

A

CTUALITÉS

P. 6 Échos des labos
 P. 18 Livres du mois
 P. 20 Agenda
 P. 22 *Homo sapiens informaticus*
 P. 24 Cabinet de curiosités
 sociologiques

PALÉOGÉNÉTIQUE

IL N'Y A PLUS DE CHEVAUX SAUVAGES



Des chevaux de Przewalski en train de brouter dans la steppe mongole. On considèrerait ces animaux comme sauvages. En fait, ils descendent d'anciens chevaux domestiqués.

Des génomes anciens révèlent que nos chevaux ne sont pas issus des premiers chevaux domestiqués. Lesquels sont les ancêtres des seuls chevaux que l'on pensait sauvages...

Le cheval de Przewalski, un cheval archaïque découvert en Mongolie en 1879, passait pour sauvage. Les travaux d'une équipe dirigée par Ludovic Orlando, du CNRS et de l'université Paul-Sabatier, à Toulouse, viennent de révéler que ce n'est pas le cas – c'est un animal retourné à la vie sauvage –, et que nos chevaux d'aujourd'hui ne descendent pas de la première population chevaline domestiquée connue.

La domestication du cheval s'est produite au Chalcolithique, en d'autres termes à l'âge du Cuivre (en Asie cen-

trale, approximativement du IV^e au III^e millénaire avant notre ère). Les plus anciens indices proviennent de la culture de Botai, qui était présente dans le nord du Kazakhstan actuel, il y a quelque 5500 ans.

Les porteurs de cette culture, des chasseurs de chevaux, nous ont laissé comme vestiges plusieurs campements mêlant empreintes de huttes à moitié enterrées, enclos et poteries dont les pores ont encore des résidus de lait de jument fermenté. Des litières d'ossements contenant des centaines de milliers d'os de chevaux parsèment ces campements.

Les archéologues ont observé que 10% des dents de cheval retrouvées portent des traces d'usure, vraisemblablement dues à une sorte de mors.

Ces constatations invitaient à penser que les Botai étaient à l'origine de nos chevaux. Toutefois, une précédente étude de Ludovic Orlando avait montré que les ancêtres des chevaux d'aujourd'hui ont été tellement transformés par les éleveurs qu'il apparaît impossible d'établir une filiation entre nos montures et celles des Botai. C'est pourquoi ce généticien archéologue a constitué une vaste équipe internationale afin de comparer les génomes de chevaux de la culture de Botai à ceux d'autres chevaux anciens provenant d'Eurasie.

Cette équipe a séquencé les génomes de 20 chevaux de Botai et de 22 chevaux

provenant d'une grande partie de l'Eurasie des 5000 dernières années, auxquels s'ajoutaient les génomes déjà publiés de 18 chevaux anciens et de 28 chevaux modernes. Les chercheurs ont ainsi pu comparer les génomes de 3 chevaux archaïques (d'il y a 42800 à 5100 ans), 7 chevaux de Przewalski (six modernes et un datant du XIX^e siècle) et 78 chevaux domestiques: 25 datant du Chalcolithique (incluant 5 chevaux botais vieux de 5500 ans), 7 datant de l'âge du Bronze (d'il y a entre 4100 et 3000 ans), 18 datant de l'âge du Fer (d'il y a entre 2800 et 2200 ans), 1 cheval parthe et 2 romains, 3 médiévaux et 22 chevaux modernes de 18 races différentes.

Qu'en ressort-il? Deux résultats inattendus. Pour commencer, il s'avère que les chevaux de Botaï sont les ancêtres directs des chevaux de Przewalski. Ainsi, ces animaux sont en fait des équidés féraux, c'est-à-dire des équidés domestiqués retournés à la vie sauvage.

Les généticiens de l'équipe ont mis en évidence certaines évolutions associées à ce retour à l'état sauvage. Citons, parmi elles, la perte de la robe tachetée de certains chevaux de Botaï. Les chercheurs supputent que le variant génétique à l'origine de cette curieuse robe aurait été éliminé par sélection naturelle chez les chevaux de Przewalski parce qu'il entraînait par ailleurs une très mauvaise vision nocturne, un fait établi chez d'autres types de chevaux, comme les Appaloosas (une race de chevaux de selle tachetés créée par les Indiens Nez Percés, en Amérique du Nord).

Le deuxième résultat inattendu est qu'il va falloir rechercher l'origine de nos chevaux domestiques ailleurs que dans la culture de Botaï. En effet, aucun des 22 génomes de chevaux eurasiatiques séquencés par l'équipe de Ludovic Orlando ne s'est révélé apparenté aux chevaux de Botaï. Au moins un autre foyer de domestication a donc existé. Il reste à le trouver. Les chercheurs ont déjà entrepris de le rechercher en Anatolie, en Asie centrale, mais aussi dans les steppes pontiques, de vastes régions de l'est de l'Ukraine et de la Russie méridionale, où les cultures cavalières des Scythes et des Sarmates ont prospéré au cours de l'Antiquité. ■

FRANÇOIS SAVATIER

C. Gaunitz et al., *Science*, en ligne le 22 février 2018

Débattre pour lutter contre les « fake news »

Théories conspirationnistes, faits « alternatifs » et autres détournements de résultats scientifiques : le phénomène des fake news a pris une ampleur considérable. Comment lutter ? Rencontre avec la physicienne tunisienne Faouzia Charfi, marraine de la plateforme Atelier médiation critique tout récemment mise en ligne.



Propos recueillis par CÉCILE LESTIENNE

FAOUIZIA CHARFI
physicienne,
professeure émérite
à l'université de Tunis

Pourquoi soutenez-vous la plateforme Atelier médiation critique que vient de lancer l'AMCSTI (Association des musées et centres pour le développement de la culture scientifique, technique et industrielle), et qui se veut un soutien aux passeurs de science ?

J'ai tout de suite adhéré à ce projet parce que le détournement de la science est pour moi une grave question à laquelle je m'intéresse depuis les années 1980. Au départ, c'est en tant qu'enseignante à l'université de Tunis et non pas en tant que chercheuse que je me suis sentie concernée. À l'époque, je donnais un cours sur la relativité restreinte et certains de mes étudiants ont remis en cause cette théorie au prétexte qu'il n'était pas envisageable que la vitesse de la lumière soit finie. Pourquoi ? Parce que la Lumière étant une manifestation de la puissance de Dieu, elle ne pouvait être limitée. Et du coup, Einstein s'était forcément trompé, comme cela était écrit dans des articles qui circulaient parmi eux. Cela m'avait énormément troublée : comment comprendre que ces jeunes, déjà en deuxième année de physique à l'université, rejettent une théorie scientifique établie et se laissent séduire par des publications qui n'avaient rien de scientifique ? Le phénomène n'a cessé depuis d'augmenter et la séduction des pseudosciences est aujourd'hui démesurément amplifiée par le Web et ses réseaux sociaux. Le problème est sérieux et on ne peut pas rester les bras croisés.

Comment expliquez-vous le succès de ces théories pseudoscientifiques ?

D'abord, il y a certainement une faille dans nos systèmes éducatifs qui ne parviennent pas à bien faire comprendre les différences entre croyances et connaissances. Mais ce n'est pas la seule raison. Dans le monde musulman

d'où je parle, on a vu apparaître, avec la montée de l'extrémisme, une approche de la science qui accorde tout le crédit nécessaire aux technologies, mais laisse de côté les fondements de la science. Autrement dit, une approche qui accepte sans problème les smartphones et les ordinateurs, mais rejette ce qui pourrait heurter une vision du monde prétendument dictée par la foi : la vitesse finie de la lumière, la théorie de l'évolution, etc. Cette collusion délétère s'observe également dans le monde occidental : il s'est ainsi développé aux États-Unis un mouvement chrétien qui interprète les découvertes les plus récentes comme la preuve que la Terre est fixe. Enfin, je pense que ces théories plaisent parce qu'elles sont simples. Pour ne pas dire simplistes.

Comment, selon vous, combattre les fake news ?

Tout d'abord, les scientifiques devraient s'impliquer davantage pour expliquer ce qu'ils font. Ils ne ressentent pas toujours comme une nécessité ce travail de communication de ce que sont les sciences et leurs interrogations. Évidemment, nous, chercheurs, n'avons pas forcément l'habitude d'être contredits sur les fondements de la science. Mais nous devons oser le débat. C'est l'un des intérêts de la plateforme de rassembler à la fois des documents sur des questions scientifiques souvent sujettes à désinformation – théorie de l'évolution, changement climatique, vaccins, etc. – et des outils de médiation pour les chercheurs, professeurs, animateurs... Lesquels sont souvent démunis pour entamer un dialogue constructif avec les jeunes et les moins jeunes séduits par le complotisme ambiant. On voit bien sur Internet que les deux sphères, scientifique et antirationnelle, ne se rencontrent pas. Et pourtant il faut que le débat se fasse et devienne plus visible si l'on veut que le savoir scientifique, en tant que patrimoine universel, soit partagé par nos enfants, où qu'ils vivent. ■

www.atelier-mediation-critique.com

PHYSIQUE

LA TOPOLOGIE INSPIRE UN NOUVEAU TYPE DE LASERS

En transposant à la photonique les propriétés électroniques de matériaux qualifiés d'isolants topologiques, des chercheurs ont conçu des lasers particulièrement peu sensibles aux défauts.

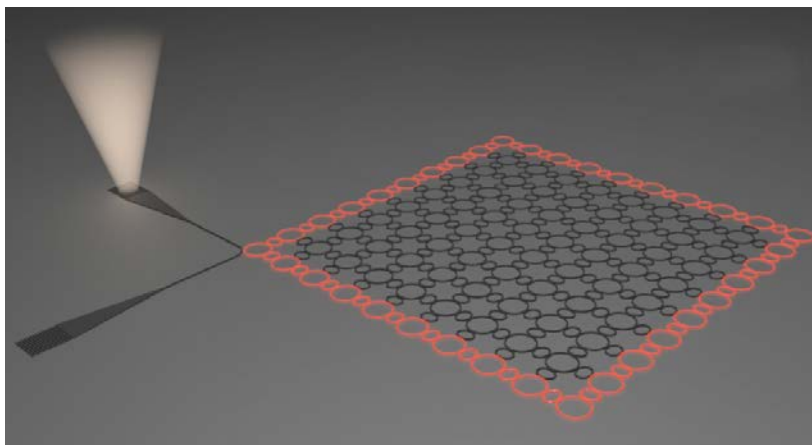
Transformer des tasses en beignets, ou inversement, a longtemps été l'apanage de la topologie, partie des mathématiques qui s'intéresse aux propriétés conservées lorsqu'on déforme

de façon continue un objet. À partir des années 1970, les physiciens ont remarqué que la topologie leur permettait de comprendre certains phénomènes exotiques en science des matériaux. L'idée d'utiliser la topologie a depuis fait son chemin également en photonique, domaine où l'on étudie les dispositifs manipulant les signaux optiques. Mordechai Segev, du Technion, en Israël, et ses collègues ont utilisé des «isolants topologiques photoniques» pour concevoir un nouveau genre de lasers, qui promettent d'être plus performants et plus simples à utiliser que les lasers existants.

C'est en 2005 que Charles Kane et Eugene Mele, de l'université de Pennsylvanie, ont découvert les «isolants topologiques». Dans un matériau isolant classique, le courant électrique ne peut pas circuler. Les isolants topologiques se comportent comme des isolants, sauf à leur surface, qui est conductrice. L'un de leurs grands avantages est que leurs propriétés concernent l'ensemble du matériau et ne sont pas définies par l'organisation locale des atomes. Ainsi, la présence d'un défaut local n'affecte pas les propriétés topologiques du matériau. Grâce à cette «protection topologique», le courant d'électrons à la surface des isolants topologiques circule sans perturbations.

On comprend donc l'intérêt qu'il y a à développer des dispositifs exploitant de telles propriétés. C'est en particulier le cas pour les systèmes photoniques intégrés, où des lasers émettent leur lumière vers des fibres optiques ou d'autres composants. En raison des réflexions au sein du système, une partie de la lumière revient dans le laser et en perturbe le fonctionnement. Or les dispositifs conçus pour éviter ces effets sont volumineux et ne se prêtent pas à la miniaturisation.

D'où l'idée de développer des lasers topologiques où la lumière réfléchie ne pourrait pas pénétrer dans le dispositif, grâce à des propriétés



Dans ce réseau bidimensionnel de résonateurs optiques circulaires, la lumière ne se propage que sur le bord (en rouge) du système, du fait des propriétés topologiques de ce dernier, et s'y accumule. La lumière laser engendrée dans cette «cavité» constituée par le bord est de grande qualité et peut être extraite (à gauche).

topologiques interdisant cette direction de propagation. En 2017, d'après une idée proposée par le groupe de Guillaume Malpuech, de l'Institut Pascal, à Clermont-Ferrand, l'équipe d'Alberto Amo et Jacqueline Bloch, du C2N, à Marcoussis, a réalisé le premier laser topologique à une dimension. Et la même année, l'équipe de Boubacar Kanté, de l'université de Californie à San Diego, a conçu un dispositif bidimensionnel où le comportement d'isolant topologique vis-à-vis des photons est mis en place grâce à un champ magnétique.

Le laser mis au point par l'équipe de Mordechai Segev se passe de champ magnétique. Il est fondé sur un cristal photonique: un arrangement périodique de résonateurs optiques circulaires (des guides d'onde circulaires où l'énergie s'accumule par interférences constructives). Cet arrangement périodique permet de reproduire pour les photons le même ordre topologique que pour les systèmes électroniques: la lumière circule à la surface du cristal photonique suivant des modes unidirectionnels protégés topologiquement. Cette région constitue l'analogue d'une cavité optique, où la lumière laser s'accumule. Le faisceau laser extrait de ce dispositif est alors de très haute qualité, et il est insensible aux défauts éventuels du système. ■

SEAN BAILLY

G. Harari *et al.*, *Science*, en ligne le 1^{er} février 2018 ;
M. A. Bandres *et al.*, *ibid.*