

> espoir, l'ADN étant très bien conservé à Denisova. Avant que Samantha n'emporte le fragment DC1227 à Leipzig dans le laboratoire de Svante Pääbo pour extraction et analyse de l'ADN, nous avons photographié en haute résolution cet os, l'avons scanné aux rayons X et extrait des échantillons en vue de le dater et d'analyser sa composition isotopique.

Quelques semaines plus tard, les résultats de la datation sont arrivés : l'absence de tout carbone radioactif dans l'échantillon signifiait que ce petit bout d'os avait plus de 50000 ans. Puis nous avons appris de Svante Pääbo que son ADN mitochondrial – l'ADN contenu dans les mitochondries (des organites des cellules), qui est transmis par la mère – indiquait que la mère de l'individu était néandertalienne.

L'équipe de Svante Pääbo a aussitôt entrepris d'extraire de DC1227, appartenant à un individu que l'on a désormais dénommé « Denisova 11 » ou « Denny », de l'ADN nucléaire (ADN des noyaux des cellules). Pendant qu'elle se livrait à cette tentative hautement technique et délicate d'obtention de cet ADN tellement plus riche en informations que l'ADN mitochondrial, nous avons décidé de tester notre approche sur un autre site.

ZOO MS SUR LA GROTTÉ DE VINDIJA

La grotte de Vindija, en Croatie, est un site clé pour comprendre le sort des Néandertaliens tardifs en Europe. Les datations par le radiocarbone ont longtemps suggéré que certains d'entre eux étaient encore présents en Europe il y a quelque 30000 ans. Cela laissait donc ouverte la possibilité d'une très longue cohabitation entre *H. neanderthalensis* et *H. sapiens*, puisque ce dernier a pénétré en Europe il y a quelque 43000 ans. Une coexistence aussi longue suggérait que, plutôt que d'être acculés à l'extinction par les humains modernes, les Néandertaliens ont été assimilés au sein de leur population.

Pendant que nous réexaminions la chronologie de Vindija, nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant d'étudier avec ZooMS les os non identifiés du site. Les recherches déjà menées sur les os les plus complets de Vindija avaient montré que 80 % d'entre eux provenaient d'ours des cavernes. Nous ne nous attendions donc pas à une faune aussi variée que celle de Denisova. C'est Cara Kubiak, une autre de nos étudiantes, qui a pris le projet en charge.

Le 28^e fragment des 383 que nous analysons nous fit la surprise de révéler une signature peptidique hominidée. L'étude paléogénétique que l'équipe de Svante Pääbo a ensuite menée a établi que le fragment correspondant appartenait à un Néandertalien. Curieusement, cet os d'environ 7 centimètres



À gauche : un échantillon de 20 milligrammes doit être prélevé dans chaque minuscule fragment, afin de pouvoir en établir la signature peptidique avec ZooMS. À droite : des échantillons sont en cours de préparation afin de les dater par le radiocarbone.

de long portait des entailles et d'autres traces d'intervention humaine. Les os néandertaliens présentent parfois ces marques, qui pourraient bien être des traces de boucherie, donc de cannibalisme.

Noté Vi-*28, ce spécimen s'est révélé jouer un rôle majeur dans nos travaux chronologiques. Dans le passé, les archéologues et les préparateurs croates avaient traité les os de Vindija avec des produits conservateurs afin de les protéger. Malheureusement, cette pratique avait ajouté du carbone aux os, ce qui a rendu très difficile leur datation par le radiocarbone. Mais comme on le croyait non humain, Vi-*28 n'avait pas été traité ainsi. Son âge exact pouvait donc être déterminé. La méthode du radiocarbone nous a ainsi indiqué que Vi-*28 appartenait à un Néandertalien qui avait vécu il y a plus de 47000 ans.

Publiée en 2017 avec les dates obtenues pour d'autres Néandertaliens, cette découverte montre qu'*H. neanderthalensis* a disparu de Vindija il y a plus de 40000 ans, donc avant l'arrivée d'*H. sapiens* sur le site. Les précédentes datations, qui indiquaient 30000 ans, étaient donc fausses, à cause du carbone ajouté aux os par le traitement de conservation et qui n'avait pu être retiré correctement. ZooMS, une fois de plus, avait prouvé son utilité.

D'autres équipes ont aussi obtenu de très bons résultats avec ZooMS. En 2016, Frido Welker, aujourd'hui au Muséum d'histoire