

Astrophysique

Une cousine de la Terre au climat tempéré

Les astronomes ont fait un pas de plus dans la recherche d'une exoplanète similaire à la Terre par sa composition, sa taille et la présence d'eau liquide à sa surface. Ils avaient déjà trouvé des astres de la taille de la Terre, et d'autres dans la zone habitable – la région ni trop proche ni trop lointaine de l'étoile où la tempé-

rature permet à l'eau de subsister à l'état liquide. Elisa Quintana, de l'Institut SETI, et ses collègues (dont des chercheurs du Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux) ont identifié, à partir des observations du satellite *Kepler*, une exoplanète qui réunit les deux caractéristiques: Kepler-186f est à peine (11 pour cent) plus grande

que la Terre et se trouve dans la zone habitable.

Cette planète est à 52 millions de kilomètres de son étoile (environ la distance qui sépare le Soleil de Mercure). Elle est pourtant dans la zone habitable, car elle est en orbite autour d'une étoile naine de classe M, plus froide que le Soleil. La planète pourrait contenir de l'eau liquide – à condition que de l'eau soit présente à la surface de la planète et qu'une atmosphère riche en dioxyde de carbone maintienne une certaine température. La prochaine étape sera de trouver un tel astre autour d'une étoile du même type que le Soleil!

Sean Bailly

E. Quintana et al., Science, vol. 344, pp. 277-280, 2014



Cette vue d'artiste représente Kepler-186f, au premier plan, et les autres planètes détectées en orbite autour de l'étoile.

© NASA Ames/SETI Institute/JPL-Caltech

Géophysique

Comment le moteur de la tectonique a démarré

Depuis la naissance de la Terre, il y a plus de quatre milliards d'années, plusieurs cycles tectoniques de 400 à 600 millions d'années se sont succédé, durant lesquels une série de continents sont nés, se sont assemblés, se sont scindés et ont disparu. Le moteur tectonique à l'origine de ces cycles semble avoir mis au moins un milliard d'années à atteindre un fonctionnement régulier. David Bericovic, de l'Université de Yale, et Yanick Ricard, chercheur du CNRS au Laboratoire de géologie de Lyon, ont modélisé son démarrage.

L'idée est que les lents courants descendants de roches, dus à la convection thermique dans le manteau terrestre (les 2900 premiers kilomètres de profondeur), ont créé des dépressions sous la croûte terrestre, et que cela a étiré les roches de la croûte terrestre et fini par créer des lignes de faiblesse, les futurs bords de plaques tectoniques.



Micrographie d'une roche où sont visibles les effets de l'allongement des grains minéraux.

Les deux géologues ont élaboré un modèle mathématique de ce processus, en considérant que la lithosphère, la couche terrestre superficielle, est surtout composée de grains d'olivine et de grains de pyroxène. Sous l'effet de la déformation des roches, la taille des grains minéraux diminue, ce qui les rend encore plus déformables. Il s'ensuit un processus de fragilisation qui, si la déformation persiste, conduit à la formation d'un bord de plaque. Le modèle montre que, en raison notamment

de la température modérée de la lithosphère, les processus de fragilisation sont bien plus rapides (de l'ordre de 10 millions d'années) que ceux de cicatrisation, et que leur accumulation conduit à la formation de plaques en un milliard d'années environ. Le modèle explique aussi pourquoi Vénus, où la lithosphère est plus chaude et où les roches cicatrisent donc beaucoup plus vite, est dépourvue de tectonique des plaques.

F.S.

Nature, vol. 508, pp. 513-516, 2014

Rongeurs sous influence

Pourquoi les résultats de certaines expériences sur les rongeurs sont-ils difficiles à reproduire? Robert Sorge, de l'Université McGill, à Montréal, et ses collègues ont révélé une variabilité due au sexe de l'expérimentateur. En présence d'un homme ou de composés chimiques volatils typiques des aisselles masculines, les rats ont manifesté un stress supérieur, qui a augmenté leur tolérance à la douleur. L'effet était absent avec une femme. Le sexe de l'expérimentateur/trice devrait donc être pris en compte!

Trois atomes de largeur

Les dichalcogénures – contenant un métal de transition (molybdène) et du soufre ou du sélénium – sont, en monocouches, des semi-conducteurs présentant une grande mobilité d'électrons et une robustesse mécanique élevée. Ils forment des composants électroniques très plats, mais il restait à optimiser les jonctions entre les composants. Or Junhao Lin, de l'Université Vanderbilt et ses collègues ont mis au point un procédé de fabrication, avec un faisceau d'électrons, de nanofils de trois atomes de large du même matériau.

Sable mouillé... et glissant

Avec des collègues de divers pays, le physicien Daniel Bonn, de l'Université d'Amsterdam, a montré expérimentalement que le frottement sur du sable est fortement réduit si l'on ajoute à ce matériau granulaire un peu d'eau, mais pas trop. C'est la formation de ponts capillaires d'eau entre les grains qui augmente la résistance du matériau au cisaillement, et qui a pour effet de diminuer le coefficient de frottement. Lorsque le sable est trop mouillé, les ponts capillaires fusionnent entre eux, ce qui réduit la résistance au cisaillement et, partant, augmente le frottement.

Génétique

Un traumatisme transmis de père en fils

Des souris mâles peuvent transmettre un traumatisme précoce à leur descendance, via des microARN présents dans leurs spermatozoïdes.



Des souriceaux mâles sont traumatisés quand on les sépare de leur mère. Les troubles résultant de ce stress précoce se transmettent à leurs descendants.

Et si les conséquences d'un traumatisme pouvaient se transmettre d'une génération à l'autre ? Depuis longtemps, les psychiatres observent que les descendants de personnes traumatisées, comme les survivants de camps de concentration ou les vétérans de guerre, sont plus susceptibles de développer des troubles tels qu'anxiété ou dépression. Mais s'affranchir des effets sociaux et environnementaux pour mettre en évidence une éventuelle transmission biologique reste très difficile chez l'homme.

Chez la souris, en revanche, le phénomène est avéré. En 2010, Isabelle Mansuy et ses collègues, de l'Université de Zurich, établissaient que les souris mâles peuvent transmettre à leur descendance des caractéristiques comportementales liées au stress. Dans une étude récente, la même équipe a montré que cette transmission s'effectuerait *via* l'ARN présent dans les spermatozoïdes.

Afin de déclencher un traumatisme précoce, les chercheurs

ont séparé de leur mère des souriceaux mâles à des horaires aléatoires au début de leur vie. À l'âge adulte, ces souris montrent des signes de dépression, une aversion réduite pour la lumière et les espaces ouverts (des conditions de risque), et des troubles métaboliques liés au stress (hypersensibilité à l'insuline). Or ces troubles se transmettent à la descendance.

Pour identifier le mécanisme en jeu, les chercheurs ont analysé les spermatozoïdes des souris traumatisées et trouvé que des ARN de petite taille, dits microARN, étaient surexprimés en comparaison avec les souris normales. Les microARN font partie des molécules d'ARN dit non codant, qui n'intervient pas directement dans la synthèse des protéines. Si l'ARN non codant était autrefois considéré comme un « déchet », les biologistes savent aujourd'hui qu'il joue un rôle important dans la régulation de l'expression des gènes.

Chez les souris traumatisées, les microARN surexprimés étaient

localisés dans des structures du cerveau (hippocampe et hypothalamus) liées à la gestion du stress, ainsi que dans les spermatozoïdes. Pour tester leur rôle éventuel, les chercheurs ont ensuite réinjecté l'ARN des spermatozoïdes dans des ovules fécondés de souris. Les souris qui en sont nées présentaient les mêmes troubles comportementaux et métaboliques que celles ayant « hérité » directement du traumatisme de leur père.

Reste à comprendre un fait intrigant : chez les souris de seconde génération, on ne constate pas de surexpression de microARN, alors que le traumatisme se manifeste pourtant à la troisième génération. Les chercheurs supposent qu'une stabilisation s'opère *via* des modifications épigénétiques (qui ne sont pas codées dans les gènes) influant sur l'accessibilité de l'ADN pour la transcription. « C'est la première fois qu'on montre le rôle de l'ARN dans la transmission d'un caractère acquis », souligne Valérie Grandjean, spécialiste en hérédité épigénétique à l'Institut de biologie Valrose, à Nice.

Le concept de transmission de caractères acquis, longtemps relégué aux oubliettes de la biologie, fait un retour en force depuis une quinzaine d'années. Grâce aux travaux en épigénétique, qui montrent qu'une hérédité est possible au-delà du seul code génétique, les biologistes commencent à mieux comprendre la façon dont des modifications environnementales peuvent se transmettre entre les générations.

Malgré quelques indices issus de l'épidémiologie, chez l'homme, la transmission par la voie paternelle d'un caractère induit par l'environnement reste à établir.

Yvan Pandelé

K. Gapp et al., *Nature Neuroscience*, en ligne le 13 avril 2014