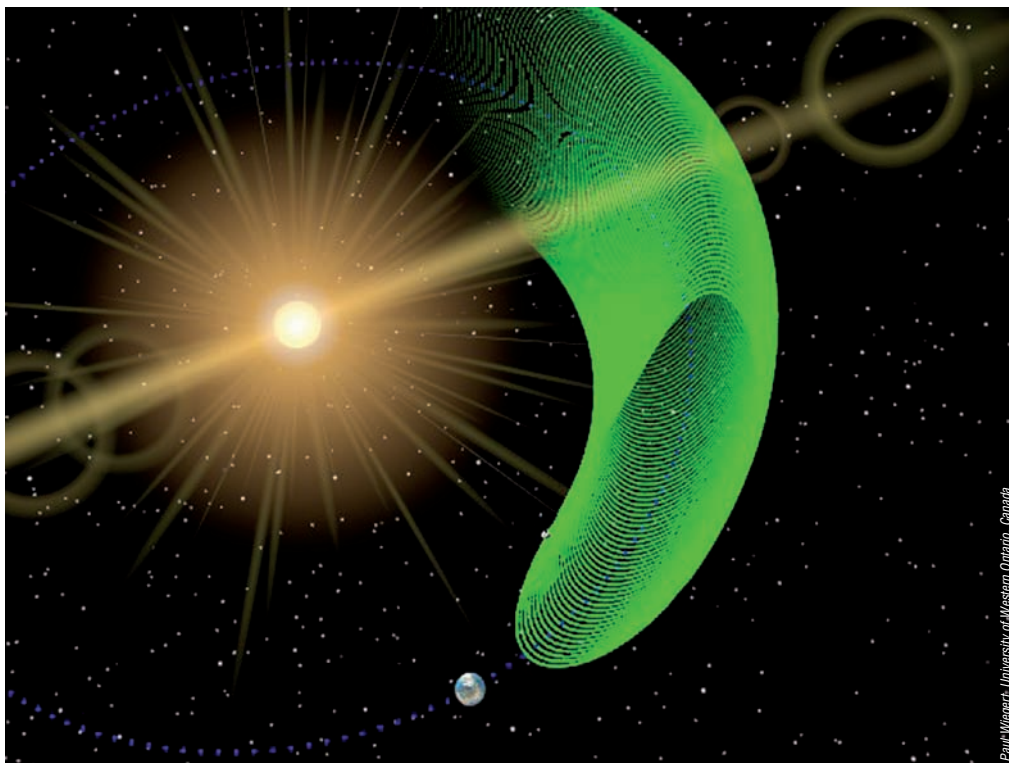


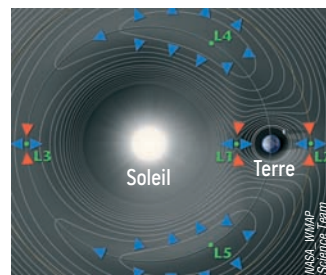
Astronomie

Un nouveau satellite pour la Terre

Le premier satellite troyen de notre planète a été découvert.
Au vu de sa taille et de son éloignement, il ne fera pas d'ombre à la Lune...



Ci-contre, la trajectoire de l'astéroïde troyen 2010 TK7 (disque blanc) durant la prochaine centaine d'années (trajectoire verte), vue dans le repère héliocentrique tournant avec la Terre. Ce satellite est dit troyen, car il est en orbite autour du point de Lagrange L_4 , l'un des cinq points d'équilibre gravitationnel du système Terre-Soleil (ci-dessous). Un corps placé en un tel point tourne autour du Soleil à la même vitesse que la Terre. Seuls les points L_4 et L_5 sont stables, c'est-à-dire qu'un satellite peut rester dans leur voisinage indéfiniment.



Combien de satellites naturels possède la Terre ? Un seul, évidemment : la Lune. Mais la réponse est-elle vraiment aussi simple ? Plusieurs petits corps décrivent en effet des orbites autour du Soleil au même rythme que la Terre et à des distances équivalentes ; ils sont ainsi, en un certain sens, liés à notre planète. L'équipe de Martin Connors, de l'Université d'Athabasca au Canada, vient d'identifier le premier satellite de la Terre de ce type, dit « troyen ».

Les satellites troyens d'une planète parcourent en moyenne la même orbite que celle-ci autour du Soleil, mais sont en retard ou en avance de 60 degrés. Plus précisément, ils se situent près des « points de Lagrange » L_4 et L_5 , des points d'équilibre gravitationnel dans le système formé par la planète et le Soleil. Il existe trois autres

points de Lagrange : L_1 et L_2 , situés respectivement en avant et derrière de la planète sur l'axe qui la relie au Soleil, et L_3 , à l'antipode de l'orbite par rapport au Soleil. Un corps placé en l'un de ces points accompagne la planète au même rythme qu'elle dans sa course autour du Soleil. Les points L_4 et L_5 ont la particularité d'être stables : les satellites situés en ces points suivent ou précèdent constamment leur planète, sans jamais la croiser.

Depuis la découverte du premier satellite troyen de Jupiter, en 1906, on en a découvert pas moins de 4000 autour de Jupiter, deux pour chacune des lunes de Saturne Théty et Dionée, sept autour de Neptune et cinq autour de Mars. Les astronomes n'avaient pas encore déniché de satellites troyens de la Terre. Ils sont très difficiles à détecter, car ils se trouvent constamment dans une direction

apparente très proche du Soleil et sont noyés dans sa luminosité.

En fouillant les données du télescope spatial *Wise*, instrument dédié à la recherche des petits corps, M. Connors et ses collègues ont pourtant trouvé un astéroïde lié au point de Lagrange L_4 . L'objet, nommé provisoirement 2010 TK7, mesure environ 300 mètres de diamètre. Il a pu être détecté parce qu'il décrit une orbite relativement complexe autour de L_4 , s'écartant loin au-dessus et au-dessous du plan de l'orbite terrestre, et donc de l'éclat apparent du Soleil. Il se trouve actuellement à 80 millions de kilomètres de notre planète, et les astronomes ont calculé que, au moins pour les 10 000 prochaines années, il ne s'approchera pas de la Terre à moins de 24 millions de kilomètres.

→ **Philippe Ribeau-Gésippe**

Nature, vol. 475, pp. 481-483, 2011

Biologie animale

Le stress d'être chef



Jeanne Altmann

La position hiérarchique de ce mâle babouin dominant est stressante – plus qu'il n'y paraît.

Les babouins vivent en groupes qui comptent de 10 à 200 individus des deux sexes et de tous âges. Leurs sociétés sont hiérarchisées : un mâle dit alpha domine, fort de l'appui des autres mâles qui reconnaissent son autorité. Les mâles dominants se reproduisent plus et ont un accès prioritaire à la nourriture. On pensait qu'ils étaient donc moins stressés que les mâles de rang inférieur. Ce ne serait pas le cas selon Laurence Gesquiere, de l'Université Princeton, et ses collègues.

Les biologistes ont suivi pendant neuf ans cinq groupes de 125 babouins jaunes (*Papio cynocephalus*), dans le bassin d'Amboseli au Kenya. Ils ont montré que les mâles alpha sécrètent davantage de glucocorticoïdes – des hormones produites en cas de stress – que les mâles bêta (mâles situés juste au-dessous dans la hiérarchie, car ils s'accouplent parfois). Le niveau de stress des mâles alpha est semblable à celui des mâles de plus bas rang, probablement parce que dominer la communauté et se reproduire est aussi coûteux en énergie que de chercher en permanence des ressources, comme le font les mâles de bas rang.

→ **Bénédicte Salthun-Lassalle**

L. R. Gesquiere et al., *Science*, vol. 333, pp. 357-360, 2011

Archéologie

La naissance violente des États au Pérou

Lorsqu'on pense aux peuples qui ont précédé les Européens au Pérou, les Incas, voire les Mochicas, sont les premiers qui viennent à l'esprit. Pourtant, beaucoup les ont précédés. Charles Stanish, de l'Université de Californie à Los Angeles, et sa collègue s'intéressent aux premières proto-cités installées autour du lac Titicaca et ont retracé l'histoire de la région : les conflits armés ont joué un rôle majeur dans le développement des premiers États.

À partir de 1400 avant notre ère, plusieurs groupes de chasseurs-cueilleurs se sédentarisent autour du plan d'eau et établissent les premiers villages. Certains grossissent et deviennent des centres politiques régionaux. Pendant près de 1 000 ans, les conflits sont rares.

Toutefois, à partir de 500 avant notre ère, l'iconographie montre que le paysage politique change : on voit désormais des individus valorisés pour leurs exploits militaires et les premières têtes décapitées en guise de trophées.

À la fin du 1^{er} millénaire avant notre ère, deux grands centres



© Shutterstock/Neale Cousland

Le lac Titicaca, au Sud du Pérou.

politiques dominent la région, Taraco et Pukara. Le dernier finira par diriger seul toute la zone. Comment ? Les fouilles montrent qu'une grande partie des centres résidentiels de Taraco a brûlé à la fin du 1^{er} siècle, entraînant un ralentissement durable de l'activité économique. Or cet incendie n'était pas accidentel. Outre son étendue, on n'a retrouvé aucune trace d'une éventuelle reconstruction. De plus, l'événement a

coïncidé avec l'accession de Pukara au statut de force politique dominante dans la région. De cet épisode, Ch. Stanish conclut que les conflits ont été un facteur important dans l'évolution des États archaïques dans le Nord du lac Titicaca. Cet exemple s'ajoute à ceux déjà documentés de la Mésopotamie, de la Mésopotamie, du Nord du Pérou...

→ **Loïc Mangin**

Ch. Stanish et A. Levine, *PNAS*, en ligne, 2011

En bref

HÉPATITE C : VERS UN VACCIN

Une équipe européenne a conçu une nouvelle stratégie pour un vaccin contre l'hépatite C. Elle a construit des pseudoparticules virales chimériques en greffant sur un rétrovirus de souris, privé de son matériel génétique, des protéines du virus de l'hépatite C. En injectant ces particules à des souris et des macaques, les biologistes ont constaté la production d'anticorps neutralisants, qui peuvent bloquer différents sous-types du virus de l'hépatite C.

ÉMISSIONS DE BARRAGES

Les réservoirs hydroélectriques émettraient six fois moins de gaz à effet de serre qu'on ne le pensait : 48 millions de tonnes de dioxyde de carbone par an. Des chercheurs brésiliens, américains, suédois et canadiens ont comparé les émissions de gaz à effet de serre de 85 réservoirs hydroélectriques répartis sur toute la planète. Ces émissions ne sont pas homogènes : elles décroissent avec l'âge et la latitude des barrages, les plus hauts niveaux étant atteints par les réservoirs de la région amazonienne.

LES EAUX DE MARS

De l'eau liquide sur Mars ? C'est ce que pensent avoir détecté Alfred McEwen, de l'Université de l'Arizona, et ses collègues. Ils ont repéré dans les images de la sonde *Mars Reconnaissance Orbiter*, sur des sites des latitudes moyennes, des centaines de stries sombres qui « s'écoulent » le long des pentes abruptes. Elles sont visibles de la fin du printemps au début de l'automne. Autant de caractéristiques qui évoquent des écoulements d'eau liquide. Reste que, faute d'analyses directes, cette nouvelle détection restera tout aussi hypothétique que les précédentes.

En bref

LES MONTAGNES DE LA LUNE

Pourquoi la face cachée de la Lune est-elle couverte de montagnes alors que la face visible est formée de plaines basses ? À cause d'une collision avec une autre lune, proposent Martin Jutzi et Eric Asphaug, de l'Université de Californie. L'impact entre la Terre et un corps de la taille de Mars qui a formé la Lune aurait aussi créé un autre petit satellite. Les chercheurs ont simulé sa rencontre avec la Lune à peine refroidie : une collision assez lente aurait permis à la matière du second satellite de s'accréter sur l'hémisphère caché de la Lune.

GÉNOME DE CORAIL

Le génome du corail bâtisseur de récif *Acropora digitifera* vient d'être séquencé par les équipes australienne et japonaise de David Miller et Nori Satoh. Les biologistes ont identifié parmi ses quelque 24 000 gènes des marqueurs du mode de vie symbiotique de cet animal. Le corail vit en effet en symbiose avec une algue photosynthétique, nommée zooxanthelle. Par cette association, le corail stimule la photosynthèse de l'algue et celle-ci lui fournit des nutriments, tout en favorisant la formation de son squelette calcaire.



Le faible niveau d'instruction, le tabagisme, l'inactivité physique, la dépression, l'hypertension, l'obésité et le diabète semblent augmenter le risque de développer la maladie d'Alzheimer.

Physiologie

La cicatrisation efficace des dauphins

La blessure était longue de 30 centimètres et profonde de trois centimètres. Pourtant, le dauphin a guéri rapidement sans s'infecter, et ce dans l'eau... Les dauphins cicatrisent étonnamment bien. Selon Michael Zasloff, de l'Université Georgetown près de Washington, cette faculté serait due à des agents antibactériens concentrés dans la couche adipeuse de la peau.

Depuis longtemps, les biologistes marins s'étonnent de la vitesse à laquelle les dauphins guérissent des blessures infligées par les requins. Ces blessures, pourtant exposées à de nombreux pathogènes dans l'eau, ne s'infectent pas. En observant le rétablissement de spécimens de l'espèce *Tursiops truncatus*, M. Zasloff a avancé quelques hypothèses pour expliquer les mécanismes de cicatrisation chez ces animaux.

La peau des mammifères marins est composée d'un mince épiderme, reposant sur le derme et séparé des muscles par une épaisse couche de cellules graisseuses. Cette dernière remplit plusieurs fonctions, telles que l'isolation thermique et la transmission acoustique.

M. Zasloff s'est intéressé à cette couche adipeuse, la seule composante de la peau des dauphins qui diffère de celle des mammifères terrestres. Elle contient des organohalogènes (des composés organiques contenant un atome de fluor, chlore, brome ou iode) dont certains, d'origine naturelle, sont connus



Jour 1



Jour 22



Jour 40

Trevor Hassard

Guérison d'un dauphin gravement blessé par un requin. En 40 jours, la blessure a cicatrisé sans infection.

→ Cécile Fourrage

M. Zasloff, *Journal of Investigative Dermatology*, en ligne, 21 juillet 2011

Neurosciences

Alzheimer : sept facteurs de risque

La maladie d'Alzheimer est une pathologie neurodégénérative qui se caractérise par des troubles de la mémoire et une démence. Dans le monde, 33,9 millions de personnes en souffrent, chiffre qui devrait tripler dans les 40 ans à venir. Bien que certains facteurs génétiques existent, Deborah Barnes et Kristine Yaffe, de l'Université de Californie à San Francisco, ont montré que sept facteurs, la plupart liés au style de vie, sont associés au risque de développer la maladie.

En analysant la littérature scientifique portant sur de nombreux patients atteints, les deux chercheuses ont estimé le nombre

de cas aujourd'hui attribuables à chaque facteur de risque supposé.

Le principal facteur, représentant 19 pour cent des cas, serait le faible niveau d'instruction. L'activité intellectuelle serait en effet un facteur protecteur. Puis viendraient le tabagisme (14 pour cent des cas), l'inactivité physique (13 pour cent des cas), la dépression (11 pour cent), l'hypertension (5 pour cent), et enfin l'obésité et le diabète (2 pour cent chacun). Ensemble, ces sept facteurs de risque participeraient à environ la moitié des cas dans le monde.

En outre, grâce à un modèle mathématique, D. Barnes et K. Yaffe ont calculé le nombre de

cas qui pourraient être évités en diminuant ces facteurs. Une réduction de 25 pour cent éviterait plus de trois millions de cas ; une diminution de seulement 10 pour cent réduirait de 1,1 million le nombre de cas.

Bien sûr, d'autres facteurs de risque peuvent être impliqués, et l'on n'a pas encore prouvé de lien de cause à effet entre ces facteurs et l'apparition de la maladie. Certains facteurs, telles la dépression et l'inactivité physique, peuvent être des conséquences précoces de la maladie et non des causes.

→ B. S.-L.

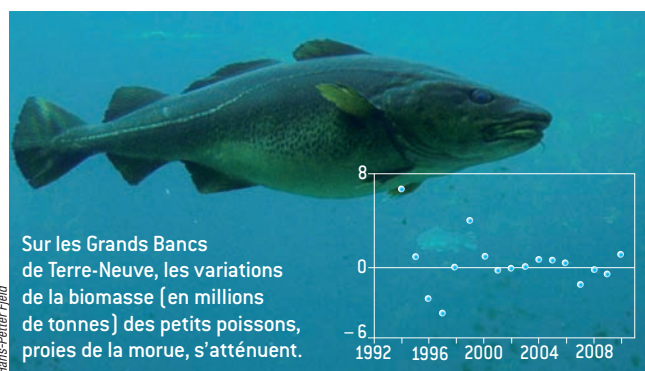
The Lancet Neurology, en ligne, 19 juillet 2011

Écologie

Le retour de la morue ?

Les morues des Grands Bancs de Terre-Neuve reviendraient enfin, annoncent les biologistes de l'Institut Bedford en Nouvelle-Écosse. Au début des années 1990, l'effondrement de leur population jusqu'à moins de cinq pour cent de leur niveau initial a entraîné un moratoire sur la pêche de la morue. Mais 15 ans après, la morue n'était toujours pas revenue. En revanche, les effectifs des grands invertébrés marins et des espèces de poissons planctonivores (lançons du Nord, harengs, capelans...) ont explosé. Sans doute parce que ces organismes étaient les proies des morues. En outre, depuis qu'elles ne sont plus chassées par les morues, ces espèces de faible longévité voient leurs populations osciller saisonnièrement : chaque année, elles augmentent avec la prolifération du zooplancton, puis, une fois celui-ci consommé, elles déclinent très vite. Dans les années 1990, ces oscillations étaient très fortes. Or les biologistes ont remarqué qu'elles s'atténuent d'année en année. La cause probable ? Le renouveau de la prédation par les morues...

→ François Savatier

K. T. Frank et al., *Nature*, en ligne, 27 juillet 2011

Biologie animale

Des mâles obsolètes

Gardez l'essentiel, débarrassez-vous du superflu. Cette injonction est suivie à la lettre par la cochenille australienne *Icerya purchasi*, sauf que chez cet insecte, le superflu, ce sont les mâles ! Cette espèce est haplodiploïde (fécondé, un ovule se développe en femelle ; sinon, en mâle). Or certaines femelles peuvent féconder leurs ovules avec les spermatozoïdes contenus dans un tissu particulier qui a été précédemment laissé par un mâle. Or ce tissu se transmet d'une génération à l'autre, de mère en fille – une sorte d'hermaphrodisme acquis. Ce tissu héréditaire procure un avantage au père, car il féconde à la fois la mère et ses descendantes, ce qui augmente la transmission de ses gènes. Qu'en est-il de la mère ? Andy Gardner, de l'Université d'Oxford, montre que l'hermaphrodisme est aussi avantageux pour la femelle (à l'inverse de ce que l'on pensait auparavant), car elle conserve l'ensemble de ses gènes familiaux au sein de sa lignée. C'est une mauvaise nouvelle pour les mâles, déjà rares, qui sont vraisemblablement condamnés à disparaître...

→ L. M.

A. Gardner et L. Ross, *American Naturalist*, vol. 178, pp. 191-201, 2011

Géophysique

La chaleur radioactive de la Terre chiffrée

Depuis sa formation il y a 4,5 milliards d'années, la Terre évacue peu à peu sa chaleur résiduelle et se refroidit. Néanmoins, de la chaleur continue d'être produite dans ses entrailles, le manteau terrestre en particulier, par la radioactivité d'isotopes instables – principalement l'uranium 238, le thorium 232 et le potassium 40. Quelle part représente aujourd'hui cette radioactivité dans le flux de chaleur relâché vers l'espace ? La collaboration KamLAND, qui regroupe plus de 60 chercheurs japonais et américains autour du détecteur d'antineutrinos *Kamioka*, au Japon, apporte pour la première fois une estimation quelque peu précise de cette contribution calorifique.

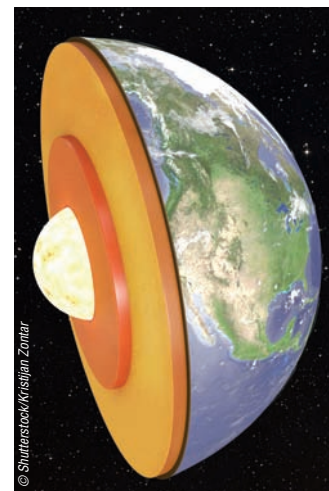
On sait que la Terre évacue vers l'espace une puissance totale de 44,2 térawatts, à 1 térawatt près. La part due à la radioactivité était mal connue, car son calcul nécessitait de faire des hypothèses précises sur la composition interne du globe (proportions des différents éléments et de leurs isotopes, leur répartition spatiale, etc.). Le comptage des neutrinos émis dans les chaînes de désintégrations radioactives est un moyen un peu plus direct et moins théorique de mesurer la chaleur terrestre produite par radioactivité. En effet, les neutrinos interagissent très peu avec la matière et traversent donc la planète de part en part sans pertes ou presque. La difficulté est de les détecter, condition *sine qua non* pour les dénombrer et ainsi évaluer l'énergie totale dégagée par la radioactivité terrestre.

La collaboration KamLAND a utilisé les données du détecteur *Kamioka* recueillies entre 2002 et 2009 (au total environ 110 « géoneutrinos » détectés), ainsi que les mesures effectuées par *Borexino*, un autre détecteur de neutrinos, en Italie. Elle en a déduit que les désintégrations de l'uranium et du

thorium produisent 20 térawatts, à quelque 9 térawatts près. Si l'on ajoute la radioactivité due au potassium 40, dont on sait par ailleurs qu'elle produit 4 térawatts (les neutrinos qu'elle émet sont hors du domaine de sensibilité de *Kamioka* et de *Borexino*), on arrive à un total de 24 térawatts de chaleur radioactive (à 9 térawatts près).

Ces résultats prouvent que la radioactivité ne rend pas compte à elle seule de la chaleur terrestre, et que la Terre n'a pas fini d'évacuer sa chaleur initiale. Ils sont par ailleurs utiles pour affiner les modèles géologiques et géophysiques de l'intérieur de notre planète, mais les scientifiques auraient besoin de résultats plus précis. Cela nécessiterait la mise en place d'autres détecteurs de géoneutrinos en divers endroits du globe.

→ Maurice Mashaal

A. Gando et al. (The KamLAND Collaboration), *Nature Geoscience*, en ligne, 17 juillet 2011

La Terre évacue 44 térawatts, ou 44 000 gigawatts, de chaleur. L'estimation du nombre de neutrinos émis par le globe a permis d'établir que près de la moitié de cette chaleur est due à la radioactivité naturelle, principalement de l'uranium 238, du thorium 232 et du potassium 40 contenus dans le manteau et la croûte terrestres.

Évolution

L'origine des tortues

Les tortues sont-elles plus proches des crocodiles ou des lézards ? La question restait en suspens. Une analyse génétique effectuée par Tyler Lyson, de l'Université Yale à New Haven, et ses collègues indique qu'elles sont de lointaines cousines des lézards.

Les paléobiologistes ont étudié dans le génome des tortues et des lézards les microARN, des molécules qui modulent l'expression des gènes. Les microARN se développent assez vite chez une espèce au cours du temps, mais, une fois présents, ils demeurent presque inchangés. Ils fournissent ainsi une carte moléculaire qui permet de retracer l'évolution d'une espèce. Les chercheurs ont trouvé 77 nouveaux microARN chez les lézards, dont quatre existent chez les tortues, mais chez aucune autre espèce ; preuve que les tortues sont proches des lézards sur l'arbre de l'évolution.

→ B. S.-L.

T. Lyson et al., *Biology Letters*, en ligne, 20 juillet 2011



La tortue serait plus proche du lézard que du crocodile sur l'arbre de l'évolution.

© Shutterstock/Matthew W Keate

Éthologie

Les lions et la pleine lune

En Tanzanie, avant de flâner le soir dans la savane, mieux vaut consulter ses éphémérides : selon les phases de la lune, les risques de finir au dîner d'un lion varient dans un rapport de un à quatre ! Craig Packer, de l'Université du Minnesota, a étudié quelque 500 attaques qui ont eu lieu entre 1988 et 2009 et les a comparées au calendrier lunaire. Précisons que la plupart des assauts ont eu lieu quand les humains sont les plus actifs, entre le crépuscule et 22 heures.

Les lions attrapent plus facilement leurs proies bipèdes les nuits qui suivent la pleine lune. Pour quelles raisons ? Lors de la lune ascendante, notre satellite éclaire le ciel avant que le Soleil ne soit couché. Ainsi, l'obscurité n'est jamais totale. En revanche, après la pleine lune, l'astre se lève après la tombée de la nuit. Les félins profitent alors de quelques heures sans lumière pour chasser les villageois. Ils les attaquent d'autant plus qu'ils attrapent moins de proies quadrupèdes lors des nuits claires. Les lions sont donc particulièrement en appétit après la pleine lune !

→ L. M.

C. Packer et al., *PloS ONE*, vol. 6(7), e22285, 2011

Neurobiologie

Une hypophyse organisée

Nichée dans une cavité osseuse, à la base du cerveau, pend une glande : l'hypophyse, reliée à l'hypothalamus par la tige pituitaire. Cette glande produit de nombreuses hormones qui contrôlent, en stimulant d'autres glandes, diverses fonctions telles que la croissance, la lactation, l'ovulation...

On pensait que l'hypophyse était une mosaïque aléatoire de cellules productrices d'hormones. Les travaux conjoints de l'équipe de Jacques Drouin, de l'Institut de recherches cliniques de Montréal, et de celle de Patrice Mollard, du Département d'endocrinologie de l'Institut de génomique fonctionnelle (CNRS UMR 5203, INSERM U661, Universités de Montpellier 1 et 2), ont montré qu'en fait, cet organe est très organisé.

Les chercheurs se sont intéressés à la partie antérieure de l'hypophyse, l'antéhypophyse, qui produit cinq types d'hormones. À l'aide de techniques d'imagerie en trois dimensions, ils ont suivi deux catégories de cellules (occupant chacune environ dix pour cent de la glande). D'une part, celles qui produisent des hormones corticotropes (elles ont pour cibles les glandes surrénales), telle l'ACTH ; d'autre part, celles qui fabriquent les hormones gonadotropes (dont

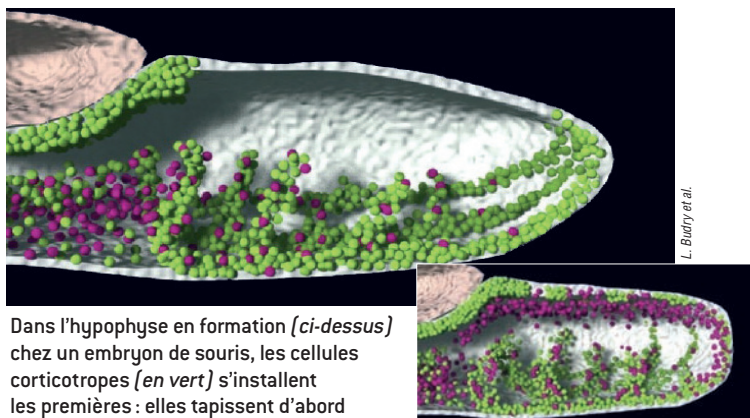
les cibles sont les glandes sexuelles), notamment la LH et la FSH. La mise en place de ces cellules suit un scénario bien précis.

Les cellules corticotropes apparaissent sur la surface ventrale de l'hypophyse, puis s'agencent en digitations qui s'étendent vers l'intérieur, l'ensemble ressemblant un peu à un peigne. Au final, les cellules s'installent loin des microvaisseaux sanguins de la glande (par où seront libérées les hormones) : elles établissent des contacts avec ces capillaires grâce à des prolongements de leur cytoplasme.

Les cellules gonadotropes se différencient plus tard et remplissent les espaces entre les cellules corticotropes et les vaisseaux sanguins. Des expériences ont révélé que le développement des cellules gonadotropes n'a lieu qu'après la mise en place des cellules corticotropes et en contact intime avec ces dernières. Lorsque l'hypophyse est formée, chaque catégorie de cellules est organisée en un réseau continu : cette structure où les cellules d'un même type sont en contact favorise très certainement leur fonctionnement. Ces résultats obligent déjà à revoir nos connaissances sur la biologie de cet organe.

→ L. M.

L. Budry et al., *PNAS*, vol. 108, pp. 12515-12520, 2011



Dans l'hypophyse en formation (ci-dessus) chez un embryon de souris, les cellules corticotropes (en vert) s'installent les premières : elles tapissent d'abord la face ventrale de l'organe, puis élaborent des protubérances en forme de doigts [on parle de digitations]. Viennent ensuite les cellules gonadotropes (en violet) qui, chez l'adulte (à droite), s'organisent au contact des cellules corticotropes.

L. Budry et al.

Paléontologie humaine

Néandertaliens submergés par *Homo sapiens*

Bientôt sept milliards d'hommes sur Terre. *Homo sapiens* continue à se multiplier et le fera, semble-t-il, jusqu'aux limites de la planète. Les travaux de Paul Mellars et Jennifer French, de l'Université de Cambridge en Grande-Bretagne, suggèrent que cette tendance à la prolifération existait déjà lorsque les hommes modernes ont remplacé les Néandertaliens d'Eurasie, entre 40 000 et 30 000 ans avant notre ère.

En Europe occidentale, trois cultures ont coexisté et se sont succédé durant la transition Néandertaliens-*Homo sapiens* : celles du Moustérien de tradition acheuléenne (~300 000 à ~30 000 ans) et du Châtelperronien (~38 000 à ~32 000 ans), attribuées aux Néandertaliens ; et celle de l'Aurignacien (~37 000 à ~28 000 ans), attribuée à l'homme moderne.

Les deux chercheurs ont voulu mesurer l'évolution de ces populations au cours de la transition dans un carré de 75 000 kilomètres carrés centré sur la Dordogne. Ils ont estimé les nombres d'abris sous roches et de stations en plein air, ainsi que l'intensité d'occupation des sites. Alors que les Néandertaliens n'ont habité qu'une soixantaine de sites, les hommes

modernes de culture aurignacienne qui leur succèdent en ont occupé 150. Par ailleurs, les Néandertaliens occupaient sur chaque site 100 à 250 mètres carrés, contre 500 à 600 mètres carrés pour les Aurignaciens. Déduites des nombres d'os animaux retrouvés dans chaque mètre carré de strate correspondant à un millénaire, les masses moyennes de viandes consommées avaient par ailleurs été multipliées par 1,8 à l'époque aurignacienne ; il en est de même pour le nombre moyen d'outils lithiques utilisés.

Ainsi, l'augmentation de la surface des sites suggère que la population de chaque site a doublé ou triplé lors de la transition. Le nombre de sites documentés a été multiplié par environ 2,5, et l'intensité d'occupation par un facteur 1,8. Par conséquent, les Aurignaciens auraient été environ dix fois (entre $2 \times 2,5 \times 1,8$ et $3 \times 2,5 \times 1,8$) plus nombreux que leurs prédécesseurs néandertaliens. La transition entre Néandertaliens et hommes modernes a d'abord été une transition démographique...

→ F. S.

P. Mellars et J. C. French, *Science*, vol. 333, pp. 623-627, 2011

En bref

ÉPIDERME ÉLECTRONIQUE

Dae-Hyeong Kim, de l'Université de l'Illinois, et ses collègues aux États-Unis, à Singapour et en Chine, ont mis au point des membranes électroniques ultramincées qui adhèrent à la peau grâce aux seules forces de Van der Waals. Ces films de polymère épais de 30 micromètres peuvent intégrer des composants variés : capteurs (mécaniques, électrophysiologiques, de température, etc.), des transistors, des diodes électroluminescentes, des cellules photovoltaïques, etc. Souples, ils épousent parfaitement le relief de la peau, sans aucune gêne pour le porteur. À la clef : des dispositifs de surveillance médicale et, plus généralement, les interfaces homme-machine.



LES {Partagez les savoirs} RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur www.jardindesplantes.net, dans "l'agenda du jardin"

COURS PUBLICS

Cycle « Histoire de la chimie » par B. Bodo, Ch. Lehman, D. Fauque
Jeudi 15 septembre – 18h : La Chimie au Jardin du Roy et au Muséum, une histoire naturelle

Jeudi 22 septembre – 18h : Les cours de chimie en France au siècle des Lumières

Jeudi 29 septembre – 18h : De l'analyse à la synthèse : l'essor de la chimie organique au XIX^e siècle et ses principaux apports à la société

Grand Auditorium du Muséum
57 rue Cuvier, Paris 5^e – Métro : Jussieu

UN CHERCHEUR/UN LIVRE

Spéciale Journées du patrimoine
Dimanche 18 septembre – 15h : conférence-dédicace par Françoise Serre et Manuel Cohen : Les statues du Jardin des Plantes - Éd. du Muséum.

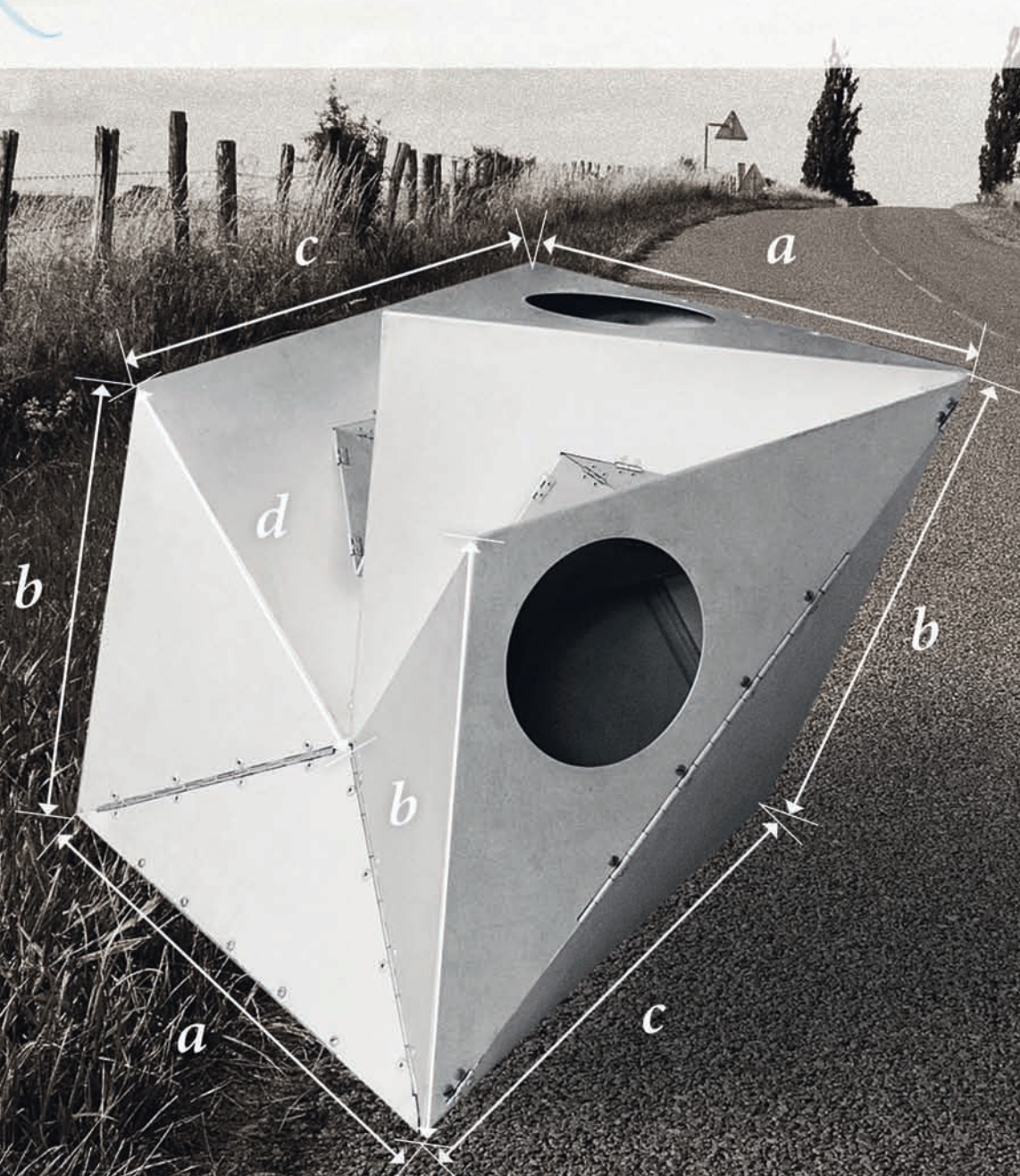
FILMS

Rétrospective Jean Painlevé « Le cinéma au cœur du vivant »
Auteur de plus de 200 films issus tant de la recherche scientifique que de l'esprit rebelle de l'avant-garde, Jean Painlevé a consacré sa vie à une radiographie luxuriante et joyeuse de l'infiniment petit.

Lundi 19 septembre – 18h
Samedi 24 septembre – 15h30
Lundi 26 septembre – 18h

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution
36 rue Geoffroy Saint-Hilaire, Paris 5^e
Métro : Gare d'Austerlitz - Jussieu





LE TOUR DE FRANCE

DU 26 SEPTEMBRE 2011
AU 30 JUIN 2012

DES

DÉCHIFFREURS

VOYAGE EN MATHÉMATIQUES

LYON / MARSEILLE / MONTPELLIER / STRASBOURG / NANCY / RENNES / ORLÉANS / MAUBEUGE /
JEUMONT / VALENCIENNES / DOUAI / ROUBAIX / CASSEL / ARMENTIÈRES / LILLE / BORDEAUX / PAU / TOULOUSE

Paléontologie humaine

Un petit pas pour l'humanité



Empreintes fossilisées à Laetoli, en Tanzanie.

Depuis combien de temps le pied humain est-il doté de ses caractéristiques (voûte plantaire, appui avec l'avant du pied et surtout le gros orteil...) ? L'étude d'empreintes de pied figées dans la cendre cimentée à Laetoli, en Tanzanie, avait fourni une date : au plus deux millions d'années, aux débuts du genre *Homo*. Les travaux de Robin Crompton, de l'Université de Liverpool, en Grande-Bretagne, et de ses collègues (dont ceux à qui l'on doit la première datation) ont réévalué cette estimation à 3,7 millions d'années. Les 11 empreintes, analysées à l'aide de techniques issues de l'imagerie cérébrale, seraient celles d'un *Australopithecus afarensis*, l'espèce dont fait partie Lucy.

→ L. M.

R. Crompton et al., *J. R. Soc. Interface*, prépublication en ligne, 2011

Neurosciences

Grosse tête pour vieux singes

Chez l'homme âgé, le volume de certaines régions du cerveau diminue. Mais on ignore si c'est le cas chez d'autres espèces. Des anthropologues, des neurobiologistes et des primatologues américains ont mesuré, en imagerie par résonance magnétique, le volume du cerveau de 69 chimpanzés âgés de 10 à 51 ans, et l'ont comparé à celui de 87 hommes adultes âgés de 22 à 88 ans. Ils ont notamment examiné la taille du néocortex (la couche la plus externe du cerveau), du lobe frontal et de l'hippocampe.

Si ces structures diminuent avec l'âge chez l'homme, elles conservent le même volume chez les chimpanzés. Toutefois, lorsque les chercheurs ont réduit l'échantillon humain pour avoir une durée de vie équivalente à celle des chimpanzés, ils n'ont plus observé d'atrophie des structures cérébrales chez l'homme. Cette différence d'évolution cérébrale serait liée à la différence de longévité entre les deux espèces, et la diminution de volume cérébral n'interviendrait chez les êtres humains que dans la tranche de vie gagnée par rapport aux chimpanzés.

→ B. S.-L.

C. C. Sherwood et al., *PNAS*, en ligne, 25 juillet 2011

Géophysique

Des diamants vieux comme la tectonique

Il y a 4,5 milliards d'années, la Terre se forme. Très vite, le feu qui couve à l'intérieur met le manteau en mouvement et la planète se couvre d'une croûte, qui accueille dans ses creux de l'eau où naît la vie. Mais les océans ne datent pas de plus de trois milliards d'années : Steven Shirey, de la *Carnegie Institution* de Washington, et Stephen Richardson, de l'Université du Cap, ont montré que c'est à cette époque que s'enclenchent les cycles de Wilson, terme qui désigne le ballet des continents à la surface de la Terre sous l'influence de la convection sous-jacente.

Ces mouvements de convection fragmentent les continents, les dispersent, puis les rassemblent en un supercontinent, avant de recommencer. Comme ce processus dure 400 à 600 millions d'années, on pensait que 8 à 12 cycles de Wilson s'étaient succédés en 4,5 milliards d'années.

En fait, il y en aurait eu moins, cinq ou six. S. Shirey et S. Richardson ont étudié les datations de 4000 inclusions au sein de diamants provenant de cratons hérités de cinq anciens continents. Les cratons sont de très anciens fragments épais de croûte continentale, qui ont la particularité d'être prolongés par des « quilles » plongeant jusqu'à 200 kilomètres. Là, la pression est assez élevée pour que se forment des diamants. Transportés en surface par le volcanisme, ces diamants y apportent des inclusions minérales anciennes.

Celles-ci sont formées soit de péridotite, la roche mantellique de base, soit d'éclogite, roche créée lors de la plongée (subduction) d'une plaque océanique dans le manteau, donc au cours d'un cycle de Wilson. Les chercheurs ont constaté qu'au-delà d'un âge de 3,2 milliards d'années, toutes les inclusions sont formées de péridotites. Explication la plus simple : la première subduction s'est produite il y a 3,2 milliards d'années au plus. Ce serait l'âge de la tectonique.

→ F. S.

Science, vol. 333, pp. 434-436, 2011



Stephen H. Richardson, Université du Cap

Cette inclusion de péridotite dans un diamant de deux millimètres de diamètre provenant du craton d'Udachnaya, en Sibérie, a probablement été conservée pendant plusieurs milliards d'années.

DERNIÈRE minute ...

LES SAVANES-FORÊTS DE NOS ORIGINES

Nos ancêtres sont-ils devenus bipèdes parce qu'ils ont investi la savane ? Cerling Thure, de l'Université de l'Utah, a un élément de réponse à cette question. À partir de clichés satellitaires, son équipe a relié l'intensité lumineuse reçue par un sol au rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Elle en a déduit que plus des deux tiers des sols ayant livré des fossiles humains étaient peu arborés (les arbres

couvrant moins de 40 pour cent de la surface) au cours des six derniers millions d'années.

TRANSPORT SUR RÉSEAU IRRÉGULIER

Izaak Neri et deux collègues, à l'Université Montpellier 2, ont montré sur un modèle de trafic qu'un réseau irrégulier, où le nombre de routes qui se croisent dans une jonction est aléatoire, conduit à des routes soit à forte densité de cir-

culatation, soit à faible circulation. Dans un réseau régulier, en revanche, le trafic est uniformément dense. Des résultats surprenants, utiles par exemple à l'étude du trafic routier ou à celle du transport des protéines au sein d'une cellule.



Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LA LUMIÈRE ACTIVE DES GÈNES

Depuis une dizaine d'années, une nouvelle technique, l'optogénétique, associe les outils de l'optique et de la génétique pour contrôler l'activité électrique de neurones *in vivo*. On insère dans des cellules cérébrales de souris le gène codant une opsine, un canal ionique activé par la lumière, de sorte que l'opsine y est synthétisée. Sous l'effet de la lumière, le canal opsine s'ouvre et laisse entrer des ions dans les neurones, ce qui modifie leur activité électrique (voir *Les neurones sous l'emprise de la lumière*, *Pour la Science*, mars 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer401). Haifeng Ye, à Bâle en Suisse, et ses collègues suisses et français étendent la technique à n'importe quelle cellule en utilisant une protéine de l'œil, la mélanopsine, qui s'ouvre quand une lumière bleue l'éclaire (*Science*, juin 2011). Dans la cellule, ce canal laisse entrer des ions calcium, qui provoquent une cascade de signalisation aboutissant à la production d'un facteur nommé NFAT. Les biologistes ont introduit le gène codant la mélanopsine dans des cellules en culture, ainsi qu'un autre gène, inséré de façon à pouvoir être activé par NFAT. Les gènes étudiés sont ceux de la glycoprotéine SEAP humaine et d'une autre protéine, shGLP-1, qui régulent la glycémie, la concentration de sucre dans le sang. Ainsi, chaque gène était contrôlé par la mélanopsine, *via* le facteur NFAT. Les biologistes ont greffé de telles cellules modifiées à des souris diabétiques, sous la peau ou dans l'abdomen avec une fibre optique délivrant de la lumière bleue. En éclairant réguliè-



Une lumière bleue éclaire des souris : les cellules greffées produisent alors des molécules de régulation de la glycémie.

→ L'HOMME A-T-IL UNE BOUSSOLE NATURELLE ?

Certains animaux, par exemple les tortues marines, perçoivent le champ magnétique terrestre et l'exploitent pour s'orienter. Si l'on ignore en grande partie comment ils font, on sait que ces animaux ont, dans des structures particulières, des nanocristaux de magnétite dont l'organisation dépend du champ magnétique. Et la lumière interviendrait aussi chez des espèces migratoires : en étant captée par une protéine particulière de l'œil, le cryptochrome, la lumière engendrerait des réactions chimiques intervenant dans la sensibilité magnétique (voir *Des boussoles chez les animaux*, *Pour la Science*, octobre 2006, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer348). Qu'en est-il chez l'homme ? La protéine cryptochrome 2 existe dans la rétine humaine. Pour tester si cette molécule engendre une sensibilité magnétique dépendant de la lumière, Lauren Foley, de l'Université du Massachusetts aux États-Unis, et ses collègues ont créé des mouches (*drosophiles*) transgéniques ne possédant pas leur cryptochrome (qui leur permet de s'orienter avec le champ magnétique), mais exprimant la protéine humaine. Les mouches restent sensibles au champ magnétique et l'utilisent pour s'orienter, preuve que la protéine humaine confère une sensibilité, faible cependant, au champ magnétique. Reste à savoir si l'homme l'utilise...

rement les souris pendant 48 heures (*voir la photo*), les scientifiques ont constaté une amélioration de leur glycémie après l'injection de sucre. Preuve que les protéines de régulation ont été produites sous l'effet de la lumière bleue.

→ NOUVEAUX REGARDS SUR LE MÉGASÉISME JAPONAIS

En mars dernier, le quatrième plus grand séisme jamais enregistré, au Nord-Est du Japon, provoque un raz de marée gigantesque atteignant 20 mètres de haut à certains endroits. Les conséquences : plus de 20 000 victimes et un désastre nucléaire. Personne ne s'attendait à un séisme de magnitude 9 dans cette région du Japon. Si l'on n'a pas pu prévoir un tel séisme, on en tire aujourd'hui des leçons (voir *Le mégaséisme de subduction du Japon*, *Pour la Science*, mai 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer403). Notamment, trois groupes de chercheurs, principalement japonais et américains, apportent un éclairage scientifique sur ces rares mégaséismes (*Science*, juin 2011). Chacun utilise des méthodes différentes, mais les résultats sont cohérents. D'une part, une zone de très fort mouvement sur le plan de faille est iden-

tifiée en mer, près de la fosse du Japon. Une équipe japonaise présente des mesures de déplacement du fond de la mer qui atteignent 24 mètres horizontalement et trois mètres verticalement, quatre fois plus que ce qui a été mesuré sur la côte. Il s'agit des premières mesures de ce type jamais réalisées en mer. Les calculs effectués par l'équipe du Caltech à partir du GPS terrestre et des enregistrements du tsunami indiquent un mouvement sur la faille dépassant 50 mètres à certains endroits, ce qui est un record. Cependant, il reste possible que la partie Sud du plan de faille joue à nouveau. La troisième étude reconstitue l'histoire de la rupture en s'appuyant sur le dense réseau de sismomètres et d'accéléromètres installé au Japon. La rupture s'est effectuée en plusieurs étapes : elle s'est développée d'abord en profondeur, s'est élargie près de la fosse jusqu'à 60-70 secondes, puis ne s'est poursuivie qu'en profondeur au-delà de 100 secondes. Ces deux dernières études concluent que les ondes sismiques de haute fréquence, à l'origine des secousses ressenties à terre, proviennent de la partie profonde du plan de faille, et non de la zone de déplacement maximal. Cette zone proche de la fosse est à l'origine du tsunami, mais reste relativement silencieuse, ce qui peut poser problème pour une alerte précoce.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

soit **4 € seulement par numéro** au lieu de 5,20 €

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.