

Hydrologie

Sahara : les aquifères se rechargent, mais pas assez

A plusieurs centaines, voire milliers, de mètres sous le Sahara s'étend un gigantesque système aquifère, hérité de périodes humides anciennes. Grand comme presque deux



Les oasis du Sahara puisent dans les eaux souterraines.

fois la France métropolitaine, il contient plus de 30 000 kilomètres cubes d'eau. Il a permis le développement de communautés urbaines et agricoles, mais ces dernières n'épuisent-elles pas l'eau disponible ? Julio Gonçalves, de l'Université d'Aix-Marseille, et ses collègues ont montré que le système se rechargeait, mais pas assez pour compenser les prélèvements.

Les chercheurs ont analysé les variations locales de l'accélération de la pesanteur, mesurées depuis 2002 par le satellite germano-américain GRACE, et

en ont déduit les variations de la masse d'eau souterraine. Ils ont aussi estimé les quantités d'eau qui s'échappent du système aquifère, principalement en raison du pompage pour l'irrigation. Ils ont ainsi montré que les eaux de pluie et de ruissellement lui apportent en moyenne 1,4 kilomètre cube d'eau par an, mais que cette recharge ne représente que 40 pour cent des pertes. Une gestion plus durable de l'eau doit donc être mise en place.

→ G. J.

J. Gonçalves et al., *Geophysical Res. Lett.*, en ligne le 17 avril 2013

Physique

Le sillage fait des vagues

En 1887, le physicien anglais William Thomson, qui se nommera plus tard lord Kelvin, s'intéressa au sillage des bateaux. Les ondes de gravité créées à la surface de l'eau par la coque qui avance s'écartent du bateau en formant un sillage en V, dont l'angle est d'environ 39 degrés. Kelvin montra que cet angle était constant. Mais l'observation de bateaux modernes et rapides révèle un sillage plus étroit. Marc Rabaud et Frédéric Moisy, du Laboratoire FAST à Orsay, ont expliqué pourquoi cet angle change quand la vitesse augmente.

Pour comprendre ce qui se passe à grande vitesse, il faut revenir sur le raisonnement de Kelvin sur les bateaux de l'époque, dont l'allure était modérée. Lorsque le bateau se déplace, il crée des ondes circulaires à la surface de l'eau. L'ensemble de ces ondes forme alors le sillage en V, qui s'écarte vers l'extérieur à une vitesse proportionnelle à celle du



bateau. Par construction géométrique, on trouve que l'angle du V est constant et vaut 38,94 degrés. Il ne dépend ni de la longueur du bateau ni de sa vitesse.

Ce résultat ne semble toutefois pas vrai pour des bateaux rapides. M. Rabaud et F. Moisy ont montré que la formation du sillage change de régime quand le bateau dépasse une vitesse critique. Cette dernière est liée à la longueur du bateau, qui impose la longueur d'onde

et donc la vitesse maximale des ondes que le navire peut créer. Dans ce régime, la vitesse des ondes les plus rapides plafonne à cette valeur critique. Cette limitation fait que le sillage ne peut plus s'étendre latéralement aussi vite que dans le régime de Kelvin à faible allure : il forme alors un cône plus étroit.

→ Sean Bailly

M. Rabaud et F. Moisy, *Physical Review Letters*, vol. 110, 214503, 2013

En bref

Les débuts du vin gaulois

La culture du vin a débuté durant le Néolithique au Proche-Orient. Elle s'est étendue au fur et à mesure vers l'Ouest, autour du bassin méditerranéen. Les fouilles de l'ancien port de Lattara, près de Montpellier, montrent une activité d'importation de vin étrusque vers l'an -500. Ces échanges ont permis le développement d'une production locale vers -400 : c'est ce que confirme l'analyse chimique de résidus sur une presse en calcaire trouvée sur le site, analyse effectuée par une équipe américano-française.

Volcans et hivers irlandais

L'émission volcanique d'aérosols de soufre dans l'atmosphère pourrait réduire la température globale de cette dernière, car les particules diffusent une partie de la lumière solaire. Pour tester cette hypothèse, une équipe internationale a utilisé des chroniques irlandaises qui couvrent la période de 431 à 1649 et qui évoquent 69 hivers rigoureux. Les chercheurs ont noté que 37 hivers rigoureux ont coïncidé avec des éruptions, lesquelles ont été datées par analyse de carottes de glace groenlandaises.

Les TOC neutralisés

Les troubles obsessionnels compulsifs (TOC) toucheraient près de un million de personnes en France. On sait qu'ils sont liés à un manque d'inhibition du striatum (une structure cérébrale impliquée notamment dans les habitudes) par le cortex. Sur des souris présentant des TOC, une équipe internationale a stimulé, par optogénétique (activation par un faisceau lumineux de neurones modifiés génétiquement), les neurones du cortex connectés au striatum : les TOC des animaux ont notablement diminué.

En bref

Marqueurs de virulence

Dans les tumeurs cancéreuses, des gènes exprimés d'ordinaire seulement dans d'autres tissus sont activés. Une équipe franco-américaine s'est servie de ce phénomène pour établir des biomarqueurs de la virulence. Pendant dix ans, les chercheurs ont étudié les gènes exprimés de façon anormale dans les cellules tumorales de près de 300 patients. Quelque 26 d'entre eux étaient associés à des cancers très agressifs. En déterminant quels gènes sont exprimés dans une tumeur, pourrait-on alors pronostiquer sa virulence ?

Lèpre : peu de mutations

L'équipe de Verena Schuene- mann, de l'Université de Tübingen, a séquencé le génome d'échantillons de *Mycobacterium leprae*, la bactérie responsable de la lèpre, provenant de cinq lépreux européens du X^e au XIV^e siècles et de 11 patients actuels dans le monde. La bactérie a peu changé durant ce laps de temps : seules 800 mutations environ se sont produites. Cela suggère que le déclin de la lèpre au XVI^e siècle n'est pas dû à une baisse de virulence du pathogène, mais à l'émergence d'autres maladies, ou à l'amélioration des conditions sociales.



© NASA/Centre Goddard de vol spatial

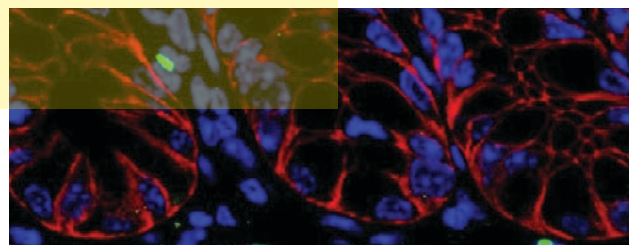
Vue d'artiste d'un « anti-glitch » accompagné d'une forte émission de rayonnement X.

Immunologie

Comment l'organisme cohabite avec sa flore intestinale

L'intestin humain héberge pas moins de 10^{14} bactéries, qui participent à la digestion. Comment le système immunitaire rend-il possible cette cohabitation ? Gregory Sonnenberg, de l'Université de Pennsylvanie, aux États-Unis, et ses collègues ont apporté une réponse en mettant au jour un nouveau mécanisme de tolérance de la flore intestinale, l'ensemble des micro-organismes qui peuplent l'intestin. Chez la souris, ils ont montré qu'une sous-population de cellules immunitaires, des cellules lymphoïdes innées, limite la réaction inflammatoire de l'intestin.

Le système immunitaire intestinal agit en deux étapes. Une première réaction rapide est orchestrée par les cellules immunitaires dites innées. Certaines – les cellules lymphoïdes innées – renforcent la barrière intestinale, tandis que d'autres activent une



Coupe histologique de l'intestin d'une souris observée en microscopie à épifluorescence. Les cellules lymphoïdes innées (en vert) sont rares à côté des cellules qui tapissent le tube digestif (en rouge et bleu).

seconde réaction plus lente et plus spécifique, dite adaptative. Dès la naissance, l'organisme renforce sa barrière intestinale, tandis que, au fil de l'alimentation, la flore intestinale évolue. Un équilibre s'instaure entre cette flore et le système immunitaire de l'intestin.

Pour comprendre comment il est maintenu, les biologistes ont étudié la réponse immunitaire de souris dont ils avaient supprimé

une classe de cellules lymphoïdes innées impliquée dans la réaction aux microbes. Sans infection, les souris ont déclenché une forte réponse adaptative. Ces cellules contribueraient ainsi à l'homéostasie intestinale en limitant le recrutement des cellules de l'immunité adaptative.

→ Marie-Neige Cordonnier

M. R. Hepworth et al., *Nature*, en ligne le 22 mai 2013

Astrophysique

La rotation étonnante d'une étoile à neutrons

Les pulsars sont des étoiles à neutrons qui tournent vite sur elles-mêmes et émettent un signal électromagnétique périodique. Leur vitesse de rotation diminue très lentement, mais peut croître de façon soudaine, ce que l'on nomme un « glitch ». Or des astronomes ont observé un glitch où la vitesse de rotation de l'étoile à neutrons a diminué au lieu d'augmenter.

La structure d'une étoile à neutrons est liée aux conditions extrêmes de pression et de densité qui y règnent (un centimètre cube d'un tel astre pèse un milliard de tonnes !). Dans le modèle le plus général, la croûte est constituée

d'un réseau cristallin très compact de noyaux de fer. Plus en profondeur règne un superfluide (un fluide de viscosité nulle) riche en neutrons, qui pourrait expliquer les glitches. En effet, l'étoile perd de l'énergie via ses émissions électromagnétiques et son vent stellaire. La rotation de la croûte ralentirait donc, tandis que le superfluide garderait sa vitesse initiale de rotation. La contrainte mécanique due à la différence de vitesses de rotation entre les deux couches serait brusquement libérée et produirait le glitch qui accélère la croûte.

À l'aide des données de l'Observatoire spatial *Swift*, Neil

Gehrels, du Centre Goddard de vol spatial de la NASA, et ses collègues ont détecté un « anti-glitch » qui, au contraire, a ralenti l'étoile à neutrons 1E 2259+586, située à 10 000 années-lumière. La période de rotation, qui diminuait d'environ 12 microsecondes par an, a subi un ralentissement soudain de 2,2 microsecondes supplémentaires. Cette découverte oblige les astronomes à reconsidérer les modèles de la structure des étoiles à neutrons et à envisager des mouvements internes régis par le champ magnétique de l'étoile.

→ S. B.

Nature, vol. 497, pp. 591-593, 2013