constitue le squelette de l'extrémité distale du membre antérieur

(équivalent de la main chez les humains) : il se situe entre le carpe et les phalanges des doigts.

Morphotype : désigne une catégorie d'individus qui ont en commun des morphologies similaires au sein d'une même espèce.

Mule, mulet : hybrides stériles issus du croisement entre un âne et une jument.

Paisseur : désigne un animal herbivore qui consomme des graminées (ex : blé, bambou, bananier...).

Phénotype : ensemble des caractères apparents d'un individu.

Photopériodisme : rapport entre la durée du jour et de la nuit, c'est-à-dire l'influence la durée de l'éclairement journalier sur diverses réactions physiologiques des animaux et des végétaux.

Phylogénie : étude des liens existants entre des espèces apparentées.

Pléistocène : époque géologique glaciaire de l'ère Quaternaire qui s'étend entre 2,6 millions d'années à 10 000 ans environ avant notre ère. Elle est suivie par la période dite Holocène.

Procrustes (superposition) : méthode statistique qui permet d'aligner des conformations en éliminant les effets de taille, de position et d'orientation afin de placer tous les individus dans un même espace morphologique et de pouvoir les comparer.

Rewilding - réensauvagement : réimplantation d'espèces sauvages dans un lieu précédemment façonné par les humains.

Squelettochronologie : méthode d'étude des marques de croissance au sein des éléments squelettiques (os, dents) des vertébrés.

Taphonomie : étude de la manière dont les restes organiques passent de l'état vivant à l'état fossile après leur enfouissement.

Quelques références pour aller plus loin

- Balasse M., Brugal J.-Ph., Dauphin Y. (dir.)** – *Messages d'os. Archéométrie du squelette animal et humain*, 2015, Éditions des archives contemporaines, Coll. « Sciences archéologiques », France.
- Baratay E. (dir.)** – *L'animal désanthropisé*, 2021, Paris, éditions de la Sorbonne.
- Brugal J.-Ph. (dir.)** – *Taphonomie*. Éditions des archives contemporaines, CNRS-INEE. Paris, Collection « Sciences archéologiques », 2017.
- Evans A.** – *Rencontre avec le monde animal : communication intuitive*, 2004, ALMP.
- Demoule J.-P., Giligny F., Lehoerff A., Schnapp A.** – *Guide des méthodes de l'archéologie*, 2020, Ed. La Découverte.
- Gailledrat E.** – *Pech Maho, comptoir lagunaire de l'Âge du fer (VI^e-III^e s. av. n. ère)*, Narbonne, Parc Naturel Régional de la Narbonnaise en Méditerranée, 2012, 72 p. (Les Carnets du parc, n° 12).
- Gailledrat E.** – Symboles de guerre, manifestations de violence : le cas de la fortification de l'âge du Fer de Pech Maho (Sigean, Aude), dans Buchsenschutz O., Dutour O., Mordant C. (dir.), « Archéologie de la violence et de la guerre dans les sociétés pré- et protohistoriques », *Faire la guerre, faire la paix, Actes du 136^e Congrès du CTHS (Perpignan, 2011)*, Paris, CTHS, 2014 (édition électronique), p. 175-194.
- Gardeisen A. (dir.)** – *Les équidés dans le monde méditerranéen antique*. Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Hors série n° 1, 2005, 324 p.
- Gardeisen A., Furet E. et Boulbes N. (dir.)** – *Histoire d'équidés : des textes, des images et des os*. Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Hors série n° 4, 248 p.
- Gardeisen A., Chandezon Ch. (dir.)** – *Équidés et bovidés dans la Méditerranée antique. Rites et Combats. Jeux et Savoirs*. Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, Hors série n° 6, 2014, 362 p.
- Gardeisen A.** – L'Archéozoologie : méthode et enjeux. *Dossiers d'Archéologie*, 362, p. 56-57, 2014.
- Lansade L.** – *Dans la tête d'un cheval*, 2023, Humensciences.
- Lebon V.** – *Communiquer avec les animaux : Pour comprendre et renforcer notre lien avec eux*, 2023, Favre Éditions.
- Roche H.** – *Les chevaux nous parlent... si on les écoute*. 2018, lauréat du prix Pégase.
- Roche H.** – *Comportements et postures*, éditions Vigot, réédition 2024.
- Ungar P.S.** – Mammalian dental function and wear: A review. *Biosurface and Biotechnology* 1, 2015, p. 25-41.
- Uzunidis A., Brugal J.-P.** – Les grands herbivores (Bovins, Équidés, Rhinocéros, Proboscidiens) de la fin du Pléistocène Moyen : la couche 9 de Coudoulous II (Lot, Quercy, Sud-Ouest France). *PALEO* 29, 2018, p. 223-249.
- Williams M.** – *La connexion perdue, retrouver la communication intuitive avec les animaux et la nature*, 2022, Éd. Jouvence.
- Zalewski S.** – *Le cheval de Przewalski*, éditions Buchet Chastel, 2018.

Liens utiles

<https://www.cevennes-parcnational.fr/fr/des-connaissances/le-patrimoine-naturel/les-milieus-naturels/les-milieus-ouverts-et-semi-ouverts>

<https://inpn.mnhn.fr/docs/ZNIEFF/zniefpdf/910007335.pdf>

<https://www.communication-animal.net/>

Union Internationale de Conservation de la Nature et la « liste rouge » des espèces menacées : site <https://www.iucnredlist.org/species/41763/97204950#taxonomy>

Association Takh : <http://www.takh.org>

<https://www.mshsud.org/projets/vivecologique/>

<https://sciencesdupasse.univ-toulouse.fr/2024/03/22/projet-hippographies/>

<http://animed.hypotheses.org/>



Liste des panneaux de l'exposition

- Le cheval, toute une histoire!, par Julien Bochu et Armelle Gardeisen
- Un projet interdisciplinaire, par Armelle Gardeisen et Julien Bochu
- Pech Maho (Sigeon, Aude), un comptoir lagunaire de l'âge du Fer, par Eric Gailledrat
- Pech Maho (Sigeon, Aude), rites sanglants et abandon du site à la fin du III^e s. av. J.-C., par Eric Gailledrat
- Les équidés du site de Pech Maho, nature et morphologie, par Nicolas Boulbes et Armelle Gardeisen
- Les équidés du site Pech Maho, traitement des carcasses, par Armelle Gardeisen et Nicolas Boulbes
- L'évolution des équidés, par Nicolas Boulbes et Anne-Marie Moigne
- Les chevaux sauvages, par Meredith Root-Bernstein
- Étudier les animaux du passé et leurs relations avec les sociétés humaines, par Armelle Gardeisen
- Reconstituer l'alimentation des chevaux, par Antigone Uzunidis
- La cémentochronologie, par Audrey Roussel
- Les dents peuvent-elles parler ?, par Julien Bochu
- Comment déterminer où un être vivant est né et a vécu par sa signature isotopique, par Delphine Bosch
- La morphologie osseuse, témoin du retour à la vie sauvage, par Pauline Hanot
- Le causse Méjean, un trésor naturel et culturel, par Jullien Bochu
- Le cheval de Przewalski, un lien vivant entre passé et avenir, par Hélène Roche
- Le cheval de Przewalski, par Hélène Roche
- Przewalski en danger, avenir, besoin, politique, par Florian Drouard
- Centres de conservation en Eurasie, par Florian Drouard
- La science chez Takh, par Florian Drouard
- Une connexion profonde entre l'humain et le cheval, par Léa Lansade
- Communication animale, communication intuitive, communication sensorielle, par Muriel Richard et Armelle Gardeisen
- Stipa, fiche d'identité, par Hélène Roche et Tiphaine Lefebvre
- Vlad, fiche d'identité, par Hélène Roche et Tiphaine Lefebvre
- Objectifs de recherche et résultats, par les membres de l'équipe-projet
- Sur les biographies caballines du présent et du passé, par les membres de l'équipe-projet

Membres de l'équipe-projet Hippographies – Vivécologie

J. Bochu (médiation scientifique), D. Bosch (géochimiste isotopes Sr et O), N. Boulbes (paléontologue), V. Fabre (communication animale), L. Gandois (biochimiste), A. Gardeisen (archéozoologue), P. Hanot (archéozoologue, morphométrie géométrique), L. Lansade (éthologue), L. Mion (archéologue isotopes C et N), A.-M. Moigne (paléontologue), L. Orlando (paléogénéticien), C. Planchand (mouleur spécialisé en préhistoire), Klevis Qeleshi (archéozoologue), M. Richard (médiatrice du Défi Clé Sciences du passé région Occitanie), M. Root-Bernstein (ethnobiologiste), A. Roussel (préhistorienne spécialiste en cémentochronologie), A. Uzunidis (paléoécologue), C. Vanlierde (préservation restauration coll. patrimoniale), V. Vauray (chimiste), l'équipe de l'association Takh : J.-L. Perrin, F. Drouart, H. Roche.

Crédits

Illustrations et photographies des auteurs et membres de l'équipe-projet, ainsi que de Ludovic Blatgé, Marie-Pierre Chanvry, Stéphane Durand, Marie Herment, Sylvère Petit, Cécile Querleu, Yabusamé.

Contacts

Associations MALPAS, Takh et réseau AniMed (animated@cnrs.fr).

Remerciements

Le Parc national des Cévennes ; le Département de la Lozère ; Isabelle Darnas ; Cécile Vanlierde ; l'équipe de l'association Takh et du Centre de conservation du cheval de Przewalski ; l'équipe MSH SUD administration (Isabelle Mermet-Guyennet), gestion financière (Nadia Houssais), graphisme (Tiphaine Lefèbvre), studio de productions vidéo (Pierre-Olivier Gaumin et Jean-Baptiste Sauret) et son comité scientifique ; Défi Clé Sciences du passé région Occitanie (suivi Robin Furestier et Benjamin Marquebielle) et son comité scientifique ; Élise Gilles et l'équipe IMBE à Avignon (échantillons végétaux) ; Jordi Bartholome (UABarcelone) ; Ariadna Nieto (univ. Lleida, projet Centauros) ; Sarah Silvéreano ; Julie Beaufort ; Pauline Joinnault ; Virginie Teillet (Italiques).

Les auteurs de ces textes et des panneaux assument individuellement la responsabilité de leurs écrits dans leur forme et leurs contenus.