

EN IMAGE

UN BANC D'ALEVINS FOSSILISÉ

La fossilisation du corps d'un animal est déjà un événement rare, alors celle d'un banc de poissons! C'est pourtant ce genre de cas que Nobuaki Mizumoto, de l'université Josai, au Japon, et ses collègues pensent avoir découvert dans les collections du musée des Dinosauriens de la préfecture de Fukui, dans la ville de Katsuyama. Ils y sont tombés sur une mince dalle grisâtre à la surface de laquelle 259 alevins fossiles semblent nager dans le calcaire.

Cette dalle mesure 57 par 37,5 centimètres. Elle provient d'une formation géologique datant de l'Éocène (56 à 33,9 millions d'années). Cette formation dite de la Green River, parce qu'elle longe cette rivière des États-Unis traversant le Colorado, le Wyoming et l'Utah, résulte de la sédimentation au sein d'un vaste bassin versant qui alimentait un ancien groupe de lacs de montagnes.

L'examen des squelettes des alevins a montré que ceux-ci appartiennent à l'espèce éteinte *Erismatopterus levatus*. Leurs tailles varient entre 10,6 et 23,5 millimètres, tandis que 257 des 259 individus de la plaque se dirigent dans des directions très proches, tout en étant toujours séparés par des distances inférieures à la longueur de leurs corps. Une telle organisation ressemble fortement à celle qu'adoptent les poissons évoluant en banc. Cela suggère qu'un groupe d'alevins nageant tout près du fond dans une eau très peu profonde y a été enseveli très vite.

Un scénario imaginable? Oui, car les bancs d'alevins se déplacent souvent tout contre le fond à de faibles profondeurs. Si le lac ou la rivière où vivaient ces alevins d'*Erismatopterus levatus* étaient bordés par une dune de sable, le passage d'un gros animal a pu suffire à déclencher une avalanche qui aura enseveli les poissons. Nous ne saurons jamais si ce scénario est le bon, mais la trouvaille a en tout cas le mérite de montrer que la fossilisation fige parfois des situations très fugaces. ■

FRANÇOIS SAVATIER

N. Mizumoto et al., *Proc. R. Soc. B*, vol. 286, article 20190891, 2019



© S. Miyata, université Josai



ASTROPHYSIQUE

LES COMÈTES SERAIENT BIEN LA SOURCE DE L'EAU TERRESTRE

La mesure du rapport isotopique hydrogène/deutérium de l'eau de la comète 46P/Wirtanen fournit un argument de poids dans le débat sur l'origine de l'eau présente sur notre planète.

Océans, mers, rivières, glaciers, brouillard... l'eau est omniprésente sur la Terre. Ce n'était pourtant pas le cas au début. En effet, la planète s'est formée il y a 4,5 mil-

liards d'années par la collision de planétésimaux dénués d'eau (ils avaient été asséchés du fait de leur proximité au Soleil). L'eau serait venue après, et la piste la plus probable était celle d'un bombardement par des comètes, composées à 50% de glace. Ces dernières années, pour confirmer la provenance de l'eau terrestre, les scientifiques ont mesuré le rapport d'abondance des molécules H_2O et d'eau semi-lourde HDO , où un atome d'hydrogène est remplacé par un de ses isotopes, le deutérium. Mais pour la grande majorité des comètes, on a obtenu des valeurs du rapport isotopique deutérium/hydrogène (D/H) deux à trois fois plus élevées que dans l'océan terrestre. Dès lors, ces corps semblaient n'avoir contribué qu'à une faible fraction de l'eau sur la planète. Toutefois, de nouveaux résultats de Dominique Bockelée-Morvan, du Lesia, à l'Observatoire de Paris, et de ses collègues contredisent aujourd'hui cette conclusion.

En 2018, grâce à *Sofia*, l'Observatoire stratosphérique pour l'astronomie infrarouge embarqué à bord d'un Boeing 747, cette équipe a mesuré le rapport D/H de la comète 46P/Wirtanen lors de son passage à moins de 12 millions de kilomètres de la Terre. Depuis les couches supérieures de l'atmosphère, le télescope a pu étudier la comète dans l'infrarouge sans être perturbé par l'air terrestre. Le résultat est surprenant : 46P/Wirtanen est la troisième comète au rapport D/H compatible avec celui des océans.

L'explication viendrait du fait que cette comète appartient à la famille des comètes hyperactives. Celles-ci émettent plus de vapeur d'eau que la taille de leur noyau ne semble le permettre. Cette particularité résulte de la présence de grains de glace dans l'atmosphère de la comète qui se subliment (c'est-à-dire passent de l'état solide à l'état gazeux) à l'approche du Soleil.

En analysant plusieurs comètes, Dominique Bockelée-Morvan et ses collègues ont montré que plus la comète est hyperactive, plus son rapport D/H s'approche de celui des océans terrestres. De plus, l'hyperactivité s'observe



Les comètes, corps riches en glace d'eau, pourraient avoir apporté l'eau sur Terre après sa formation. Les analyses semblaient contredire cette piste, mais une explication se dessine...

uniquement pour des petites comètes, ayant un noyau mesurant moins de 1,2 kilomètre. Pour expliquer l'hyperactivité, les chercheurs suggèrent que les fragments de glace seraient arrachés du noyau lorsque ce dernier commence à se vaporiser. Le dégazage exercerait des forces de pression que la cohésion gravitationnelle du corps ne pourrait compenser, d'où la présence dans l'atmosphère cométaire de ces morceaux de glace provenant directement du noyau.

Reste à expliquer le lien entre le rapport D/H et l'hyperactivité des comètes. Les chercheurs supposent que la sublimation normale du noyau d'une comète implique un fractionnement isotopique. Les molécules d'eau contenant du deutérium auraient plus de chance de se vaporiser, ce qui augmenterait le rapport D/H dans l'atmosphère de ces comètes. Dans le cas des comètes hyperactives, la sublimation complète des morceaux de glace directement dans l'atmosphère rétablirait alors un rapport D/H plus représentatif de celui du noyau. De nouvelles observations seront nécessaires pour tester ce scénario, mais, s'il se confirme, il impliquerait que les comètes ont toutes un noyau dont la glace présente un rapport D/H compatible avec celui des océans terrestres. Dans ce cas, les comètes seraient bien la source de l'eau de la planète bleue! ■

IZIA PÉTILLON

D. C. Lis et al., *Astronomy & Astrophysics*, vol. 625, L5, 2019

L'ART DE FAIRE
DES CRÊPES

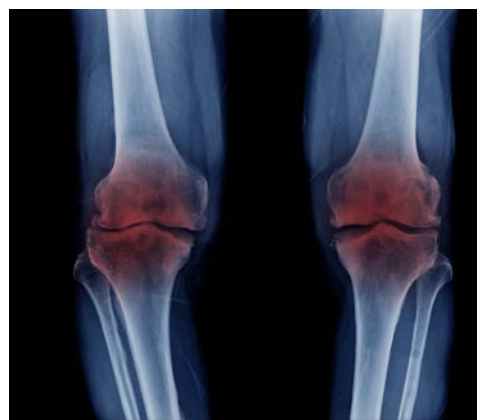
Comment réaliser la crêpe parfaite d'épaisseur égale et sans trou ? Édouard Boujo, de l'École polytechnique, et Mathieu Sellier, de l'université de Canterbury, en Nouvelle-Zélande, ont fait appel à la théorie de la commande optimale pour trouver la réponse. Cette approche permet de calculer une contrainte, l'épaisseur égale de la crêpe, en fonction d'autres paramètres, dont les mouvements de la poêle, tout en prenant en compte le fait que la viscosité de la pâte augmente au cours de la cuisson. Les chercheurs montrent qu'il faut verser le liquide sur la poêle très inclinée, et réaliser un mouvement circulaire pour répartir la pâte tout en redressant peu à peu la poêle. Ce résultat intéressera les industriels, pour étaler des peintures par exemple.

ARTHROSE : PANSER
LES CARTILAGES

En 2017, 10 millions de Français étaient atteints d'arthrose, selon l'Inserm. Cette maladie se caractérise par la dégradation du cartilage et de toute la zone articulaire, notamment l'os adjacent, l'« os sous-chondral ». La prise en charge actuelle de l'arthrose vise uniquement à en limiter les symptômes et le développement. Aussi la mise au point d'un traitement est-elle un enjeu majeur de santé publique.

Nadia Benkirane-Jessel, de l'université de Strasbourg, et son équipe ont élaboré un implant capable de régénérer les articulations. Il est composé de deux couches distinctes. La première s'applique comme un pansement sur la lésion articulaire où des nanoréservoirs libèrent un facteur de croissance de l'os sous-chondral à des concentrations physiologiques. La seconde couche est un hydrogel contenant des cellules souches de l'organisme. Celles-ci se différencient en chondrocytes, les cellules responsables de la formation et du maintien du cartilage.

L'équipe a testé l'implant sur des brebis et observé qu'il assure la régénération du



L'arthrose est une affection chronique douloureuse. Une nouvelle approche permettrait de traiter la maladie.

cartilage, mais aussi de l'os. Sa pose peut se faire par une arthroscopie : une opération bien moins contraignante que les autres interventions chirurgicales contre cette maladie. Au vu de ces résultats très encourageants, les chercheurs estiment que l'implant est prêt pour des tests sur un groupe d'une vingtaine de personnes! ■

I. P.

L. Keller et al., *Nature Communications*, vol. 10, article 2156, 2019

67^e CONGRÈS NATIONAL
DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

**LA SCIENCE
AU SOMMET**

ENSEIGNEMENT
RECHERCHE
INDUSTRIE

GRENOBLE
28 ► 31
octobre
2019

Plus de renseignements : www.udppc.asso.fr/grenoble2019