

GÉNÉTIQUE

LES SAUTS INDÉSIRABLES DE CRISPR-CAS9

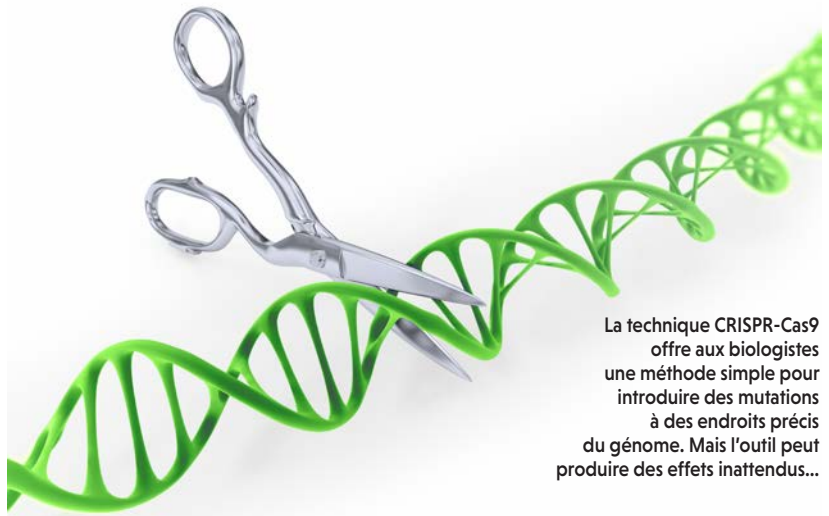
Réputée pour sa précision, cette technique récente de modification du génome perturbe pourtant une étape clé de l'expression des gènes.

CRISPR, une nouvelle marque de céréales? Non, un système de défense immunitaire bactérien qui, depuis quelques années, révolutionne la génétique en offrant un outil simple et précis pour éditer le génome de n'importe quelle cellule. Précis jusqu'à quel point? C'est la question qu'ont récemment soulevée Haiwei Mou, de l'université du Massachusetts, à Worcester, aux États-Unis, et ses collègues en montrant que cette technique entraîne des effets indésirables: des sauts involontaires lorsque la cellule se met à lire et traduire son génome.

Chez les bactéries, CRISPR constitue une sorte de bibliothèque de fragments d'ADN provenant des virus rencontrés. En cas de nouvelle infection virale, les bactéries comparent l'ADN du virus aux fragments de leur bibliothèque. Si une séquence est reconnue, une enzyme, nommée Cas9, coupe l'ADN viral dans cette séquence, ce qui le détruit. Aujourd'hui, nombre de biologistes détournent ce mécanisme pour couper l'ADN des cellules à un endroit ciblé. La technique, nommée CRISPR-Cas9, consiste à associer à l'enzyme Cas9, comme chez les bactéries, un guide – un petit ARN reconnaissant la région du génome à modifier. L'enzyme Cas9 coupe alors l'ADN à l'endroit ciblé, ce qui déclenche sa réparation, soit par recollement des deux bouts séparés, soit par recombinaison avec un fragment d'ADN homologue introduit dans la cellule.

Les biologistes savent que le guide peut reconnaître d'autres séquences ressemblant à sa cible et, en conséquence, développent des techniques pour limiter ce type d'erreur. Mais Haiwei Mou et ses collègues ont pointé une autre difficulté. Habituellement, lorsqu'un gène d'eucaryote est transcrit en ARN messager (l'intermédiaire qui sera traduit en protéine), certains fragments de sa séquence, nommés introns, sont éliminés, tandis que d'autres, les exons, sont conservés. Cet «épissage» est fondamental, car la protéine produite dépend des fragments conservés. Ces chercheurs ont montré que la technique CRISPR-Cas9 produit des épissages non souhaités et pas toujours faciles à détecter.

Ils ont utilisé cette technique pour créer, à partir de cellules cancéreuses de souris, deux



La technique CRISPR-Cas9 offre aux biologistes une méthode simple pour introduire des mutations à des endroits précis du génome. Mais l'outil peut produire des effets inattendus...

35 %

DES MALADIES DUES À UNE MUTATION PONCTUELLE SONT LIÉES À UN ÉPISSAGE DÉFECTUEUX : LA MUTATION PERTURBE LES SAUTS HABITUELLEMENT FAITS LORS DE LA LECTURE DES GÈNES. SOUVENT, LA PERTURBATION CONCERNE UN EXON, C'EST-À-DIRE UNE RÉGION QUI D'ORDINAIRE N'EST PAS SAUTÉE.

lignées où un gène était modifié: dans l'une, un nucléotide (un constituant des gènes) était éliminé d'un exon; dans l'autre, deux nucléotides. Dans les cellules, un gène est lu par triplets de nucléotides: chaque triplet code un acide aminé qui s'ajoute à la protéine en construction. Aussi, en ne supprimant qu'un ou deux nucléotides, on décale la lecture du gène de telle façon que, le plus souvent, la mutation annule son expression. C'était l'effet recherché ici. Toutefois, dans nombre des cellules des deux lignées, au lieu d'annuler l'expression du gène, ces mutations ont entraîné la suppression du seul exon modifié – et la production d'une protéine tronquée.

Mieux, en mutant de même un exon codant une autre protéine, la β -caténine, ils ont montré que non seulement cet exon était fréquemment supprimé, mais la protéine produite était toujours fonctionnelle... et à un mauvais endroit dans la cellule. De plus, des exons voisins étaient aussi touchés. Autrement dit, un gène muté afin qu'il ne soit plus exprimé peut produire une protéine active aux fonctions perturbées. Ces petites mutations introduisent-elles des éléments qui étiquettent l'exon comme devant être omis? Ou au contraire perturbent-elles la signalétique favorisant son épissage? En attendant d'en savoir plus, la recherche des exons «oubliés» va devoir faire partie des contrôles indispensables lors de l'utilisation de CRISPR-Cas9. ■

M.-N. C.

H. Mou et al., *Genome Biology*, vol. 18(1), article 108, 2017

L'ÉVOLUTION, HORS DES ÉCOLES TURQUES

Sous le prétexte fallacieux que les élèves n'ont pas les connaissances nécessaires pour comprendre la théorie de l'évolution, Alpaslan Durmus, le chef du comité sur les programmes scolaires du ministère de l'Éducation turc, a annoncé que la théorie de Darwin serait retirée des manuels scolaires dès la rentrée 2017. Seuls les jeunes entrant à l'université auront l'occasion de découvrir cette théorie. Pour les opposants au régime conservateur du président Erdogan, cette décision est une attaque de plus contre les fondements laïcs de l'État turc instaurés par Moustafa Kemal Atatürk à partir de 1923. Une décision déplorable pour la culture scientifique dans ce pays où le créationnisme trouve un écho favorable...

LA SURFACE DE BÉTELGEUSE SCRUTÉE

L'étoile Bételgeuse est une supergéante rouge que les astronomes étudient de près pour comprendre comment ces astres en fin de vie expulsent de grandes quantités de matière. Eamon O'Gorman, de l'Institut des études avancées de Dublin, et ses collègues ont obtenu une image de la surface de l'étoile grâce au réseau d'antennes *Alma*, au Chili. L'image montre une zone très brillante correspondant à du gaz très chaud dans la basse atmosphère. Ainsi, un mécanisme, probablement de nature magnétique et impliquant de la convection thermique chaufferait localement l'atmosphère, ce qui favoriserait la perte de masse de l'étoile. Ces éléments seront intégrés aux futures simulations 3D de supergéantes.



SECRÉT DE BEAUTÉ

D'où viennent les extraordinaires faune et flore de la Nouvelle-Calédonie? On a longtemps pensé que, comme Madagascar, son île principale – Grande Terre – s'était séparée du supercontinent Gondwana il y a plus de 80 millions d'années, emportant avec elle, telle une arche de Noé, les nombreuses espèces qui la peuplaient. Toutefois, depuis une dizaine d'années, Philippe Grandcolas, de l'Institut de systématique, évolution, biodiversité, à Paris, et son équipe défendent un autre scénario: au plan biologique, l'île ne serait pas continentale, mais océanique. Elle aurait émergé de l'océan il y a 37 millions d'années et son peuplement serait beaucoup plus récent qu'on ne le pensait.

C'est une petite blatte de la forêt calédonienne qui a mis les chercheurs sur la piste. En établissant l'arbre de parenté moléculaire de cette espèce et de toutes celles récoltées dans l'île et celles voisines, ils ont montré que les blattes avaient peuplé la Nouvelle-Calédonie depuis bien moins de 30 millions d'années. Les biologistes ont alors comparé ces résultats avec les études géologiques portant sur Grande Terre. Or les travaux de ces dernières années ont montré que l'île a une histoire tectonique et sédimentaire complexe, ponctuée de plusieurs longs épisodes de submersion, la



La Nouvelle-Calédonie compte de nombreuses plantes endémiques, dont ces pins. Depuis quand?

dernière émergence remontant à 37 millions d'années.

Forts de cette découverte, Philippe Grandcolas et son équipe ont apporté une nouvelle pierre à leur thèse: ils ont examiné 40 études phylogénétiques qui dataient l'origine des organismes variés de l'île – plantes, insectes, mollusques, lézards – en prenant en compte les îles alentour, comme pour la blatte. Résultat: la plupart sont arrivés sur l'île après sa dernière submersion. Seuls six groupes d'espèces d'insectes seraient plus anciens, ce qui suggère que ces insectes auraient évolué et sauté d'île en île au gré de leurs émergences avant de rejoindre Grande Terre... ■

M.-N. C.

R. Nattier et al., *Scientific Reports*, vol. 7, article 3705, 2017

DISTANCE RECORD POUR L'INTRICATION QUANTIQUE

L'intrication quantique est ce phénomène étonnant par lequel deux particules, par exemple des photons, forment un système lié, même quand elles sont très éloignées. Cet effet a été démontré à maintes reprises, et sur des distances toujours plus grandes. Le record était de 144 kilomètres. Il vient d'être pulvérisé par Juan Yin, de l'université des sciences et des technologies de Hefei, en Chine.

Les expériences précédentes étaient limitées par la dispersion des ondes et la perte de cohérence dans les fibres optiques. Avec de telles méthodes, les physiciens ne pouvaient guère espérer faire mieux. En revanche, avec un satellite... Il s'agit en l'occurrence du satellite *Quess* (*Quantum Experiments at Space Scale*), aussi nommé *Mozi*, placé en orbite en 2016, à

500 kilomètres d'altitude. L'engin est équipé d'un dispositif qui envoie vers la Terre des flux de photons intriqués. Cet état a bel et bien été mesuré au sol, dans des stations distantes de... 1203 kilomètres. L'une était Delingha, dans le nord du plateau tibétain, l'autre à l'observatoire Gaomeigu, à Lijiang. Ici, les photons circulent pour l'essentiel dans le vide, ils ne sont donc pas perturbés par le milieu qu'ils traversent.

Ces résultats sont un premier pas, immense, vers la constitution de réseaux de communication quantique intercontinentaux. L'idée est que l'information circule de façon ultrasécurisée: son interception ne passerait pas inaperçue. ■

LOÏC MANGIN

J. Yin et al., *Science*, vol. 356, pp. 1140-1144, 2017

EN IMAGE

QUAND LA MUSIQUE FAIT DANSER UN FILM DE SAVON

La musique sollicite notre sens de l'audition, mais de nombreux inventeurs ou chercheurs ont imaginé d'autres façons de percevoir les sons. Par exemple, de la poudre dispersée sur une plaque mince se concentre selon des motifs qui dépendent des modes et fréquences de vibration du support sous l'effet du son. Avec ses collègues, Florence Elias, du laboratoire Matière et systèmes complexes à l'université Paris-Diderot, fait vibrer des films de savon. Les couleurs iridescentes du film, liées aux variations de son épaisseur, entament un ballet virevoltant au rythme de la musique (*les huit vignettes ci-contre forment une séquence couvrant une seconde de musique*). Le dispositif est très simple: un haut-parleur diffuse une mélodie à l'extrémité d'un long tube fermé à son autre extrémité par un film de savon. Les vibrations de l'air associées au son se propagent dans le tube et mettent en mouvement le film de savon.

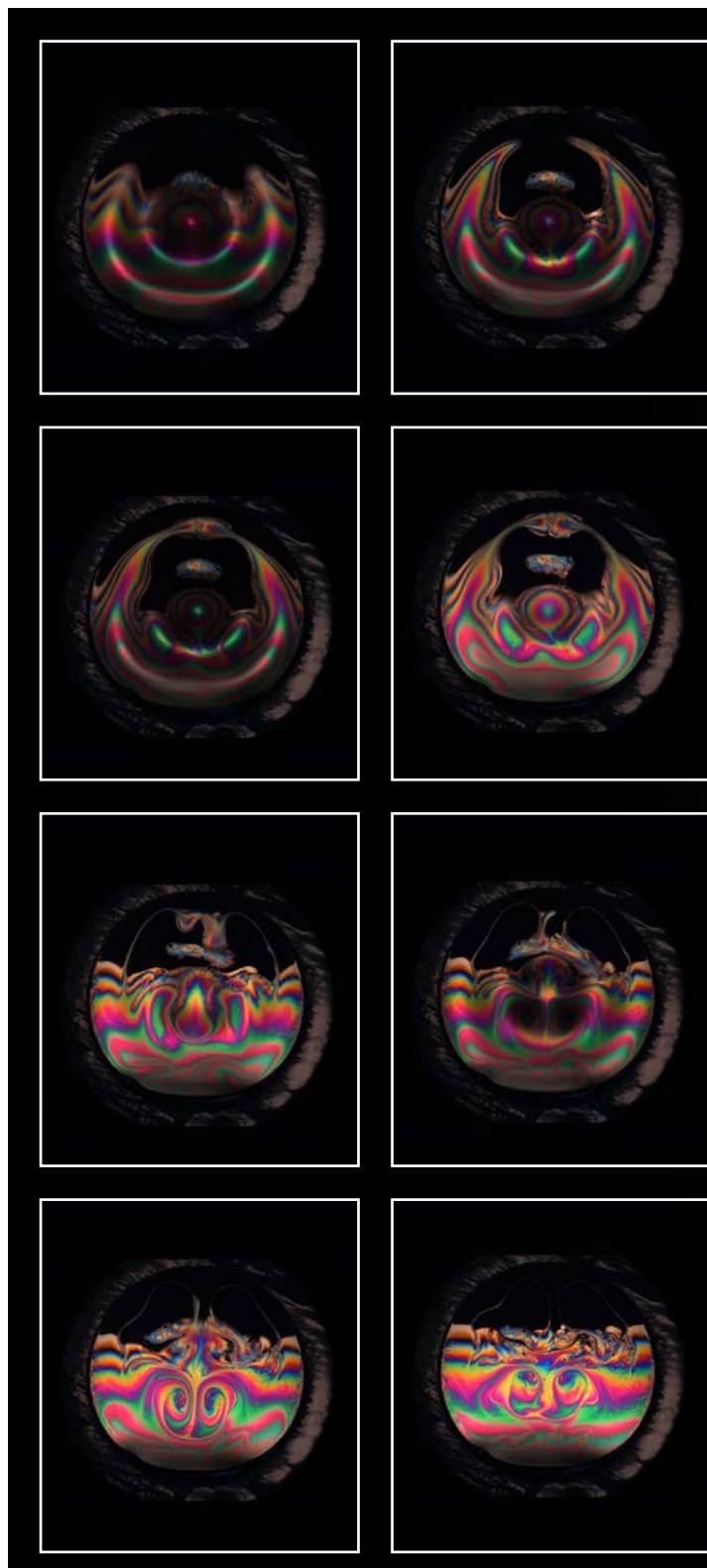
La simplicité du dispositif n'en cache pas moins de riches phénomènes physiques. Même en l'absence des vibrations sonores, le film de savon est un objet complexe, où entrent en jeu sa structure (avec ses interfaces air-liquide et la tension de surface) et les interférences de la lumière à l'origine des couleurs irisées. Quand la musique entre en scène, il faut prendre en compte les ondes capillaires qui se propagent sur le film et modifient sa géométrie et ses motifs colorés.

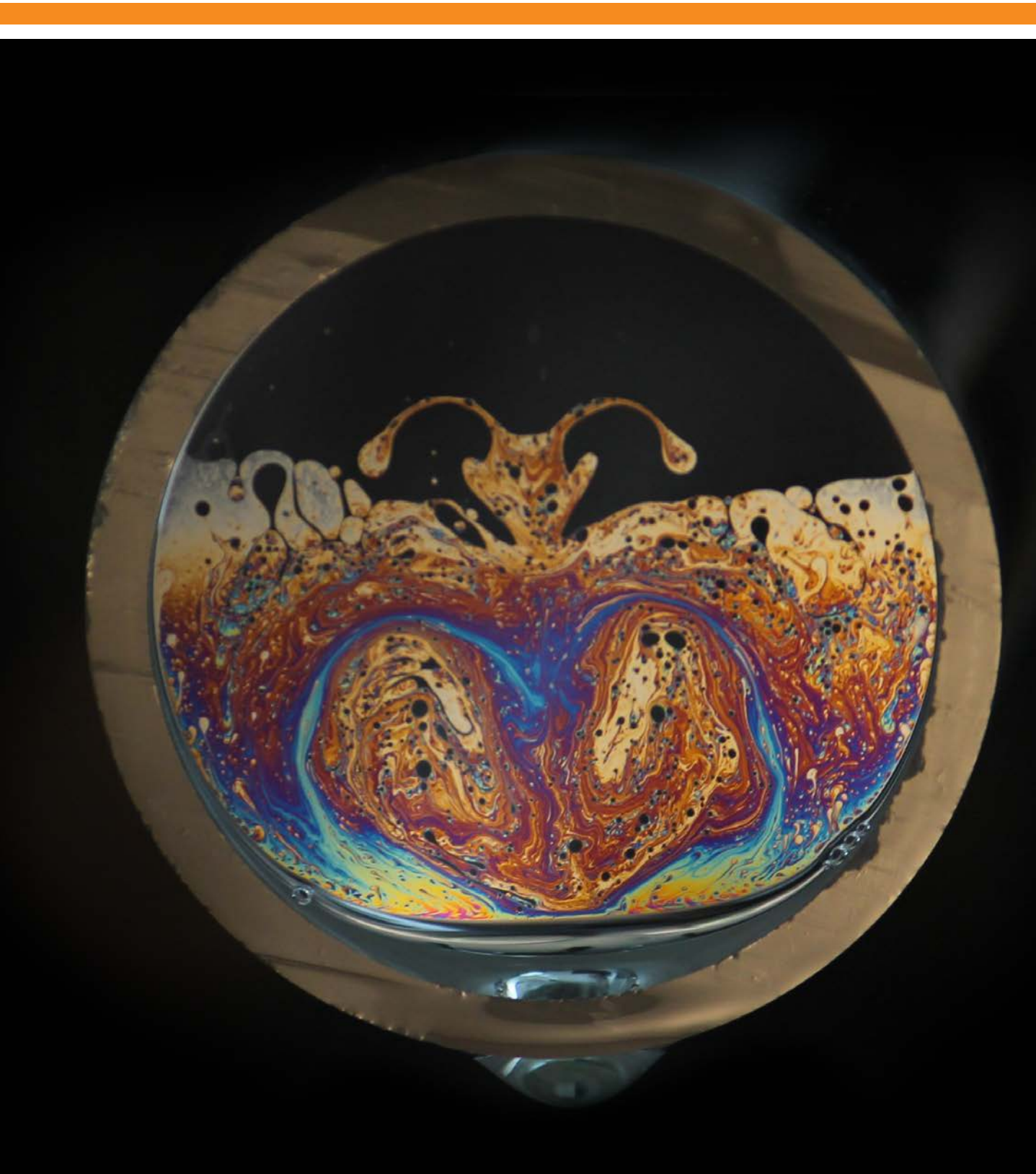
De ce condensé de phénomènes acoustiques, optiques et hydrodynamiques naissent des motifs périodiques, des tourbillons, des bulles (*photo de droite*) que les chercheurs ont étudiés de près sur de nombreux airs, de *Carmen* de Bizet au thème principal du film *Le Bon, la brute et le truand*. Des musiques à savourer avec les oreilles... et les yeux! ■

SEAN BAILLY

C. Gaulon et al., *European Journal of Physics*, vol. 38, article 045804, 2017

Quelques vidéos à découvrir: http://bit.ly/PLS478_Savon





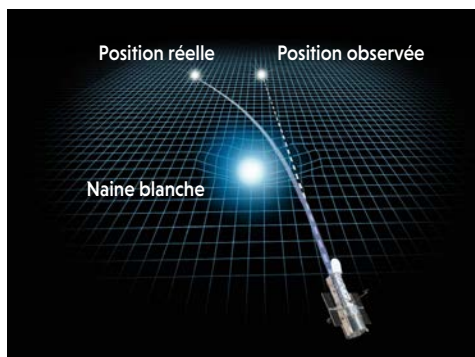
ASTROPHYSIQUE

LUMIÈRE POUR PESÉE D'ÉTOILE

D'après la relativité générale, il est possible d'estimer la masse d'une étoile en mesurant comment elle dévie la lumière d'un autre astre situé en arrière-plan et quasiment dans son alignement. À l'aide du télescope spatial *Hubble*, Kailash Sahu, de l'Institut des sciences du télescope spatial, à Baltimore, et son équipe ont réussi cette prouesse et ont observé ce phénomène au voisinage de la naine blanche Stein 2051 B.

En 1919, l'astronome Arthur Eddington a mesuré cette déviation autour du Soleil lors d'une éclipse. L'angle entre la position réelle de l'étoile d'arrière-plan sur la voûte céleste et celle altérée par l'effet relativiste de déviation n'était que de 1,75 seconde d'arc (environ 0,00049°). En mesurant avec succès cet angle, Eddington a apporté une confirmation éclatante de la théorie de la relativité générale, développée à peine quatre ans plus tôt par Albert Einstein.

Mais avec une étoile autre que le Soleil, la mesure de cette déviation devient très difficile, car l'astre étant plus éloigné, l'angle à mesurer est d'autant plus petit. Einstein lui-même fondait peu d'espoir sur les chances de mesurer d'aussi infimes déviations. Il a néanmoins souligné qu'en considérant un objet plus gros qu'une étoile (par exemple une galaxie ou un



Grâce au télescope spatial *Hubble*, des astronomes ont mesuré la déviation de la lumière autour d'une étoile.

amas de galaxies), la déviation serait importante et permettrait dans certains cas de focaliser la lumière de la source au niveau de l'observateur – un effet dit de lentille gravitationnelle. De la même façon, dans la Voie lactée, on observe des effets de microlentille avec un renforcement de la lumière d'un objet situé derrière une étoile, mais sans qu'on puisse mesurer la déviation.

Kailash Sahu et ses collègues, eux, ont réussi à mesurer une déviation d'environ 0,002 seconde d'arc de la lumière d'une étoile située derrière Stein 2051 B. Ils en ont déduit que la naine blanche pèse environ 0,67 masse solaire. La méthode reste difficile à mettre en œuvre, car elle requiert un alignement d'astres précis et rare. ■

S. B.

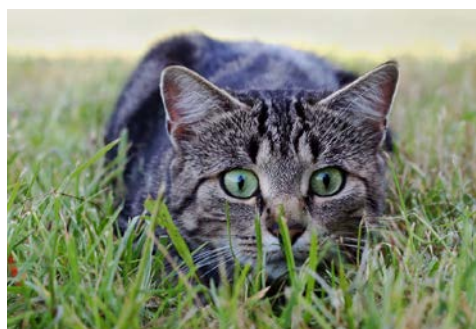
K. C. Sahu et al., *Science*, vol. 356, pp. 1046-1050, 2017

ARCHÉOZOOLOGIE

SUR LES TRACES DU CHAT

Vous pensez que votre matou est un descendant du chat sauvage européen *Felis silvestris silvestris*? Détrompez-vous, son ancêtre est *Felis silvestris lybica*, son équivalent moyen-oriental.

Grâce aux informations génétiques issues d'échantillons d'ADN mitochondrial et aux données archéologiques, Thierry Grange, de l'Institut Jacques-Monod, et ses collègues ont suivi la diffusion du chat depuis la première vague de domestication dans la région dite du Croissant fertile, au Néolithique. Les humains auraient alors toléré la présence des chats dans leur habitat, parce qu'ils aidaient à protéger les récoltes en chassant les rongeurs. Puis une seconde vague de domestication a vu le jour en Égypte, au cours de l'Antiquité. D'après Thierry Grange et ses collègues, ce sont les chats de cette région qui se



seraient disséminés en suivant l'homme dans ses échanges commerciaux. On les retrouve d'abord en Grèce, puis dans l'Empire romain et ensuite dans toute l'Europe.

Le processus de domestication n'a pas provoqué de grands bouleversements au sein de l'espèce *Felis silvestris lybica*. Ce qui explique qu'il n'est pas rare d'observer des chats domestiques redevenir sauvages... ■

CLÉMENT DUFRENNE

C. Ottoni et al., *Nature Ecology & Evolution*, vol. 1, article 0139, 2017

EN BREF

CRÂNES SUSPENDUS

Les crânes jouaient un rôle notable dans les religions proche-orientales du Néolithique précéramique (9600 à 7000 avant notre ère). À Göbekli Tepe – un sanctuaire datant de cette époque en Anatolie –, la découverte de sept fragments incisés révèle un nouveau type d'appât d'un crâne : après en avoir percé le sommet, on pratiquait une incision sur le pourtour afin d'y accueillir une cordelette que l'on glissait ensuite à l'intérieur pour la faire ressortir par la calotte percée. On pouvait ainsi pendre le crâne en équilibre dans le sanctuaire. Des traces d'ocre attestent qu'on le décorait aussi.

LE GROENLAND FOND ET L'EAU MONTE

De 1993 à 2014, le niveau moyen des océans s'est élevé à un rythme plus important qu'au cours des décennies précédentes. Et pendant cette période, la tendance s'est accélérée. En 1993, la hausse était de 2,2 millimètres par an ; elle est passée à 3,3 millimètre par an en 2014. Une partie de l'explication vient de la fonte plus importante de la calotte groenlandaise, qui contribuait pour seulement 5 % à la hausse du niveau moyen en 1993, contre 25 % en 2014.

LE CACATOËS NOIR JOUE DE LA BATTERIE !

Cet oiseau (*Probosciger aterrimus*) d'Océanie utilise des bouts de bois pour taper en rythme, ont observé Robert Heinsohn, de l'université nationale australienne, et ses collègues. Les mâles commencent par casser une tige et la tailler à la longueur d'un crayon environ. Ils la tiennent ensuite avec leur patte et tapent à rythme régulier sur l'arbre où ils sont perchés. Ils mêlent à ces percussions des cris pour séduire les femelles. Seuls les cacatoès noirs vivant dans la péninsule du cap York (nord du Queensland australien) présentent ce comportement, qui serait donc culturel.

CE QUE FLAIRE LE PAPILLON

Les insectes utilisent leur odorat pour chercher de la nourriture, repérer des prédateurs ou trouver des partenaires sexuels. Emmanuelle Jacquin-Joly, de l'Inra à Versailles, et ses collègues ont analysé le répertoire de récepteurs olfactifs chez la noctuelle du coton (*Spodoptera littoralis*), dont la chenille cause d'importants dégâts dans les cultures.

Ils ont montré que chez ces papillons, les récepteurs anciens sur le plan évolutif sont sensibles à une large gamme de molécules à structure chimique de type aromatique, fréquentes dans l'environnement de l'insecte. Les récepteurs apparus plus tard au cours de l'évolution sont davantage spécialisés dans la détection des phéromones sexuelles et des terpènes émis par les feuilles dont se nourrissent les chenilles. ■

ÉLODIE BESEVIC

A. de Fouchier et al., *Nature Communications*, vol. 8, article n° 15709, 2017

DU CARBONE DUR ET FLEXIBLE

Dure comme de la pierre et flexible comme du caoutchouc, une nouvelle forme de carbone a été développée par Meng Hu, de l'université Yanshan, en Chine: le carbone vitreux compressé. L'origine de cette combinaison unique de propriétés? La configuration des liaisons entre atomes, qui jouent un rôle essentiel sur les propriétés et la structure du matériau.

Pour synthétiser ce matériau, les chercheurs ont soumis du carbone vitreux à des conditions extrêmes: 250 000 fois la pression atmosphérique et une température supérieure à 2 000 °C. Le matériau a ainsi subi une modification de sa structure et présente à la fois des liaisons de type diamant et des liaisons de type graphite. Cet assemblage lui confère des propriétés mixtes, la dureté du diamant et la flexibilité du graphite. Avec ses caractéristiques, le carbone vitreux compressé pourrait trouver de nombreuses applications industrielles. ■

C. D.

M. Hu et al., *Science Advances*, vol. 3(6), e1603213, 2017

ROME: LES TOMBES DES BOULANGERS RESTAURÉES



Un Christ aux traits romains entouré de quatre personnages est représenté dans un médaillon au plafond de l'une des tombes des boulangers des catacombes de Domitille, à Rome.

Les archéologues de la Commission pontificale pour l'archéologie sacrée ont lutté sept ans pour achever la restauration des 12 kilomètres de galerie des catacombes de Domitille, à Rome. Parmi les 228 cryptes de cette nécropole souterraine qui abrite 26 250 tombes, ils viennent de présenter deux chambres funéraires particulièrement intéressantes. Ces tombes dites des boulangers sont celles de deux hauts personnages du service impérial d'approvisionnement et de distribution du grain à Rome. Maculées de suie, de calcite et de crasse, les fresques ont été soigneusement nettoyées au laser. Elles représentent notamment comment le grain arrivait par bateau au port de Rome et remontait le Tibre sur des chalands avant d'être stocké dans des entrepôts impériaux. Toutefois, elles montrent surtout des thèmes chrétiens, car elles figurent Jésus et ses apôtres à plusieurs reprises, ainsi que des scènes de l'Ancien et du Nouveau testament, notamment Noé et son arche, la multiplication des pains... Pour autant, sont figurés ici et là des faisans, symboles païens typiques de l'au-delà.

Ainsi, les deux cryptes illustrent l'adoption du christianisme par les membres du service impérial de distribution du grain au cours du IV^e siècle de notre ère. Les cultures italiques, dont la culture latine, constituaient une civilisation du blé, que l'on consommait en général sous la forme de bouillies. Toutefois, comme en attestent les découvertes de Pompéi, la boulangerie (d'origine grecque) existait aussi et il semble qu'au V^e siècle de notre ère, les Romains l'aient massivement adoptée. Or le pain, symbole du corps du Christ, avait une grande importance chez les chrétiens. Le produire ne pouvait donc qu'être prestigieux et profitable. Voilà qui explique sans doute la fortune des deux boulangers enterrés dans les catacombes de Domitille et la richesse des fresques qui ornent les plafonds de leurs tombes. ■

FRANÇOIS SAVATIER

PHYSIQUE

UN SUPERFLUIDE À TEMPÉRATURE AMBIANTE

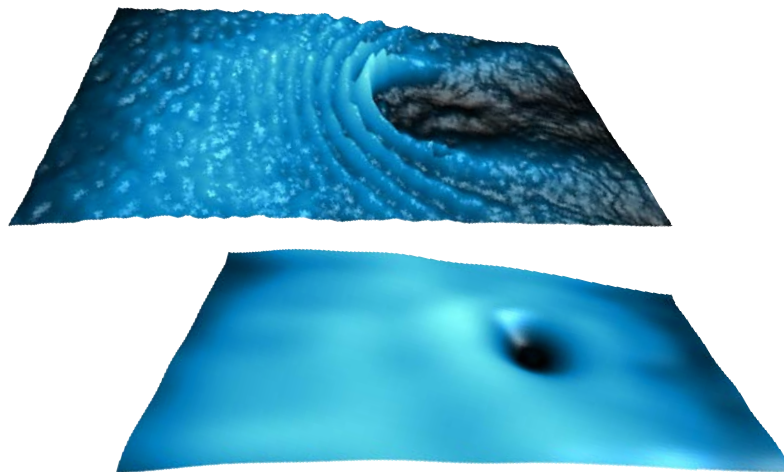
La superfluidité, phénomène où un fluide perd toute viscosité, n'était connue qu'à très basse température. On vient de l'observer à température ambiante – sur un fluide de quasi-particules.

A une température proche du zéro absolu ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$), certains fluides deviennent superfluides: leur viscosité s'annule. On l'a d'abord observé sur l'hélium liquide, qui a alors l'étonnante propriété de remonter le long des parois de son récipient. Stéphane Kéna-Cohen, de l'École polytechnique de Montréal, Daniele Sanvitto, de l'institut de nanotechnologie à Lecce, en Italie, et leurs collègues ont réussi à observer cet effet à température ambiante ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) dans un système particulier.

Pour qu'un fluide s'écoule sans viscosité, une partie au moins de ses particules doivent «se condenser» dans un état quantique unique, nommé condensat de Bose-Einstein. Les particules se comportent alors collectivement comme une onde unique et ne dissipent plus d'énergie en se déplaçant. La supraconductivité (annulation de la résistance électrique) est un phénomène équivalent, où les électrons libres du matériau se groupent en paires.

Superfluidité et supraconductivité émergent à basse température, ce qui requiert de coûteuses et encombrantes installations cryogéniques. On dispose aujourd'hui de matériaux devenant supraconducteurs vers $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$ (seulement!), mais qu'en est-il des superfluides? Stéphane Kéna-Cohen et ses collègues ont montré qu'il est possible d'obtenir un écoulement sans viscosité à température ambiante avec un fluide de quasi-particules. Il s'agit d'entités abstraites permettant de décrire des comportements collectifs de particules et qui ont des propriétés analogues à celles des particules réelles. Les phonons, associés à la vibration dans un matériau, et les trous, lacunes formées par des électrons absents d'un métal ou d'un semi-conducteur, en sont des exemples.

Ici, les physiciens se sont intéressés aux polaritons excitoniques nés de l'interaction de photons (particules de lumière) avec des excitons, des paires électron-trou. Ces quasi-particules ont une masse très faible qui leur permet d'atteindre des vitesses proches de celle de la lumière. Normalement, en présence d'un obstacle, ces quasi-particules sont réfléchies et diffusées. Les chercheurs ont



découvert que dans certaines conditions, la diffusion est supprimée: l'ensemble des polaritons se propage comme un superfluide et contourne l'obstacle de façon harmonieuse, sans faire de vagues!

Pour obtenir ce résultat, les physiciens ont placé un film très mince de molécules organiques entre deux miroirs hautement réfléchissants. Des photons, émis par un laser, rebondissent entre les miroirs et interagissent fortement avec les molécules organiques, formant ainsi des polaritons qui se déplacent dans le film comme un fluide.

La théorie montre que dans ce dispositif, un écoulement devient superfluide lorsque sa vitesse est inférieure à celle de la propagation du son dans le système. Les chercheurs contrôlent la vitesse du son en jouant sur l'intensité du laser, qui détermine la densité de polaritons (la vitesse du son dépend de la densité et de la force d'interaction entre les quasi-particules). Si la densité est forte, la vitesse du son est élevée et peut dépasser celle de l'écoulement. Avec un faisceau laser intense, les chercheurs ont ainsi obtenu que les polaritons se comportent à température ambiante comme un superfluide. Des résultats qui devraient encourager de nouvelles expériences afin d'étudier l'hydrodynamique quantique à des températures éloignées du zéro absolu. ■

S. B.

G. Lerario et al., *Nature Physics*, en ligne, 5 juin 2017

En régime normal, l'écoulement de polaritons est réfléchi sur un obstacle (*en haut*). Dans le cas superfluide, le fluide de polaritons s'écoule régulièrement autour de l'obstacle, sans aucune perturbation (*en bas*).

LES GÈNES DE L'INSOMNIE

Les recherches montrent que l'insomnie n'est pas qu'une affaire de mauvaises pratiques : elle est aussi dans les gènes. L'équipe de Danielle Posthuma, à l'université libre d'Amsterdam, l'a montré en analysant le génome de 113 000 personnes, interrogées sur leurs difficultés à s'endormir. Les chercheurs ont trouvé sept variants de gènes très fréquents chez les insomniaques et de fortes similarités avec les profils associés à un tempérament anxieux par de précédentes études. Reste à comprendre ce lien intime entre insomnie et anxiété.

ROBOT TRAYEUR DE SCORPIONS

Le venin de scorpion est employé dans la recherche contre le cancer et dans d'autres applications médicales. Pour éviter les risques liés à l'extraction manuelle, Mouad Mkamel et des chercheurs de l'université Hassan II, à Casablanca, viennent d'inventer le VES-4 : cette trayeuse immobilise l'araignée venimeuse sans le blesser, puis lui administre des chocs électriques afin de faire perler son venin au bout du dard, où le précieux liquide est recueilli.

UNE CHARMANTE DÉCOUVERTE AU LHC

Les physiciens de l'expérience LHCb, une des expériences du LHC, au Cern, viennent d'annoncer la découverte d'une nouvelle particule. Celle-ci appartient à la famille des baryons, composés de trois quarks comme le proton et le neutron. Mais cette nouvelle venue, notée Ξ_{cc}^{++} , est le premier baryon à contenir deux quarks dits lourds, de type « charmé ». Sa masse, égale à 3 621 mégaelectronvolts, est presque quatre fois celle du proton. Ce système exotique permettra d'étudier certains aspects de la chromodynamique quantique, la théorie qui décrit l'interaction forte.

LE DINOSAURE COUVAIT BIEN SES ŒUFS

Dans les années 1920, en Mongolie, on découvrait les ossements d'un dinosaure au même endroit qu'un nid rempli d'œufs. Cette configuration a été à l'origine de la mauvaise réputation de ce « lézard voleur d'œufs », l'oviraptorosaure. Son image a été réhabilitée dans les années 1990 lorsque des oviraptorosaures fossilisés ont été retrouvés étendus sur des œufs contenant des embryons de cette même espèce. Il est donc probable que ce dinosaure bipède de quelques dizaines de kilogrammes, couvert de plumes et muni d'un bec, couvait sa progéniture. Romain Amiot, du Laboratoire de géologie de Lyon, et son équipe franco-chinoise ont élaboré une nouvelle méthode qui confirme ce comportement.

Les chercheurs ont analysé la composition isotopique de l'oxygène, c'est-à-dire le rapport d'abondance entre les isotopes lourd (^{18}O) et léger (^{16}O) contenus dans les carbonates des coquilles et dans les phosphates des os fossilisés d'embryons d'oviraptorosaures mis au jour dans la province du Jiangxi, en Chine, et vieux de 70 millions d'années. Ils se sont fondés sur le fait que le rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dépend de la température à laquelle l'os de

UNE PONTE FOSSILISÉE

Ces œufs d'oviraptorosaure du Crétacé supérieur ont été mis au jour en Chine.



l'embryon se forme. En mesurant ce rapport avec un spectromètre de masse, les chercheurs ont déduit que les œufs étaient maintenus à une température comprise entre 35 et 40 °C. À titre de comparaison, un crocodile enterre ses œufs, qui se développent ainsi à environ 30 °C; une poule couve ses œufs et les garde à 37,5 °C. Les chercheurs ont ainsi confirmé que les oviraptorosaures couvaient effectivement leur progéniture.

Cette technique pourrait être généralisée à d'autres espèces de dinosaures... même s'il est probable que ceux qui pesaient plusieurs tonnes ont adopté une autre méthode! ■

S. B.

R. Amiot et al., *Palaeontology*, en ligne, 28 juin 2017

ASSOCIATION DE MOLÉCULES CONTRE BACTÉRIES

Lors d'une infection, les bactéries pathogènes se fixent sur les cellules cibles grâce à des lectines, des protéines qui se lient aux sucres des membranes cellulaires. Takuya Machida, de l'université de Genève, et ses collègues ont conçu de petites molécules capables de s'autoassembler en présence de ces lectines, et de bloquer à l'aide de sucres leurres l'ensemble des sites de fixation de ces bactéries.

La stratégie qui consiste à inhiber les lectines est à l'étude depuis une dizaine d'années. Ici, les chercheurs ont travaillé sur des lectines de la bactérie *Burkholderia cepacia*, responsable d'infections pulmonaires graves chez des patients immunodéprimés ou atteints de mucoviscidose. Ces lectines présentent six sites de fixation au fucose, le sucre exhibé par la membrane des cellules épithéliales pulmonaires.

Les molécules de l'équipe de Takuya Machida sont constituées d'une unité fucose reliée à deux courts brins d'acide peptidique nucléique (APN), un analogue artificiel, mais plus stable, de l'ADN. Les tests réalisés *in vitro* montrent qu'en présence des lectines, les unités fucoses s'insèrent dans les sites de reconnaissance de la bactérie, et chaque brin d'APN s'apparie avec un brin d'une autre unité, tels deux brins d'ADN. Une structure supramoléculaire s'assemble ainsi sur la protéine bactérienne. Cette structure a une affinité 700 fois supérieure avec ces lectines que le fucose seul, ce qui laisse présager une inhibition efficace de l'adhésion des bactéries. ■

MARTIN TIANO

T. Machida et al., *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 56(24), pp. 6762-6766, 2017

ASTROPHYSIQUE

UN ALIGNEMENT GALACTIQUE PRÉCOCE

Les galaxies qui peuplent l'Univers semblent orientées dans tous les sens. **Du moins en apparence.** Si, au sein des amas galactiques, les galaxies semblent présenter un axe dirigé arbitrairement, ce n'est pas le cas des plus grosses et des plus lumineuses galaxies elliptiques. Celles-ci tendent à avoir leur grand axe aligné avec la distribution de matière de leur voisinage. Cet alignement a été constaté dans des amas proches, donc plutôt « évolués ». Or Michael West, de l'observatoire Lowell, aux États-Unis, et ses collègues l'ont observé à l'aide du télescope spatial *Hubble* dans 65 amas lointains, jusqu'à environ 10 milliards d'années-lumière, ce qui correspond à une période où l'Univers avait seulement un tiers de son âge actuel.

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer cet alignement. Selon l'une d'elles, il résulterait de l'accrétion des petites galaxies par les plus grandes. Les galaxies étant majoritairement réparties selon la direction du filament de matière où se forme l'amas, l'accrétion se produirait de préférence selon cette direction et imprimerait aux grandes galaxies une orientation privilégiée. Un autre scénario



Dans l'amas MACS J0416.1-2403, les galaxies elliptiques semblent alignées avec l'axe de l'amas.

fait intervenir l'attraction gravitationnelle entre les galaxies, qui tendrait à les aligner avec la répartition de matière, c'est-à-dire dans la direction du filament.

En constatant que dans les amas lointains, donc jeunes, les galaxies elliptiques étaient déjà alignées avec leur entourage, Michael West et ses collègues n'apportent pas d'éléments permettant de départager les différents scénarios proposés. Mais leurs observations indiquent que le mécanisme responsable de l'alignement est assez rapide, propriété avec laquelle les théories échafaudées devront être compatibles. ■

É. B.

M. J. West et al., *Nature Astronomy*, vol. 1, article 0157, 2017

BIOLOGIE VÉGÉTALE

L'ÉLIXIR DU VIEUX CHÊNE

Du haut du chêne Napoléon, dans le campus de l'université de Lausanne, 239 ans nous contemplent. Sur place, Philippe Reymond et ses collègues se sont demandé si son génome avait beaucoup changé au fil des ans. Comme les plantes n'ont pas de lignée cellulaire dédiée à la reproduction (les mêmes cellules souches produisent fleurs, racines, branches et feuilles, tout en se renouvelant), on pourrait penser que plus une plante est âgée, plus ses cellules se sont divisées, et donc plus son génome comporte de mutations.

Mais en comparant les génomes de feuilles de vieilles branches basses et d'autres en hauteur, plus jeunes, les biologistes ont constaté que les mutations ponctuelles étaient bien moins nombreuses qu'attendu dans les feuilles hautes, compte tenu du nombre de divisions



Au sommet du chêne Napoléon, les feuilles ne sont pas si différentes de celles des vieilles branches basses...

supplémentaires que leurs cellules avaient dû y subir par rapport à celles des feuilles basses. Le chêne protégerait donc ses cellules souches des mutations. En limitant les divisions de celles destinées à leur renouvellement? Une étude menée en 2016 à l'université de Berne sur l'évolution des cellules souches au sein de deux autres plantes, l'arabette des dames et la tomate, le suggère. ■

M.-N. C.

N. Sarkar et al., *Biorxiv*, en ligne, 13 juin 2017

EN BREF

ÉGALITAIRES, MAIS PAS TROP

En général, les gens tendent à condamner les inégalités économiques et sociales. Alors pourquoi celles-ci persistent-elles ? Xinyue Zhou, de l'université Zhejiang, en Chine, et ses collègues ont montré, à l'aide de jeux économiques, que les participants sont prêts à lutter contre les inégalités entre eux, mais pas à aller jusqu'à inverser la hiérarchie. Cette aversion serait un frein majeur contre les initiatives de redistribution des richesses. Chez les enfants, l'injustice des inégalités est perçue dès quatre ans et le refus de renverser l'ordre apparaît deux ans plus tard.

LE PARFUM DES PÉTUNIAS

Les fleurs diffusent-elles activement les molécules organiques volatiles qui attirent les pollinisateurs ? Il semble que oui : Funmilayo Adebisi, de l'université Purdue, aux États-Unis, et ses collègues ont identifié un gène, *PhABCG1*, qui est exprimé sur les pétales des pétunias lorsque les fleurs émettent le plus de parfum. La protéine codée par ce gène agit comme transporteur des molécules volatiles à travers les membranes cellulaires.

L'ACTIVITÉ PHYSIQUE SUIVIE AU TÉLÉPHONE

L'obésité est en partie liée au manque d'activité physique. Pour mieux comprendre les facteurs en jeu, l'équipe de Jure Leskovec, de l'université Stanford, a suivi l'activité physique de près de 700 000 personnes dans 111 pays grâce à leur téléphone portable et son podomètre. Plus que le nombre national moyen de pas par jour, l'inégalité d'activité physique (le fait que des gens marchent beaucoup et d'autres très peu dans un même pays) détermine mieux la prévalence de l'obésité dans le pays. Les chercheurs montrent aussi que l'accessibilité piétonne des villes est cruciale pour l'activité physique.