

Les phytolithes se retrouvent notamment dans les coprolithes (des excréments fossilisés), dans le dépôt de tartre des dents de squelettes et à leur surface, ou sur divers objets. Alors que la matière organique tend à se décomposer et disparaître, les phytolithes restent. Ils sont donc des témoins privilégiés de l'évolution des plantes, des animaux et des hominines (les humains modernes, les espèces humaines éteintes et leurs ancêtres). Récupérés dans des sédiments lacustres, des tourbières, des sols, et des carottes océaniques profondes, ils sont utilisés pour reconstituer la flore du passé à partir de leur forme et en déduire des informations sur le climat associé, ainsi que, éventuellement, sur les pratiques alimentaires des animaux et hominines découverts sur les lieux.

Le pollen sert aussi pour ce type de reconstruction, mais il est souvent dispersé par le vent (en particulier celui des espèces végétales qui dépendent du vent comme pollinisateur) et ne permet qu'une représentation plus régionale de la végétation. Dans la plupart des cas, les phytolithes sont représentatifs de la flore locale parce qu'ils restent liés au sol environnant après la décomposition de la plante. Des exceptions notables existent, comme la situation rencontrée par Darwin : les phytolithes ont atterri sur le *Beagle* parce qu'ils venaient des sols d'Afrique de l'Ouest où ils se sont transformés en aérosols à cause des conditions extrêmement sèches et venteuses.

Les paléontologues, paléanthropologues, archéologues, historiens ont trouvé de nombreuses façons d'utiliser les phytolithes pour reconstituer un écosystème ou un régime alimentaire, mais aussi des choses bien plus étonnantes comme l'organisation d'un groupe de Néandertaliens dans une grotte ou l'époque de la domestication de certaines plantes. Tous ces exemples s'inscrivent sur des périodes très éloignées les unes des autres, parfois très anciennes.

Au cours du Mésozoïque et du Cénozoïque (il y a environ 70 millions d'années), notamment, des écosystèmes dominés par les graminées (de la famille des Poaceae) se sont développés. On sait que des prairies tempérées, des steppes, des savanes tropicales ou subtropicales se sont formées pendant cette période charnière que l'on nomme parfois la « Grande Transformation », mais le moment exact où cette transition a eu lieu

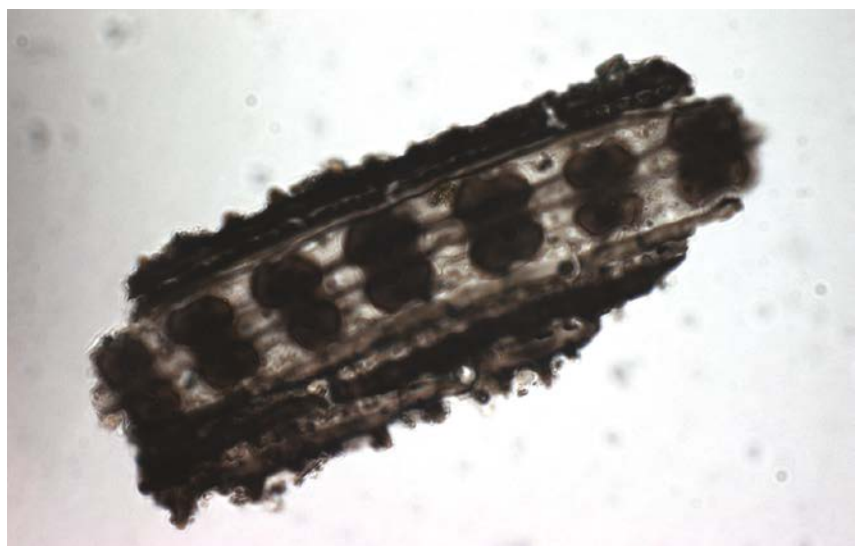
a été très débattu à cause de ses implications tant pour l'évolution des plantes que pour celle des animaux. En 2005, Caroline Strömberg, de l'université de Washington, à Seattle, et ses collègues ont analysé les phytolithes retrouvés en Inde, dans des coprolithes de titanosaures datés de la fin du Mésozoïque (voir la photo ci-dessous). Ils ont montré que ces immenses herbivores brouaient une large sélection de plantes comprenant des graminées, des conifères, des cycadales, des dicotylédones ainsi que des palmiers. Cette information suggère que les graminées ont évolué dans des environnements boisés à cette époque, puis se sont répandues et ont constitué de vastes écosystèmes. Grâce à ces résultats, les chercheurs comprennent pourquoi les animaux de cette époque, à l'image des titanosaures, n'avaient pas de dents spécifiques pour broyer des plantes dures. Ces travaux suggèrent aussi que certaines espèces ont coévolué avec l'expansion des graminées, tandis que d'autres ont développé des dentitions plus robustes en réponse à l'apparition de nouveaux écosystèmes.

Dans le cas du singe géant *Gigantopithecus blackii* disparu, les phytolithes retrouvés sur ses dents ont permis de reconstruire son régime alimentaire. Apparenté à l'orang-outan, *G. blackii* vivait au sol et marchait sur ses phalanges. Il y a entre 6 millions et 200 000 ans, il arpentait les forêts du territoire que forment aujourd'hui la Chine et

le Vietnam. Le mâle mesurait en moyenne trois mètres pour un poids d'un peu plus de 500 kilogrammes. Les phytolithes fixés aux dents retrouvées indiquent qu'il se nourrissait de graminées, tels des bambous, et de dicotylédones comme le durian ou le jacquier. Cette découverte conduite par Dolores Piperno, de l'institut du Smithsonian, à Washington, en 1990, fut l'une des premières du genre à montrer que les phytolithes sont préservés à la surface des dents. Elle a aussi montré comment les phytolithes peuvent aider à comprendre le lien entre l'évolution des primates et leur régime alimentaire : grâce aux phytolithes découverts, les chercheurs ont pu tester empiriquement des hypothèses sur ces singes disparus, plus précisément sur les causes environnementales de leur alimentation éclectique.

Le régime de l'australopithèque

Les paléanthropologues appliquent aussi ces méthodes pour étudier le régime alimentaire des ancêtres de l'homme. En 2012, l'équipe d'Amanda Henry, de l'institut Max-Planck d'anthropologie évolutionniste, à Leipzig, en Allemagne, a étudié les phytolithes contenus dans la plaque dentaire d'un ancêtre potentiel du genre *Homo*, l'australopithèque *Australopithecus sediba* (qui a vécu il y a près de 2 millions d'années). Les concrétions de silice indiquent



LES COPROLITHES, des fèces fossilisées, contiennent des phytolithes [tel celui-ci où l'on reconnaît la structure des tissus végétaux dans lesquels ils se sont formés]. L'analyse de ceux des titanosaures, de grands herbivores qui parcouraient la Terre il y a 90 millions à 66 millions d'années, a précisé le régime alimentaire de ces dinosaures.

que les individus de cette espèce avaient un régime alimentaire mixte composé de laïche (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

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.

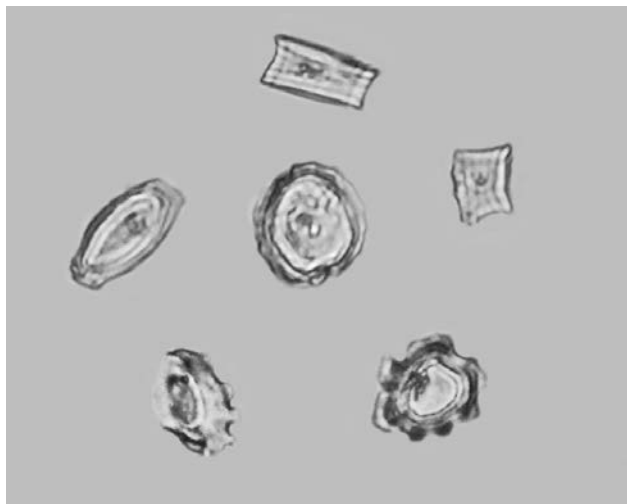
Ce n'est pas tout. Des phytolithes associés à des espèces ligneuses ont été retrouvés à l'entrée de la grotte de Faraj, en Jordanie, suggérant que ses habitants, des Néandertaliens, utilisaient ces plantes comme paravent il y a entre 69 000 et 49 000 ans.

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 phytolithes

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



© Dolores Piperno

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.