

que les individus de cette espèce avaient un régime alimentaire mixte composé de laîche (des plantes aimant les zones ombragées et humides), de graminées, de fruits et de feuilles.

Les phytolithes ont aussi été utilisés pour préciser certaines activités des hominines. À Peninj, en Tanzanie, Manuel Domínguez Rodrigo, de l'université Complutense de Madrid, et ses collègues ont récupéré des phytolithes d'acacia incrustés dans des haches datant de 1,7 million à 1,5 million d'années, indiquant que quiconque avait utilisé cet outil en dernier, probablement *Homo erectus*, travaillait du bois. Les artefacts de bois n'ont pas été préservés, mais il est possible qu'*H. erectus* taillait des outils – une activité pour laquelle nous n'avons pas de preuves directes remontant à cette période, mais seulement à partir de 1 million d'années plus tard.

Le régime alimentaire et les activités des Néandertaliens (*Homo neanderthalensis*) sont un autre domaine dans lequel les phytolithes se sont montrés essentiels. Amanda Henry et Dolores Piperno ont mis en défaut l'idée répandue que les Néandertaliens consommaient surtout de la viande et peu de végétaux. En effet, certains pensaient que ce régime carné, très différent de l'alimentation variée d'*Homo sapiens* aurait pu jouer un rôle dans la disparition des Néandertaliens. Or, avec leurs collègues, les deux chercheuses ont montré que les Néandertaliens se nourrissaient des plantes

Les phytolithes

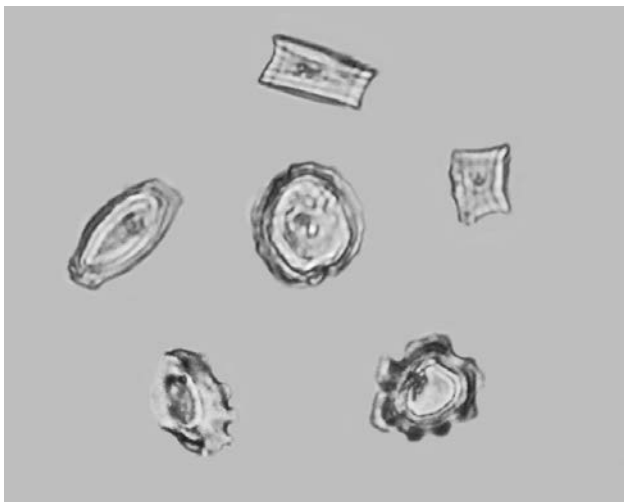
sont utilisés pour reconstituer un écosystème disparu ou déterminer le régime alimentaire d'espèces animales éteintes

locales: le tartre dentaire de cette population contenait des phytolithes de plantes comme des dattiers en Irak ou des racines et des tubercules en Belgique.

Ce n'est pas tout. Des phytolithes associés à des espèces ligneuses ont été retrouvés à l'entrée de la grotte de Faraj, en Jordanie, suggérant que ses habitants, des Néandertaliens, utilisaient ces plantes comme paravent il y a entre 69 000 et 49 000 ans.

À l'intérieur de la grotte, des phytolithes de dattiers et de cosques de graminées ont été identifiés autour d'un foyer où l'on préparait certainement les plantes pour leur consommation. Les chercheurs ont aussi découvert d'importantes quantités de phytolithes de graminées entre le foyer et le mur du fond: les habitants de la grotte dormaient probablement sur un lit d'herbe.

Plus près de nous, l'analyse des phytolithes a permis de découvrir les origines et l'étendue de certaines cultures vivrières, en particulier dans les zones tropicales et humides où les plantes se conservent très mal. Dolores Piperno et Deborah Pearsall, de l'université du Missouri, ont découvert que la forme des phytolithes dans les feuilles et les épis du maïs domestiqué (*Zea mays*) diffère de celle de ses ancêtres sauvages, les téosintes. Cette découverte, combinée à d'autres preuves (pollens, grains d'amidon), a permis aux scientifiques d'estimer que la domestication



LES MAÏS SAUVAGE ET DOMESTIQUÉ produisent des phytolithes de formes différentes [à gauche et à droite respectivement]. Les archéologues utilisent ces spécificités pour identifier les épis et les feuilles retrouvés sur les sites de fouilles. Grâce à cette découverte, on sait que la domestication du maïs remonterait à environ 8 000 à 9 000 ans dans le sud-ouest du Mexique.

du maïs a eu lieu il y a entre 8000 et 9000 ans dans la vallée de la rivière Balsas dans le sud-ouest du Mexique. Des techniques de recherche similaires ont été utilisées et le sont encore pour découvrir les centres de domestication du riz (*Oryza sativa*), du blé (*Triticum aestivum*), de l'orge (*Hordeum vulgare*) et des bananes (*Musa genus*).

De façon générale, la recherche archéologique bénéficie elle aussi beaucoup des informations véhiculées par les phytolithes. Alors que j'étais étudiant à l'université du Connecticut, j'ai analysé des phytolithes et des grains d'amidon microscopiques présents dans des sédiments archéologiques et du tartre dentaire de squelettes humains provenant d'un village du nord de la Mésopotamie, à Tell Zeidan, en Syrie. Le site, vieux de 5000 à 8000 ans, se situe à la confluence des fleuves Euphrate et Balikh. Les phytolithes retrouvés parmi les vestiges proviennent de feuilles d'arbres et de plantes de zones humides. Cette découverte a montré pour la première fois que les villageois utilisaient les zones humides proches des fleuves et les forêts comme sources de combustible et de matériaux de construction. Les chercheurs combinent à présent ces données avec celles tirées de restes de bois calciné et de fragments de graines, afin de mieux comprendre le rôle des plantes et de l'agriculture dans le développement d'une des premières sociétés complexes du monde.

Les phytolithes éclairent aussi sur les pratiques au cours de périodes historiques données. Durant ma thèse, j'ai travaillé sur des phytolithes et des grains d'amidon retrouvés dans des sols et sur des tessons de deux sites médiévaux en Angleterre (Glebe Cottage, dans le Northamptonshire, et Durley Cottage, dans le Cambridgeshire). Alors que les registres indiquent que les principales cultures locales étaient l'avoine, l'orge et le seigle, les fermiers et les habitants de ces villages se nourrissaient, d'après les phytolithes, de blé, d'avoine et de légumes. Ce résultat suggère que, comme dans la plupart des sociétés paysannes de par le monde, les productions locales de ces deux sites étaient surtout exportées, les paysans se nourrissant de ce qu'ils parvenaient à cultiver en plus pour eux-mêmes.

En archéologie, les phytolithes aident non seulement à révéler les pratiques, mais aussi à dater les sites fouillés. Habituellement, pour la datation au radiocarbone, les spécialistes utilisent des échantillons de



CETTE COLLECTION DE PHYTOLITHES prélevés dans des sols de forêts tropicales de montagne au Panama offre une variété de formes qui permet d'identifier les espèces de plantes d'une zone restreinte. On retrouve ici des phytolithes de magnolia [a], de marantacée [b], de palmacées [c]. Certains phytolithes sont uniquement classés par le type de plante, comme les plantes ligneuses [arbres, arbustes] [u], d'autres sont produits par de nombreuses espèces [d, e] et ne sont donc pas diagnostiqués.

matière organique (bois carbonisé, graines, os) dont le carbone provient du dioxyde de carbone atmosphérique que les plantes ont fixé lors de la photosynthèse, puis éventuellement que des animaux qui mangent ces plantes ont assimilé. Avec un spectromètre de masse, les chercheurs mesurent dans ces échantillons la part d'un isotope radioactif du carbone, le carbone 14, que les rayons cosmiques produisent dans l'atmosphère. Quand la plante meurt, la part de carbone 14 dans ses tissus se met à décroître au fil du temps selon une courbe bien connue. Grâce à la mesure effectuée et à cette courbe, on remonte à la date de la mort de la plante.

Datation au carbone d'anciens écosystèmes

En général, une simple graine carbonisée ou un bout de bois suffisent. Cependant, les sites archéologiques ou paléoécologiques ne fournissent pas toujours des échantillons appropriés. Certains chercheurs ont donc proposé d'utiliser le carbone biologique souvent piégé dans les phytolithes.

La silice des phytolithes protège la matière organique de la fossilisation et de l'altération atmosphérique, mais aussi des réactions chimiques parfois nécessaires pour l'analyse par spectrométrie de

masse. De plus, le fait d'avoir des milliers de phytolithes dans un unique échantillon de sol permet de nombreuses mesures, ce qui assure une meilleure évaluation des incertitudes sur une date. L'utilisation du carbone des phytolithes offre donc des perspectives intéressantes. Néanmoins, en 2010, Guaciara Santos, de l'université de Californie à Irvine, Anne Alexandre, du Cerege (Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement), à l'université Aix-Marseille, et leurs collègues ont montré que les phytolithes de plantes actuelles contenaient du carbone plus ancien que prévu. Celui-ci pourrait être absorbé par les racines au lieu d'être d'origine atmosphérique.

Malgré ces observations, une grande part de la communauté pense qu'il est possible d'exploiter le carbone des phytolithes. Dès lors, d'autres utilisations encore sont envisagées. La forme des phytolithes indique assez bien le type de plante dont ils sont issus, mais la mesure du ratio des isotopes de carbone 12 et de carbone 13 de la matière organique piégée dans la concrétion révèle d'autres indices sur cette plante. En effet, la photosynthèse privilégie les molécules de dioxyde de carbone contenant du carbone 12 plutôt que du carbone 13. Cependant, les plantes