

Géochimie

Les gaz rares retournent à la terre

Existe-t-il un cycle des gaz rares (hélium, néon, etc.) entre l'atmosphère et le manteau terrestre ? Diverses observations le suggéraient. Les expériences de Colin Jackson, de l'Université Brown aux États-Unis, et ses collègues confortent cette hypothèse.

Les gaz rares seraient émis dans l'atmosphère par les volcans des dorsales, puis retourneraient dans le manteau avec la subduction de roches ayant absorbé ces gaz.

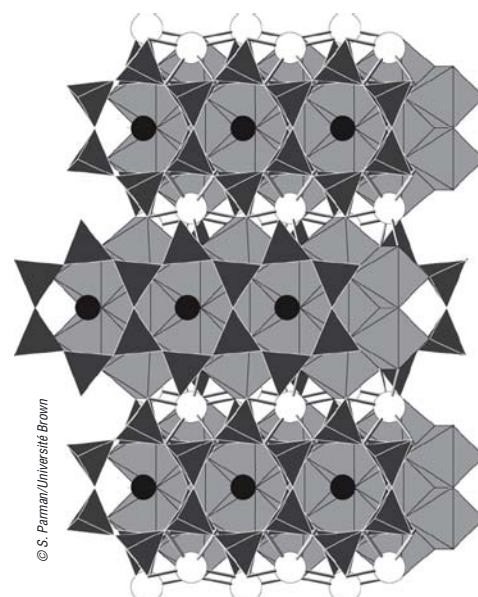
Ce type de cycle est connu pour le dioxyde de carbone, l'eau et d'autres gaz, mais les géochimistes pensaient que la pression et la température dans les zones de subduction libéraient les gaz rares des roches et empêchaient ainsi leur pénétration dans le manteau.

Or C. Jackson et ses collègues ont montré que l'hélium et le néon étaient absorbés par des roches présentes en grande quantité dans la croûte océanique, les amphiboles.

Des échantillons de ces roches, de la famille des silicates hydratés, mis en présence de gaz rares et soumis à des pressions et températures relativement élevées (1,7 kilobar et 875 °C) ont révélé un contenu en gaz rares supérieur à celui d'autres minéraux testés, telle l'olivine (une autre famille de silicates). Le recyclage des gaz rares dans le manteau pourrait donc s'effectuer par cette voie.

→ S. B.

Nature Geoscience,
vol. 6, pp. 562-565, 2013



© S. Parman/Université Brown

Les atomes de gaz rares se placent dans des sites vides de la structure cristalline de l'amphibole.

735 000 ans : c'est l'âge du plus ancien génome étudié. Il appartient à un ancêtre du cheval préservé dans le pergélisol du Yukon, au Canada.

Biophysique

L'épaule-catapulte des humains



Texas A&M University

Cette côte de mastodonte contient encore l'armature de pierre équipant la pointe que des chasseurs nord-américains ont propulsée et profondément fichée dans le flanc de l'animal, il y a environ 14 000 ans.

L'équipe de Neil Roach, de l'Université Harvard, a étudié les prouesses uniques des lanceurs humains. Il n'existe pas, en effet, d'animaux capables de lancer des objets plus vite, plus loin, plus fort et mieux que l'homme. Un lanceur de base-ball professionnel, par exemple, propulse couramment sa balle à près de 160 kilomètres par heure...

Comment s'y prend-il ? Pour le savoir, les chercheurs ont numérisé en 3D les mouvements de lanceurs. Puis, à l'aide d'un logiciel dit de « dynamique inverse », ils ont décomposé le mouvement complexe du jet en la somme des mouvements de chacune des articulations en jeu.

Il en ressort que les lanceurs communiquent des vitesses étonnantes à leurs projectiles grâce à l'énergie élastique qu'ils stockent dans leur épaule.

Pour ce faire, ils commencent par effectuer un grand pas vers la cible et étendent leur bras vers l'arrière. Ce mouvement déclenche la rotation du torse vers l'avant (et la cible), de sorte que les tendons, les ligaments et les muscles sont étirés au maximum. L'énergie ainsi stockée dans le système musculo-squelettique de l'épaule est ensuite libérée en une fraction de seconde : la rotation du bras, suivie du dépliement de l'avant-bras puis du poignet, créent une vitesse angulaire pouvant atteindre 2500 degrés par seconde au départ du projectile.

Selon les chercheurs, trois évolutions anatomiques absentes chez le chimpanzé ont été cruciales : la mise en rotation du thorax après un découplage d'avec les hanches ; le dépliement du bras vers l'arrière, qui augmente

la possibilité d'opposer les rotations du torse et du bras afin de stocker de l'énergie ; finalement, l'articulation de l'épaule disposée de façon plus latérale que chez le chimpanzé, ce qui aligne la masse en rotation du torse et celle du bras. Le stockage d'énergie dans le muscle grand pectoral est ainsi facilité, tandis que tout se passe comme si le bras était prolongé à l'intérieur du corps jusqu'au centre de rotation du torse, ce qui augmente la vitesse de la main.

D'après le registre fossile, ces évolutions se sont enclenchées il y a un million d'années, quand l'homme, collecteur opportuniste souvent nécrophage, s'est peu à peu transformé en un chasseur courant et jetant sans cesse des traits sur des proies vivantes.

→ F. S.

Nature, vol. 498, pp. 483-486, 2013

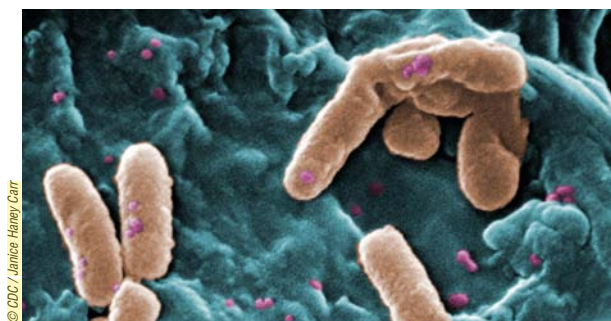
Microbiologie

Antibiotiques et argent

Les propriétés antimicrobiennes de l'argent sont connues depuis longtemps: Hippocrate décrivait déjà, environ 400 ans avant notre ère, son utilisation pour faciliter la guérison des blessures. Son mécanisme d'action demeurait cependant inconnu. L'équipe de James Collins, de l'Université de Boston, aux États-Unis, vient de résoudre l'énigme. *In vitro*, elle a montré que les ions d'argent perturbent plusieurs processus bactériens, notamment la régulation du fer et le métabolisme. Ces dérèglements entraînent une augmentation de la perméabilité de la membrane bactérienne et de la production de dérivés réactifs de l'oxygène néfastes pour la bactérie. De plus, dans des modèles murins d'infections, ces effets augmentent l'efficacité d'antibiotiques et rendent vulnérables à une classe d'antibiotiques des bactéries qui leur résistaient. Une nouvelle piste pour contrer la résistance des bactéries ?

→ M.-N. C.

J. R. Morones-Ramirez et al., *Sci. Transl. Med.*, vol. 5, 190ra81, 2013



L'argent pourrait-il affaiblir les bactéries *Pseudomonas aeruginosa* (en brun sur cette micrographie), responsables d'infections nosocomiales et très résistantes aux antibiotiques ?

Géophysique

Une subduction portugaise ?

L'océan Atlantique ne présente que deux zones de subduction d'une plaque tectonique sous une autre: l'arc volcanique des Petites Antilles et l'arc volcanique de la Scotia, près de l'Antarctique. Comment une zone de subduction se forme-t-elle ? João Duarte, de l'Université Monash à Melbourne, en Australie, et ses collègues ont identifié des conditions susceptibles de créer un phénomène de subduction. Ils ont remarqué que les deux zones de subduction présentes dans l'océan Atlantique se propagent le long de failles reliant chaque arc à la dorsale médio-atlantique et que ces failles sont proches d'autres sites actifs susceptibles les déstabiliser. Or la région au large du Portugal présente une configuration similaire. Ainsi, le site, aujourd'hui inactif, pourrait devenir une zone de subduction dans... 20 millions d'années.

→ S. B.

J. C. Duarte et al., *Geology*, en ligne le 6 juin 2013

Physiologie

L'ongle, régénérateur du doigt

La salamandre est le seul vertébré connu dont les pattes repoussent après amputation. Chez les mammifères, en revanche, la capacité de régénération se limite... au bout des doigts. Et encore, tant qu'il leur reste assez d'ongle ! Les biologistes le savaient depuis 40 ans, sans toutefois comprendre le rôle de l'ongle. Makoto Takeo, de l'Université de New York, et ses collègues expliquent aujourd'hui sa fonction: chez la souris, ils ont identifié, sous la base de l'ongle, une population de cellules souches qui orchestrent la restauration du bout du doigt, selon un mécanisme présentant des similitudes avec celui à l'œuvre chez la salamandre.

Chez cet amphibien amputé d'une patte, des cellules de l'épiderme migrent et ferment la blessure, suivies de cellules musculaires et d'autres assurant la cohésion (des fibroblastes). Les cellules de l'épiderme forment un chapeau qui produit des signaux déclenchant la croissance des autres cellules. Les nerfs se prolongent vers le chapeau et émettent à leur tour des signaux. Les autres cellules se différencient alors – elles retournent à un état moins spécialisé – et prolifèrent, constituant un bourgeon innervé, le blastème. À mesure qu'il grandit, le blastème forme

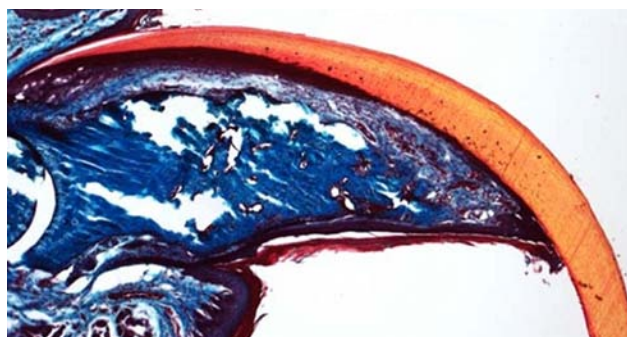
le contour du nouveau membre, tandis que les cellules se différencient à nouveau en os, muscle, fibroblastes ou tendons.

Les biologistes ont montré que chez la souris, une population de cellules souches sous la base de l'ongle permet à ce dernier de se régénérer. Ces cellules se différencient continuellement en un tissu, l'épithélium, lequel se kératinise en ongle. Cette différenciation est activée par une voie de signalisation connue pour son rôle dans le développement embryonnaire, la cascade Wnt. Et cette même cascade active aussi la formation du blastème en attirant les nerfs vers l'extrémité du doigt, comme elle le fait dans l'épiderme de l'embryon. L'innervation active une autre voie, la cascade FGF, qui déclenche la prolifération de cellules souches du blastème, les cellules mésenchymateuses, et leur différenciation en os.

Sans activation par les cascades Wnt et FGF, le doigt ne se régénère pas. Or ces voies sont aussi en jeu dans la régénération chez la salamandre. Les cellules souches de l'ongle des mammifères seraient-elles les vestiges d'un mécanisme commun de régénération ? C'est en tout cas une piste de recherche pour la régénération des membres amputés.

→ M.-N. C.

Nature, en ligne le 12 juin 2013



Le bout de doigt d'une souris, régénéré cinq semaines après amputation. La régénération n'a pas lieu si la voie de signalisation Wnt est bloquée.