

Les dents fossiles à la lumière des accélérateurs de particules

Les structures microscopiques des dents fossiles permettent d'étudier le développement ou le régime alimentaire d'espèces disparues. Pour y accéder sans détruire les dents, les scientifiques utilisent une méthode de microtomographie à rayons X permise par les synchrotrons, des accélérateurs de particules. Ils permettent d'explorer l'anatomie interne des dents et d'y révéler des détails invisibles.

Les scientifiques à la recherche d'informations pour comprendre l'évolution des lignées humaines se tournent souvent vers les dents fossiles qui sont les restes les mieux préservés au cours de la fossilisation. Elles sont une mine de données pour étudier les régimes alimentaires ou les grandes étapes de la vie comme le sevrage, regroupés sous le terme « histoire de vie ».

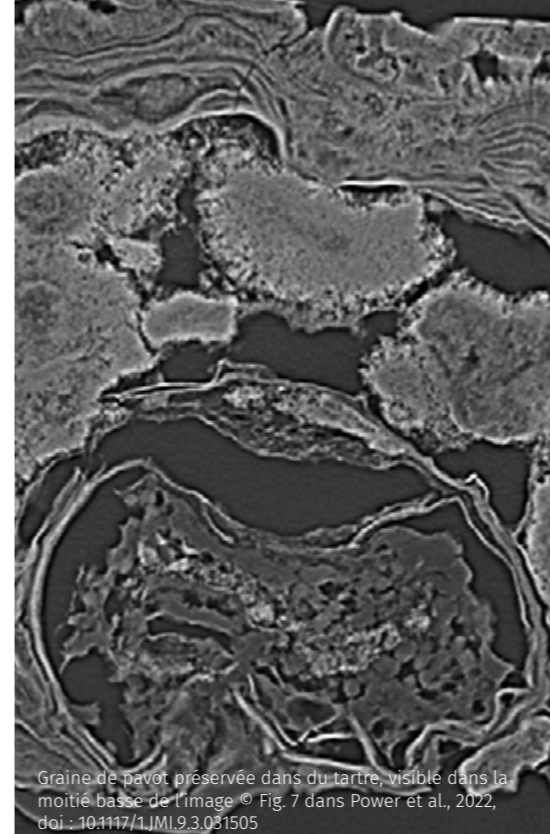
Les dents, puits de savoirs

Les scientifiques étudient l'anatomie microscopique des tissus qui composent les dents, à savoir l'émail, la dentine, et le ciment qui se développent par incréments. L'émail et la dentine se forment lors de l'enfance alors que le ciment se dépose tout au long de la vie. « Une dent, ça grandit un peu comme un arbre, il y a des stries de croissance périodiques et régulières », explique Adeline Le Cabec, chargée de recherche CNRS au laboratoire PACEA à Bordeaux. En comptant ces stries et en comparant entre espèces, on peut déterminer la vitesse de formation des dents ou l'âge de la mort d'un individu et comprendre l'évolution

de l'histoire de vie. Le tartre dentaire est aussi très étudié. Il peut piéger des particules se trouvant dans la bouche et permet ainsi de déterminer les habitudes alimentaires.

Des rayons X pour ne pas détruire les fossiles

L'étude des dents s'est longtemps heurtée à un obstacle de taille. « De manière traditionnelle, pour accéder à ces structures, le seul moyen qu'on avait était de couper la dent », résume Adeline Le Cabec. La microtomographie par rayons X permet d'éviter cette destruction. Cette méthode permet de reconstruire les dents en 3D sur un ordinateur grâce à des coupes établies à partir de radios. Les scientifiques peuvent ensuite explorer et étudier l'anatomie interne des dents à leur guise. Ces radios sont obtenues en envoyant des rayons X sur les dents. Lors de la microtomographie par rayons X classique, plus une structure est dense, plus elle absorbe de rayons X et plus elle apparaît blanche sur la radio : c'est ce qu'on appelle du contraste d'absorption.



Graine de pavot préservée dans du tartre, visible dans la moitié basse de l'image © Fig. 7 dans Power et al., 2022, doi : 10.1117/1.JMI.9.3.031505

Mais des structures à la densité très proche seront indifférenciables. C'est malheureusement le cas des lignes de croissance des dents.

Un accélérateur de particules comme scanner

Pour contourner ce problème, les scientifiques se tournent vers un autre type de microtomographie par rayons X permise par les synchrotrons, des accélérateurs de particules de quelques centaines de mètres de circonférence. Dans un anneau, des électrons accélérés à une vitesse proche de celle de la lumière produisent des rayons X qui sont envoyés vers les objets pour les scanner dans des « lignes de lumière », véritables laboratoires disposés tout autour de l'anneau.

La principale différence avec la microtomographie classique est que les objets sont ici très éloignés de la source des rayons X, ce qui rend possible le scan par contraste de phase. Cela permet de détecter la façon dont les matériaux affectent le déplacement des rayons X dans l'espace et révèle

l'interface entre deux éléments. « C'est un peu comme si vous lanciez un caillou dans l'eau et que ça faisait des vaguelettes, explicite Adeline Le Cabec : si un rocher se trouvait dans l'eau, les vaguelettes seraient déformées par ce dernier. » Il est ainsi possible d'accéder aux incréments ou à des particules piégées dans le tartre sans détruire les dents. « Lorsqu'on passe au synchrotron avec le contraste de phase, c'est un tout autre monde », s'enthousiasme la chargée de recherche.

Des projets de recherches probants

La France dispose de deux synchrotrons : le synchrotron SOLEIL à Paris et le synchrotron ESRF à Grenoble. Pour pouvoir les utiliser, les scientifiques doivent déposer un projet qui sera étudié par une commission qui se réunit deux fois par an. S'il est accepté, l'accès au synchrotron est gratuit, voyage et nourriture sont pris en charge et les équipes sur place mettent leur expertise au service du projet. « Il ne faut pas avoir peur de postuler, c'est quelque chose que j'essaie de démocratiser », souligne Adeline Le Cabec. Dans ses recherches, l'imagerie synchrotron lui aura notamment permis de découvrir une graine de pavot préservée dans du tartre ou encore de reconstruire le développement des dents chez un primate vieux de dix millions d'années. Et ce, à un niveau de détail inégalé.

Thomas Rouquette



Vue aérienne du synchrotron SOLEIL, situé au technopôle Paris-Saclay © Communication Synchrotron SOLEIL, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons