

LA PALÉOPROTÉOMIQUE SE FAIT DE (TRÈS) VIEUX OS



Après les os d'ours des cavernes, c'est au tour de ceux du lion des cavernes d'entrer dans la liste des matériaux utilisés par Néandertal comme outil. Une découverte inédite permise par la paléoprotéomique, science novatrice reposant sur l'analyse des protéines contenues dans les artefacts.

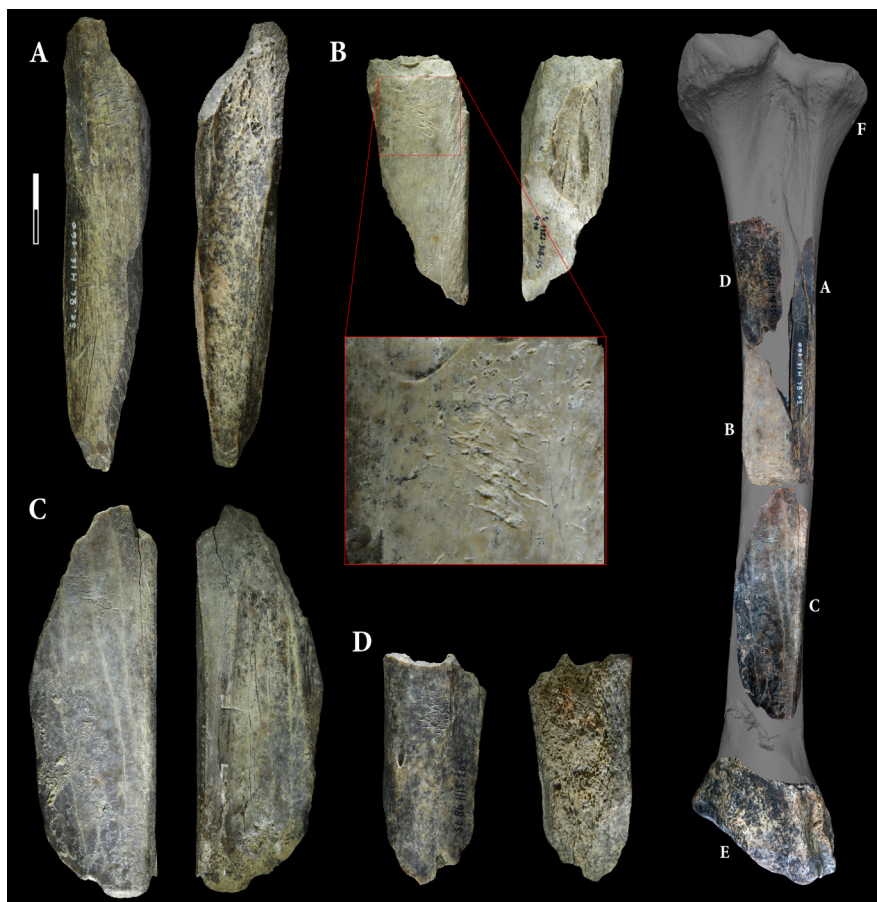
PAR MAËL BREHONNET
ET ATHÉNA SALHI

► Néandertal se serait-il taillé sa part du lion ? Pour la première fois, des chercheurs ont documenté l'utilisation par *Homo neanderthalensis*, il y a plus de 130 000 ans, d'outils en os de lion des cavernes. Un vrai bouleversement : aucune preuve d'une industrie élaborée par les Néandertaliens sur des restes de lion des cavernes n'avait encore été mise au jour, hormis quelques indices d'exploitation de cet animal sur des sites allemands et en Espagne, avec des exemples de récupération de peaux. « Avec un petit détail, on a pu ouvrir tout un pan comportemental des Néandertaliens », s'enthousiasme le Dr Grégory Abrams, chercheur au sein du laboratoire d'anthropologie biologique ArcheOs de l'université de Gand, en Belgique.

Tout est parti d'un fragment de tibia découvert dans les années 80 dans la grotte de Scladina, sur le territoire belge. L'ossement, d'abord tombé dans l'oubli, est réexaminé par Grégory Abrams et son équipe au début des années 2010. Il s'avère être un retouchoir, un outil servant notamment à tailler la pierre en la percutant. Retrouvé parmi de nombreux fossiles d'ours des cavernes, il est alors identifié comme appartenant à cet animal. Pourtant, il fait tiquer les

chercheurs par son aspect. « Il avait une crête très prononcée, qui ne collait pas spécialement avec de l'ours », décrit le Grégory Abrams. Ce détail visuel, non discriminant, ne permet malheureusement pas de déterminer l'espèce.

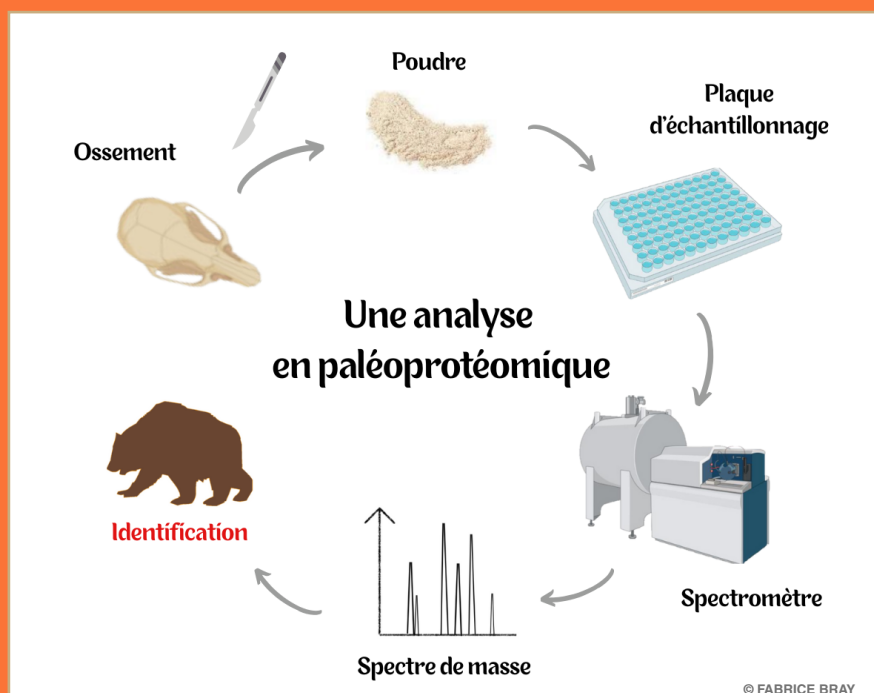
L'équipe fait alors appel à une science novatrice fondée sur l'analyse des protéines dans les vieux artefacts : la paléoprotéomique. Étudiant notam-



Ossements et reconstitution 3D (à droite) d'un tibia de lion des cavernes de la grotte de Scladina, en Belgique.

© GREGORY ABRAMS / AURORE MATHYS / PATRICK SEMAL / ANNELISE FOLIE

VOUS REPRENDREZ BIEN UN PEU DE PROTÉINE EN POUDRE ?



Pour identifier un fossile en paléoprotéomique, il faut commencer par en prélever quelques particules. Après un lavage à l'éthanol, la poudre d'os est chauffée dans une solution de bicarbonate d'ammonium permettant d'extraire les protéines. Ces dernières sont ensuite digérées avec de la trypsine, une enzyme capable de découper les protéines en petits fragments, les peptides.

Une fois les peptides préparés, on peut soit leur tirer dessus au laser afin de former un nuage d'ion qui sera capté par un analyseur (Méthode MALDI FT-ICR), soit fixés à l'aide de solvants sur une colonne avant d'être extraits puis envoyés dans un spectromètre (Méthode Chromatographie Liquide).

À l'issue de chaque méthode, les peptides sont identifiés à partir de leur masse et figurent sur un graphique appelé "spectre", que l'on peut comparer à ceux d'autres espèces connues. Si le spectre n'est pas toujours identifiable du fait du manque de données sur les espèces éteintes, il est néanmoins possible de l'associer à celui d'une famille ou genre proche et d'établir un nouvel ancêtre commun.

ment le collagène, protéine responsable de la résistance des tissus cellulaires, la paléoprotéomique permet d'identifier des échantillons datant de périodes particulièrement anciennes. Plus précisément « jusqu'à vingt millions d'années », pointe le Dr Patrick Auguste, archéozoologue à l'Université de Lille.

Jusqu'à la fin des années 2000, les paléontologues ne pouvaient déterminer l'espèce associée à un ossement visuellement non identifiable que grâce à la génétique. Cette science se concentre sur l'étude de fragments d'ADN contenus dans les artefacts. La protéomique a depuis fait son chemin et a su devenir une véritable alternative.

« Une tête d'épingle à cheveux de poudre »

Les protéines sont dans l'ensemble bien plus résistantes dans le temps que le matériel

génétique. « Au-delà de 40 000 ans, sauf cas exceptionnels, l'ADN n'est plus du tout préservé dans les fossiles », explique Patrick Auguste. Pas assez pour analyser le fragment de tibia en la possession de Grégory Abrams. Le chercheur sollicite donc le laboratoire de Miniaturisation pour la synthèse, l'analyse et la protéomique (MSAP) du CNRS de Lille, avec lequel collabore justement Patrick Auguste.

Au laboratoire, c'est le Dr Fabrice Bray qui reçoit les ossements de la grotte de Scladina. Pour chaque fossile distinct à identifier, l'ingénieur de recherche n'a besoin de travailler que « sur 1 mg d'échantillon, c'est-à-dire une tête d'épingle à cheveux de poudre ». Pour procéder au prélèvement, les scientifiques ont mis au point des méthodes « très peu invasives, comme l'utilisation de patchs adhésifs, un papier à poncer avec des grains très fins ou encore des cotons-tiges

imbibés d'eau ». Rudimentaire peut-être, mais suffisant pour permettre une analyse poussée sans atteindre à l'intégrité des ossements.

La méthode protéomique présente également la capacité de traiter de nombreux prélèvements simultanément.

Le MSAP dispose de plaques permettant d'analyser jusqu'à 96 échantillons en une seule fois. Une aubaine pour certains acteurs du monde des fossiles. Le site du Rozel, dans la Manche, a ainsi envoyé près de 10 500 échantillons d'ossements au laboratoire. Leur objectif : confirmer la présence de l'Homme de Néandertal, dont des empreintes avaient déjà été retrouvées sur le site.



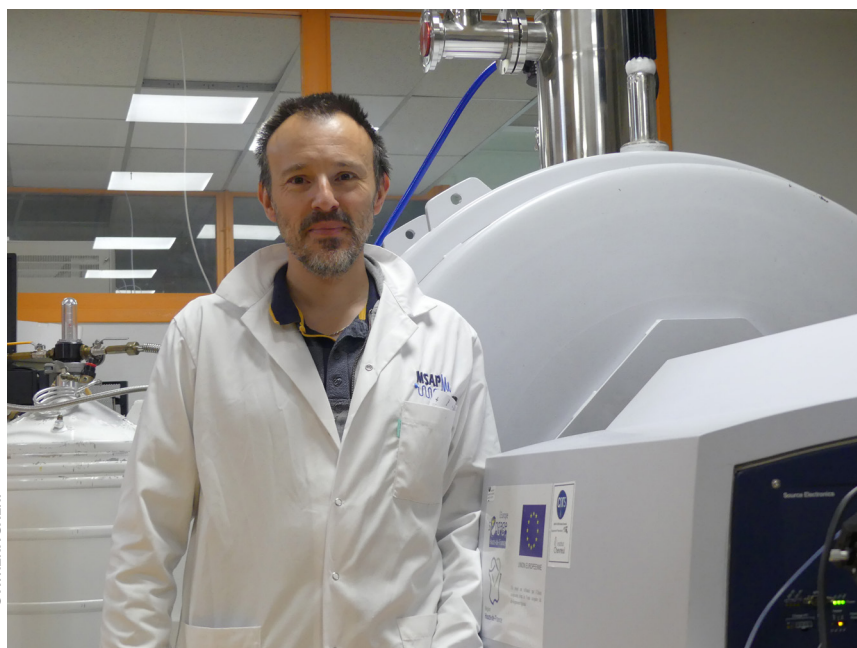
Un outil de débroussaillage

Autre facteur d'intérêt pour la discipline, son coût, relativement faible. Un argument convaincant pour Patrick Auguste : « *Pour un seul échantillon, vous n'aurez pas une bonne analyse en paléogénétique pour moins de 5000 €.* » Un prix élevé que Fabrice Bray explique par l'utilisation d'un kit de produits à usage unique. « *Nous achetons toutes les solutions séparément, pour les faire nous-même* », poursuit l'ingénieur, et ainsi les réutiliser pour en amortir le coût. Le prix du spectromètre, de masse utilisé pour l'analyse et financé par les fonds européens et le CNRS, a également été amorti. Pour une identification sommaire, le laboratoire MSAP propose ainsi « *le point d'analyse à environ 35 €* ».

Par sommaire, entendez rapide et imprécise. Dans la plupart des cas, le niveau d'identification permis par la paléoprotéomique est limité à la famille et au genre. Un problème pour des chercheurs comme Grégory Abrams, dont l'un des objectifs est de distinguer les traces de deux espèces du genre Homo pendant leur période de coexistence : les hommes de Néandertal, et les hommes modernes. La paléoprotéomique, dans ce cas, permet uniquement de révéler la présence d'un

individu de genre Homo. Elle se présente alors comme un outil de débroussaillage permettant d'obtenir des pistes d'identification de manière efficace, et à bas coût. Pour aller plus loin, Grégory Abrams doit faire appel à l'analyse paléogénétique. « *On va avoir quelque chose de beaucoup plus précis, allant jusqu'à l'espèce, le sexe de l'individu, et son taux d'hybridation ou non avec une autre espèce.* »

Pourtant, la paléoprotéomique n'a pas dit son dernier mot : un récent développement réalisé au MSAP a justement permis d'atteindre un niveau d'identification supérieur. Grâce à l'étude de l'amélogénine, protéine présente dans l'émail des dents, le laboratoire est désormais capable de discriminer deux espèces différentes, l'aurochs et le bison. Mieux encore : cette même méthode permet également de déterminer le sexe des individus. L'avancée peut paraître anecdotique, pourtant, pour les scientifiques, ces informations en disent long : la présence d'un aurochs sous-entend par exemple un milieu froid, tandis que le bison est rattaché aux steppes. L'objectif, désormais, est d'étendre ce développement à d'autres espèces. Patrick Auguste, de son côté, regarde avec espoir cette marge d'évolution de la discipline et les nouvelles réponses qu'elle pourrait apporter. « *Ce n'est pas une autoroute qui s'ouvre : c'est une voie lactée.* » ●



Le Dr Fabrice Bray utilise un spectromètre pour identifier les échantillons d'artéfacts anciens.