

Entomologie médicale

Des moustiques génétiquement modifiés contre la dengue ?

Aux îles Caïmans, des moustiques modifiés ont été lâchés dans le cadre d'un essai de terrain inédit – et controversé – visant à lutter contre le vecteur de la dengue.



Le virus de la dengue est transmis par les piqûres de moustiques femelles, principalement de l'espèce *Aedes aegypti* (ci-dessus). Le lâcher de mâles génétiquement modifiés de façon à ne pas avoir de descendance viable est une méthode envisagée pour réduire les populations du moustique et empêcher ainsi la propagation de la dengue.

La dengue est une infection virale aux symptômes grippaux qui touche plusieurs dizaines de millions de personnes chaque année dans le monde. Certaines formes hémorragiques sont graves et parfois fatales. Il n'existe encore ni vaccin ni traitement spécifique de cette maladie transmise par les piqûres de moustiques, principalement de l'espèce *Aedes aegypti*. La lutte contre ce vecteur est donc l'une des priorités des autorités de santé dans de nombreux pays tropicaux.

Luke Alphey, zoologiste à l'Université d'Oxford et créateur de l'entreprise de biotechnologie Oxitec, a conduit avec huit collègues un essai de terrain qui suscite à la fois espoirs et réserves : sur l'île de Grand Caïman, un territoire britannique des Caraïbes, ces chercheurs ont procédé en 2009 à des lâchers de moustiques mâles génétiquement modifiés, une méthode envisagée

pour diminuer les populations du moustique *Aedes aegypti*. Avec des résultats encourageants, selon eux.

Des moustiques ont été élevés en laboratoire et génétiquement modifiés de façon à ce qu'ils aient besoin d'un apport régulier de tétracycline, un antibiotique commun, pour survivre. L'idée sous-jacente est que, lâchés dans la nature, des mâles adultes ainsi modifiés s'accoupleraient avec des femelles et produiraient une descendance qui, privée de tétracycline, ne parviendrait pas à l'âge adulte. Alors, à condition que ces mâles modifiés soient des rivaux efficaces des mâles sauvages, la population de moustiques diminuerait rapidement.

L. Alphey et ses collègues ont d'abord effectué des tests en laboratoire, qui ont indiqué que les moustiques mâles génétiquement modifiés sont aussi compétitifs que les autres pour se reproduire, et que la mortalité de leur progéni-

ture dépasse les 95 pour cent avant l'âge adulte.

Les biologistes ont ensuite lâché en quatre semaines près de 19000 mâles modifiés sur un site de dix hectares de Grand Caïman. Le suivi des populations et des pontes, réalisé par échantillonnages, a montré que les mâles relâchés représentaient environ 16 pour cent de l'ensemble des mâles présents en ce site durant cette période, et que près de dix pour cent des larves écloses à la suite des lâchers descendaient des mâles introduits.

L. Alphey et ses collègues en concluent que les moustiques modifiés se reproduisent suffisamment sur le terrain pour que l'on envisage de tels lâchers afin d'éradiquer une population de *Aedes aegypti*. Toutefois, Vincent Corbel, entomologiste médical à l'IRD, est très sceptique sur le rapport coût-efficacité de telles opérations. Il précise qu'une éradication nécessiterait des lâchers massifs, fréquents et simultanés en de nombreux endroits pour assurer la diffusion du gène d'intérêt dans la population ciblée.

Cette méthode de contrôle s'apparente aux lâchers de mâles rendus stériles par irradiation, technique appliquée avec succès depuis plusieurs décennies à certains insectes nuisibles, tels que la lucilie bouchère et la mouche méditerranéenne des fruits. Mais l'irradiation fragilise les moustiques mâles, dont la compétitivité devient insuffisante. La méthode des mâles génétiquement modifiés pallie cet inconvénient, mais en présente d'autres. Notamment ceux d'être plus complexe et d'introduire un nouveau gène dans la nature.

➔ Maurice Mashaal

Nature Biotechnology, en ligne, 30 octobre 2011

Toxicologie

Imprévisibles polluants hormonaux



© Shutterstock/Audi Dea Cruz

Les perturbateurs endocriniens, substances qui modifient l'activité des hormones, sont rarement isolés dans l'environnement. Peut-on prévoir leurs effets combinés ? Non, ont montré Eunah Chung, de la Faculté de médecine Harvard, aux États-Unis, et ses collègues en étudiant sur le poisson zèbre l'effet du bisphénol A, un additif des plastiques (bientôt interdit en France), et du triclocarban, agent antibactérien utilisé dans les savons.

Seul, le bisphénol A imite les estrogènes (hormones féminines). Comme elles, il stimule fortement chez ces poissons l'expression de l'aromatase B céré-

brale, enzyme qui convertit la testostérone (hormone masculine) en estrogène. Le triclocarban a, lui, peu d'effet sur l'expression de l'aromatase B quand il est seul, mais l'augmente beaucoup en présence d'estrogènes. A-t-il le même effet en présence de bisphénol A ? Contre toute attente, non : le triclocarban inhibe l'effet du bisphénol A sur l'aromatase.

Cette étude montre que l'incidence de mélanges simples est imprévisible. Il faut donc étudier les mélanges au cas par cas, et en tenir compte dans la législation.

→ Marie-Neige Cordonnier

E. Chung et al., PNAS, en ligne, 17 octobre 2011

En bref

LE RÉSEAU PAR DÉFAUT

Quand on recherche un objet autour de soi, plusieurs régions cérébrales s'activent, d'autres s'éteignent : ces dernières forment le réseau par défaut. S'activent-elles quand le cerveau n'a rien à faire ? Des neurobiologistes lyonnais ont mesuré l'activité de ce réseau à la milliseconde près : il fonctionne en permanence quand les ressources attentionnelles ne sont pas utilisées pour l'analyse de l'environnement. Il serait associé à des phénomènes mentaux plus intimes, telles l'imagination et la pensée.

DES GLACES DANS LE DISQUE

L'eau aurait été apportée sur la Terre primitive par des comètes glacées venues des marges du Système solaire. Une nouvelle observation va dans ce sens : le télescope spatial infrarouge *Herschel* a révélé la présence d'une quantité de glace d'eau équivalente à plusieurs milliers de fois les océans terrestres dans la périphérie du disque protoplanétaire de l'étoile TW Hydrae, âgée de dix millions d'années. Or c'est dans cette région que les comètes se forment.

ISOPRÈNE CIRCADIEN

De nombreux végétaux produisent de l'isoprène, qui les protège des stress environnementaux. Libéré dans l'atmosphère, ce gaz conduit à la formation d'ozone de surface. En mesurant les flux d'isoprène dans une forêt tropicale et une plantation de palmiers à huile de Malaisie, des chercheurs ont remarqué que ces émissions suivaient un rythme circadien. En tenant compte de ce facteur, les modèles de prédiction de l'ozone de surface s'accordent mieux avec les mesures de terrain.

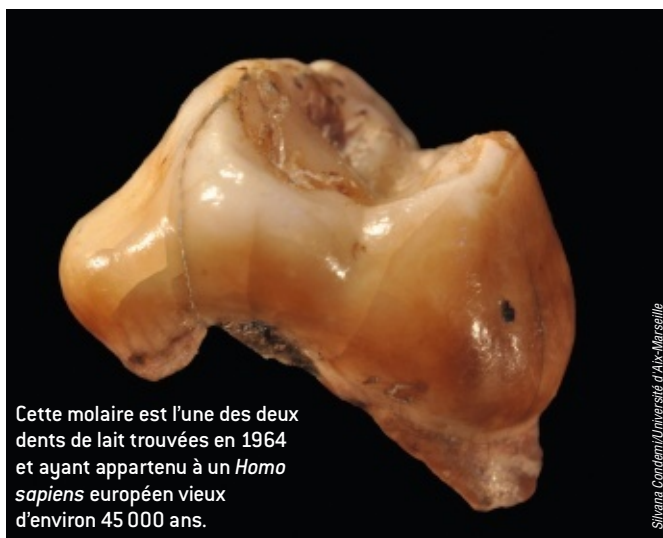
Paléontologie humaine

Dans les Pouilles, les plus vieux Européens

Une collaboration européenne, à laquelle participent des équipes des Universités d'Aix-Marseille et de Bordeaux, a montré que deux dents de lait fossiles trouvées en 1964 dans les Pouilles, en Italie, appartiennent à *Homo sapiens*. La découverte renseigne sur la transition Néandertaliens-*Homo sapiens*, mal définie sur le plan chronologique par manque de datations fiables.

En ce qui concerne les cultures matérielles, cette période correspond au remplacement progressif en Europe des industries lithiques typiquement néandertaliennes du Moustérien (il y a entre 300 000 et 30 000 ans) par de nouvelles industries, que l'on hésite à attribuer aux Néandertaliens plutôt qu'aux *Homo sapiens*. En Europe centrale, il s'agit par exemple du Széletien (entre 50 000 et 35 000 ans), en Italie de l'Uluzzien (entre 37 000 et 33 000 ans), en France du Châtelperronien (entre 38 000 et 32 000 ans).

Le réexamen de deux molaires réputées néandertaliennes trouvées en 1964 dans la Grotta del Cavallo,



Cette molaire est l'une des deux dents de lait trouvées en 1964 et ayant appartenu à un *Homo sapiens* européen vieux d'environ 45 000 ans.

Silvana Condemi/Université d'Aix-Marseille

à Uluzzo dans les Pouilles, clarifie le cas de l'Uluzzien. Après avoir comparé la forme et la structure de ces dents à celles de Néandertaliens et d'hommes modernes, les chercheurs concluent qu'il s'agit de dents de lait de *Homo sapiens*. Les datations au carbone 14 de huit perles en coquillage trouvées dans les mêmes strates que les dents situent leurs âges entre 44 000 et

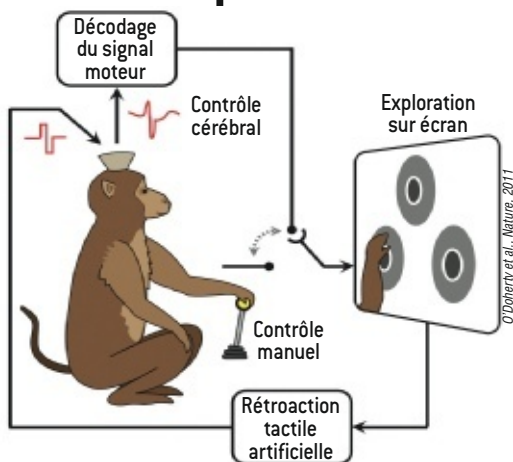
45 000 ans. En outre, il n'y a pas de continuité entre les couches moustériennes et les couches uluzziennes de la Grotta del Cavallo, car elles sont séparées par des couches de cendres volcaniques stériles. Les porteurs de l'Uluzzien étaient manifestement des hommes modernes, les plus anciens d'Europe.

→ François Savatier

S. Benazzi et al., Nature, en ligne, 2 novembre 2011

Neurosciences

Vers des prothèses à sensations tactiles



Grâce à un implant dans le cortex somatosensoriel primaire, le singe reçoit un signal tactile lorsque le bras virtuel qu'il bouge touche certains objets sur l'écran. Il apprend d'abord à contrôler les mouvements du bras à l'aide d'une manette, puis sans manette, par la seule activité de son cortex moteur primaire, enregistrée et analysée à l'aide d'un autre implant.

Pourra-t-on agir sur un appareil – un ordinateur, une prothèse, un robot – par sa seule activité cérébrale? Miguel Nicolelis, de l'Université Duke, aux États-Unis, et ses collègues ont franchi une nouvelle étape en mettant au point une interface cerveau-machine avec retour sensoriel tactile. Depuis les années 1990, on sait entraîner un animal (rat ou singe) à actionner un bras mécanique, puis à reproduire cette action par sa seule activité cérébrale: des micro-électrodes implantées dans son cortex moteur – la région du cerveau qui commande la motricité – transforment les signaux émis par les neurones en signaux électriques, lesquels sont transmis à un ordinateur qui les décode et les retranscrit en mouvements du bras. Jusqu'à présent, l'animal ajustait le mouvement du bras visuellement, mais un tel contrôle est insuffisant pour reproduire des mouvements complexes, telle la marche. L'interface conçue par M. Nicolelis et son

équipe s'appuie sur une rétroaction tactile directe vers le cerveau, en temps réel.

Les neuroscientifiques ont implanté des microélectrodes non seulement dans le cortex moteur, mais aussi dans le cortex somatosensoriel primaire, qui traite l'information tactile. Les singes ont d'abord appris à utiliser la rétroaction tactile. En manipulant un bras virtuel sur un écran grâce à une manette, ils devaient retrouver, parmi trois disques virtuels identiques à l'œil, celui qui présentait la bonne texture (associée à une récompense), indiquée par un signal envoyé au cortex somatosensoriel. Puis les animaux ont appris à commander le bras virtuel sans manette, *via* leur cortex moteur, pour obtenir la récompense. Prochaine étape: améliorer la sûreté et la compatibilité des implants cérébraux, ainsi que la fiabilité à long terme du dispositif, afin de les utiliser chez l'homme.

→ M.-N. C.

J. E. O'Doherty et al., *Nature*, en ligne, 5 octobre 2011



Muséum national d'Histoire naturelle

L'extinction d'espèce

Histoire d'un concept & enjeux éthiques

Julien Delord

« Durant les neuf derniers millénaires, l'humanité s'est conduite en tant qu'espèce pionnière invasive. Cette espèce est individualiste, agressive et envahissante. Elle tente d'exterminer ou de supprimer d'autres espèces ». Et en toute inconscience, pourrait-on ajouter au constat implacable du philosophe Arne Naess! Comment cet événement écologique massif, cette destruction inconsidérée de nos espèces-sœurs a pu rester si longtemps invisible et demeurer si obstinément impensée? À moins que les tentatives de reconnaissance et de formalisation de ce phénomène ne se soient heurtées à des résistances d'ordre théologique, scientifique et culturelle profondément ancrées... Mais alors, comment s'assurer que cette « sixième extinction de masse », en tant que conséquence (éco-) logique du développement de l'espèce humaine, peut légitimement faire l'objet d'une condamnation morale? Sur quelles bases éthiques fonder la conservation des espèces et proposer une norme de vie commune au sein de l'odyssée de l'évolution?

C'est en réponse à ces questionnements essentiels où s'entrecroisent les perspectives millénaires de l'histoire environnementale des civilisations humaines et l'urgence de la crise de la biodiversité contemporaine que ce livre suggère nombre d'éclaircissements historiques et philosophiques à même de nourrir une indispensable réflexion écologique.



ISBN 978-2-85653-656-8

170 x 240 mm • 140 figures quadri

692 p. • 45 € TTC • novembre 2010

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM

Commandes et renseignements :

Muséum national d'Histoire naturelle

Publications Scientifiques

Case postale 41 • 57 rue Cuvier • 75231 Paris cedex 05

Tél. : 01 40 79 48 05 • Fax : 01 40 79 38 40

diff.pub@mnhn.fr • <http://www.mnhn.fr/pubsci>

Histoire des sciences

Paléontologie

Cochon d'Inde... ou d'Afrique ?

Une équipe internationale de paléontologues confirme l'origine africaine des cochons d'Inde, grâce à la découverte des dents de cinq petits rongeurs en Amazonie péruvienne. Jusqu'à présent, les plus anciens vestiges de tels rongeurs dataient d'il y a 32 millions d'années, et ils étaient si rares que la question demeurait entière : les caviomorphes sud-américains (cochons d'Inde, chinchillas, etc.) étaient-ils déjà sur le territoire américain lorsque l'Amérique du Sud s'est détachée de l'Afrique, il y a plus de 100 millions d'années, ou y sont-ils arrivés après ?

Les fragments de mandibules de caviomorphes découverts au bord de la rivière Cachiyacu, au cœur de l'Amazonie péruvienne, par Pierre-Olivier Antoine, de l'Institut des sciences de l'évolution (CNRS/Université de Montpellier), à Montpellier, et ses collègues apportent des réponses. Datés de plus de 41 millions d'années, ces fragments correspondent à des rongeurs plus petits que ceux trouvés ultérieurement en Amérique du Sud. Leur masse se rapprocherait de celle des phiomorphes d'Afrique, un groupe de rongeurs voisin dans l'arbre de l'évolution. En comparant la vitesse de diversification des caviomorphes en Amérique du Sud à celle des phiomorphes en Afrique, les paléontologues ont estimé que leur séparation avait probablement eu lieu à l'Éocène moyen, il y a environ 45 millions d'années, quand les côtes africaine et brésilienne étaient à moins de 1 000 kilomètres. L'ancêtre du cochon d'Inde serait arrivé d'Afrique par la mer...

→ M.-N. C.

P.-O. Antoine et al., Proc. R. Soc. B, en ligne, 12 octobre 2011



Épidémiologie

Les grossesses en France

En 2010, la France a connu son plus haut taux de fécondité depuis le baby-boom, avec 2,01 enfants par femme, indique l'enquête nationale périnatale menée en 2010. Cette étude révèle un nouveau profil des mères.

L'âge moyen des mères (29,7 ans en 2010) augmente, et 19 pour cent des femmes ont plus de 35 ans quand elles accouchent, contre 15,9 pour cent en 2003. Plus de la moitié d'entre elles ont un niveau supérieur au baccalauréat et 17 pour cent sont cadres, contre respectivement 42,6 pour cent et 12 pour cent en 2003. Les futures mères fument moins : 17 pour cent le font au troisième trimestre de grossesse, contre 25 pour cent en 1995. Mais elles ont pris du poids : 17,3 pour cent sont en surpoids et 9,9 pour cent obèses, alors que ces chiffres étaient de 15,4 et 7,4 pour cent respectivement en 2003. L'excès de poids est un facteur délétère pour la santé de la mère et du bébé lors de la grossesse. Toutefois, en 2010, la santé des mères et des bébés est toujours satisfaisante, et 60 pour cent des femmes à la maternité allaitent au sein exclusivement, contre 40 pour cent en 1995.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

<http://www.sante.gouv.fr/l-enquete-nationale-perinatale.html>

Physique

De l'hydrodynamique dans le mouvement brownien

Immergée dans un fluide incompressible, une particule micrométrique subit des chocs moléculaires : elle reçoit une impulsion à chaque choc, puis se déplace en ligne droite jusqu'au choc suivant. Cet effet a été analysé par Einstein vers 1905, qui a montré que ces chocs dissipent de l'énergie et induisent un mouvement erratique nommé mouvement brownien. Thomas Franosch, de l'Université d'Erlangen, et des collègues suisses et allemands viennent de montrer que les structures fines du mouvement brownien révèlent l'interaction hydrodynamique du fluide avec la particule : le sillage se lit dans le mouvement brownien.

Au sein d'un fluide (de l'acétone), les chercheurs ont piégé une particule (une bille de résine) au foyer d'un faisceau laser, où une force optique la ramène chaque fois qu'elle s'éloigne. Cette force de rappel est réglée de façon que l'impact hydrodynamique du fluide sur la bille soit observable. Au sein de ce piège, la particule effectue des oscillations erratiques, amorties par le frottement avec le fluide (proportionnel à sa vitesse).

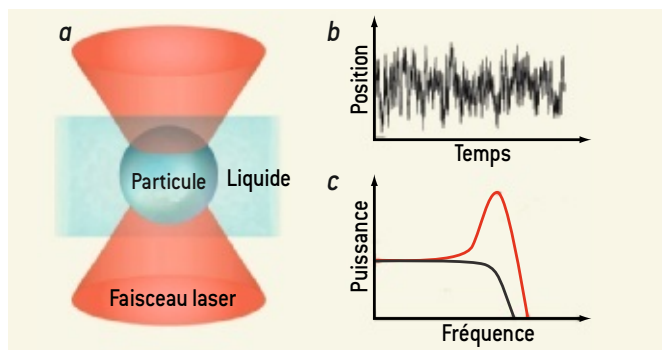
Les chercheurs ont alors mesuré avec précision le mouvement de la particule. L'exploitation

statistique de cet enregistrement, c'est-à-dire le calcul des corrélations au sein du mouvement lui-même, met alors en évidence une signature due au sillage. Plus précisément, les chercheurs ont analysé la force erratique que subit la particule comme s'il s'agissait d'un bruit, c'est-à-dire d'un signal résultant de nombreuses fréquences simultanées. Si le mouvement brownien n'était dû qu'aux chocs des molécules, le bruit représenté par cette force devrait être « blanc », c'est-à-dire contenir toutes les fréquences à parts égales.

Or ce n'est pas le cas : d'une part, le frottement supprime les fréquences supérieures à un certain seuil, d'autre part, les fréquences immédiatement inférieures à ce seuil contribuent davantage que les basses fréquences. C'est, pour les physiciens, la signature du sillage, dont l'effet est que la particule collecte plus d'énergie dans les fréquences élevées du spectre autorisé. Cette contribution hydrodynamique pourrait être mise à profit pour caractériser la forme d'organites intracellulaires soumis au mouvement brownien, espèrent les chercheurs.

→ F. S.

Nature, vol. 478, pp. 85-88, 2011



Une particule colloïdale (a, en bleu) en suspension dans un liquide est piégée au foyer d'un faisceau laser. Son mouvement est erratique (b). En fonction des fréquences qui composent le mouvement, l'allure de la puissance transmise à la particule par l'agitation thermique (c, en rouge) est distincte de celle qu'elle devrait avoir en l'absence de sillage hydrodynamique (en noir). Cela met en évidence l'effet hydrodynamique sur le mouvement brownien.

Biologie cellulaire

Wolbachia, producteur d'œufs

Les bactéries du genre *Wolbachia* sont des symbiotes qui vivent dans un organisme hôte. Elles infectent surtout des arthropodes, notamment des insectes (60 pour cent des espèces sont contaminées). Chez la drosophile (la mouche du vinaigre), elles favorisent la reproduction des femelles, qui les transmettent à leur descendance. Eva Fast, de l'Université de Boston aux États-Unis, et ses collègues ont compris comment ces bactéries agissent.

Les biologistes ont constaté que les bactéries infectent le cytoplasme de la plupart des cellules situées dans l'environnement des cellules souches de la lignée germinale, qui donnent les gamètes (des ovocytes chez les femelles). Les cellules germinales des mouches infectées sont beaucoup plus nombreuses que celles des insectes non infectés, et les femelles pondent presque quatre fois plus d'œufs. Et non seulement la présence des bactéries favorise la division cellulaire des cellules germinales, mais elle diminue aussi leur mort « programmée » dans la « chambre » où les œufs se développent.

→ B. S.-L.

E. Fast et al., *Scienceexpress*, 20 octobre 2011

Maturation de la « chambre » contenant les œufs de mouches (de haut en bas). L'ADN des œufs est marqué en bleu et les bactéries *Wolbachia* (en vert) infectent les cellules entourant les cellules souches germinales (en rouge).



Eva M. Fast et Horacio M. Frydman

Géophysique

Tectonique et champ terrestre

Au cours de l'histoire de la Terre, le champ magnétique terrestre – produit par la convection du fer dans la partie liquide du noyau – s'est inversé de nombreuses fois. Quels mécanismes gouvernent ces inversions ?

François Pétrélis, physicien à l'École normale supérieure, et ses collègues de l'Institut de physique du Globe de Paris ont montré que les mouvements du manteau, qui sont un moteur de la tectonique des plaques, ont un rôle clef dans ce phénomène. On sait que la Pangée, un continent unique, a commencé à se fragmenter il y a 200 millions d'années. En étudiant le mouvement et la répartition des continents au cours des 300 derniers millions d'années, les géophysiciens ont découvert que plus cette répartition a été asymétrique par rapport à l'équateur, plus le champ magnétique terrestre s'est inversé de façon fréquente. Ils envisagent à présent de modéliser les mouvements du manteau en profondeur afin de mieux comprendre leur influence sur le noyau liquide et leur lien avec les inversions du champ magnétique.

→ Cécile Fourrage

F. Pétrélis et al., *Geophysical Research Letters*, 16 octobre 2011

Astronomie

Traînardes bleues : des étoiles vampires

Les amas stellaires sont formés de vieilles étoiles qui sont toutes nées en même temps et ont donc le même âge. Mais on a découvert en 1953 des étoiles atypiques au sein de ces amas : brillantes, chaudes et bleues, elles ont toutes les caractéristiques des étoiles jeunes. Comment expliquer la présence de ces « traînardes bleues » au milieu des vieilles étoiles des amas ? Les observations et simulations de l'amas d'étoiles NGC 188 par Aaron Geller, de l'Université Northwestern, et Robert Mathieu, de l'Université Wisconsin-Madison, aux États-Unis, suggèrent aujourd'hui que les traînardes bleues doivent leur apparente jeunesse à l'accrétion de matière arrachée à des étoiles compagnons.

Jusqu'à présent, deux scénarios s'affrontaient pour expliquer l'apparence juvénile des traînardes bleues. Dans le premier, deux vieilles étoiles entrent en collision, formant ainsi une nouvelle étoile, massive et brillante. Cette traînard bleue peut capturer une autre étoile ayant participé à la collision. Dans l'autre scénario, dit de transfert de masse, une étoile accrète la matière d'une étoile compagnon géante. Celle-ci est alors transformée en naine blanche.

→ Stéphane Fau

Nature, vol. 478, pp. 356-359, 2011



L'amas d'étoiles NGC 188. Les traînardes bleues étudiées sont indiquées par des cercles.

K. Garmany, F. Hease NASA/AURA

Biologie

L'ADN, horloge de l'embryon

La plupart des animaux sont constitués de « tranches » horizontales plus ou moins discernables selon les espèces. Cette segmentation est particulièrement visible lors du développement embryonnaire d'un vertébré durant lequel l'organisme se construit étage par étage, un nouveau se formant exactement toutes les 90 minutes, et ce, pendant 48 heures. Denis Duboule, de l'Université de Genève et ses collègues ont précisé les mécanismes de cette horlogerie de précision.

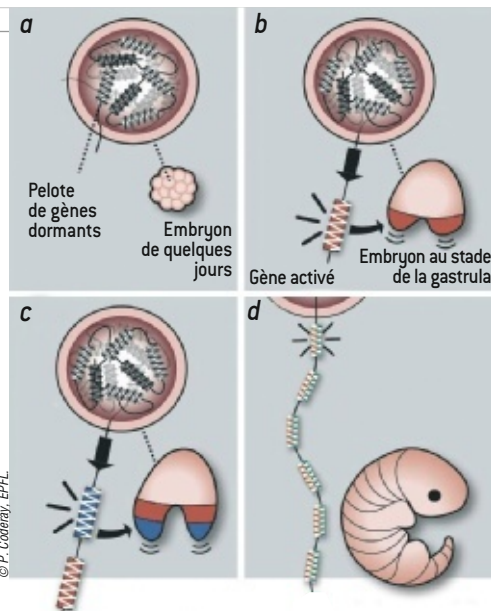
Les engrenages sont ici des gènes nommés *Hox* répartis en quatre groupes (de *HoxA* à *HoxD*). Ils s'expriment successivement, leur ordre dans l'ADN reflétant celui de leur activation le long de l'axe du corps : les gènes de *HoxA* s'expriment plutôt dans la partie antérieure de l'embryon, les gènes *HoxD* dans sa partie postérieure. Quelle est la dynamique sous-jacente ? Les biologistes ont mis en

évidence une sorte de zonation dans le noyau. Au début, tous les gènes *Hox* sont enfouis dans une pelote d'ADN où ils ne peuvent pas s'exprimer. Puis cette pelote se dévide, les gènes la quittent et se retrouvent dans un environnement propice à leur expression. En 48 heures, tous les gènes passent d'un compartiment à l'autre, scandant l'établissement des étages de l'embryon.

L'horloge *Hox* est donc « mécanique » en ce sens qu'elle fonctionne grâce au passage d'un fil (l'ADN) d'une région à une autre. Ce principe conférerait une grande stabilité au système, à la différence des autres horloges naturelles, par exemple circadienne, fondées sur une chimie complexe. De fait, tout écart dans le déroulement de l'horloge *Hox* donnerait probablement naissance à une nouvelle espèce !

→ Loïc Mangin

D. Noordermeer et al., *Science*, vol. 334, pp. 222-225, 2011



Au début de la segmentation, les gènes *Hox* sont enroulés en pelote (a) et « dorment ». Puis, à mesure que les étages de l'embryon se forment, à raison d'un toutes les 90 minutes, ces gènes qui en gouvernent la structure sortent de la pelote et s'activent (b et c). Ainsi, les gènes correspondant aux membres, aux côtes, au coccyx, à la queue sortent et s'activent successivement : l'embryon se construit de haut en bas, dans l'ordre des gènes le long du fil d'ADN (d).



Muséum national d'Histoire naturelle

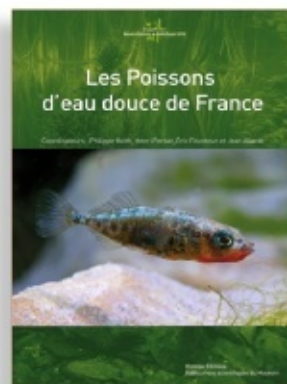
Les Poissons d'eau douce de France

Philippe Keith, Henri Persat, Éric Feunteun et Jean Allardi

Cet ouvrage collégial présente l'ensemble des espèces de poissons d'eau douce de France, qu'elles soient indigènes ou introduites. Le livre est à jour des dernières données sur la taxonomie, la génétique et la distribution des animaux. Il comprend des clés d'identification et des fiches monographiques détaillant l'écologie, les modes de vie des poissons et intégrant des cartes de répartition. Le lecteur y trouvera également des chapitres généraux sur l'histoire, la connaissance et la gestion des populations et des écosystèmes.

Le guide s'adresse à toute personne qui dans le cadre professionnel ou des loisirs est en contact avec la faune piscicole : naturalistes débutants et confirmés, pêcheurs et aquariophiles amateurs, pisciculteurs et gestionnaires des milieux naturels, scientifiques ou médiateurs environnementaux ; mais aussi au simple promeneur qui souhaite mettre un nom sur un poisson aperçu dans un cours d'eau. Véritable outil d'identification et d'étude, « *Les poissons d'eau douce de France* » inaugure une nouvelle collection coéditée par Biotopie et le Muséum national d'Histoire naturelle. Ses atouts : des collectifs d'auteurs reconnus, les données scientifiques les plus récentes et une iconographie remarquable car prise le plus souvent en milieu naturel.

En supplément : un cahier d'identification à glisser dans la poche ! Ce cahier vous permettra d'identifier la plupart des poissons d'eau douce de France. Il est particulièrement adapté aux sorties sur le terrain, que vous soyez pêcheur, naturaliste ou simple promeneur.



ISBN (livre) 978-2-85653-672-8
ISBN (cahier) 978-2-85653-673-5
165 x 240 mm • Nombreuses photos
552 p. • 45 € TTC • octobre 2010

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM

Commandes et renseignements :

Muséum national d'Histoire naturelle
Publications Scientifiques

CP 41 • 57 rue Cuvier • 75231 Paris cedex 05

Tél. : 01 40 79 48 05 • Fax : 01 40 79 38 40

diff.pub@mnhn.fr • <http://www.mnhn.fr/pubsci>

Inventaires et biodiversité

Une suite d'applications scientifiques à la pointe de la technologie !

- Aéronautique
- Agroalimentaire
- Biochimie
- Biologie
- Chimie
- Finance
- Génétique
- Matériaux
- Médecine
- Microbiologie
- Pharmacologie
- Physique
- Psychologie
- Toxicologie
- Zoologie...



Plus d'informations sur :

www.ritme.com/go/systat

RITME Informatique - Distributeur Officiel • 34, bd Haussmann • 75009 Paris • France
Tél. : +33 (0)1 42 46 00 42 • Fax : +33 (0)1 42 46 00 33
info@ritme.com • www.ritme.com



Disponible pour Windows.

Sauf indication contraire : logiciel et documentation en anglais, et livraisons par CD-Rom.
© Copyright 2011 RITME. Les produits SyStat sont des marques déposées de SyStat Software.
Toutes les marques déposées sont la propriété de leurs sociétés respectives.

RITME
INFORMATIQUE

Distributeur officiel en France

Astronomie

Éris dévoilée par occultation

Au-delà de l'orbite de Neptune réside une vaste population de petits corps glacés. Pluton, le plus célèbre de ces objets transneptuniens, doit en partie son déclassement du rang de planète à celui de planète naine à la découverte, en 2005, d'un astre quatre pour cent plus grand et trois fois plus lointain : Éris.

Pluton tient aujourd'hui sa revanche. Une occultation par Éris d'une étoile d'arrière-plan, observée et étudiée par Bruno Sicardy, de l'Observatoire de Paris, et une équipe internationale, a montré que la planète naine est plus petite que prévu.

En éclairant l'objet par derrière pendant un bref instant, les occultations stellaires sont la méthode la plus efficace pour étudier les lointains objets transneptuniens. Le 6 novembre 2010, trois télescopes situés au Chili ont

enregistré la disparition d'une étoile d'arrière-plan pendant quelques dizaines de secondes, signe du passage d'Éris.

L'analyse des données recueillies conduit à réestimer le diamètre de la planète naine à 2326 kilomètres (à 12 kilomètres près), contre 2397 (à 100 kilomètres près) auparavant. Sa densité est en conséquence réévaluée à la hausse, à 2,52 grammes par centimètre cube. Cette valeur suggère un corps rocheux à 85 pour cent, couvert d'un manteau de glace d'azote d'une centaine de kilomètres d'épaisseur.

La planète naine Éris est en outre très brillante : son albédo (fraction de la lumière incidente réfléchie par sa surface) est de 0,96 ! Par comparaison, la neige a un albédo de 0,8. Cet albédo serait la marque d'une glace fraîche. La planète naine se trouve en effet à



97 unités astronomiques, près du point de son orbite le plus éloigné du Soleil. Or à mesure qu'Éris s'éloigne, sa mince atmosphère d'azote se condense en une fine pellicule gelée.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

B. Sicardy et al., *Nature*, vol. 478, pp. 493-496, 2011

Éris est actuellement l'objet le plus lointain observable dans le Système solaire (à 97 unités astronomiques). Sa surface est dominée par de la glace d'azote (vue d'artiste).

10 PÉTAFLIPS, soit 10^{16} opérations par seconde : c'est ce dont est capable le supercalculateur japonais K. Il est l'ordinateur le plus puissant de la planète.

Microbiologie

Pourquoi le virus de la rougeole est si contagieux

Le virus de la rougeole est, avec celui de la grippe, l'un des plus contagieux. La rougeole, dont 14 600 cas ont été recensés en France depuis le début de 2011, touche dix millions d'enfants dans le monde chaque année. Depuis quelques années, on constate une recrudescence de cette maladie parfois mortelle.

Une étude internationale impliquant l'INSERM et l'Université d'Aix-Marseille a permis de comprendre comment le virus de la rougeole se propage si facilement.

Le virus se répand par voie aérienne jusque dans les alvéoles pulmonaires, les petits sacs où se font les échanges gazeux entre l'air et le sang. Il se fixe ensuite sur un des récepteurs portés par des cellules du système immunitaire, les macrophages alvéolaires, qu'il utilise pour pénétrer dans l'organisme. Il envahit alors certains organes, telle la rate, où il prolifère.

Le site anatomique utilisé par le virus pour sortir de son hôte a aussi été localisé. Il s'agit de la trachée. Le virus se fixe sur des récepteurs, nommés nectine-4,

spécifiques des cellules qui tapissent la trachée. Il est facilement expulsé à chaque fois que le malade tousse ou éternue, ce qui assure sa propagation.

De surcroît, la nectine-4 est synthétisée par certaines cellules tumorales. Peut-être parviendra-t-on à élaborer des molécules qui se fixeraient spécifiquement sur ces cellules, marquées par la nectine-4, et les détruiraient en épargnant les cellules saines.

→ Sean Baillly

M. D. Mühlbach et al., *Nature*, en ligne, 2 novembre 2011

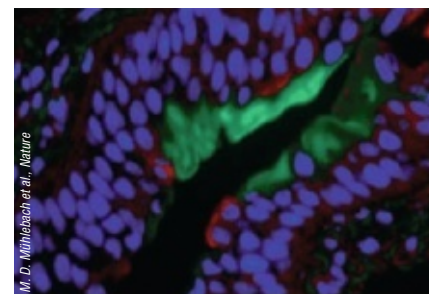


Image en microscopie à fluorescence de la trachée d'un singe. Les cellules exprimant la nectine-4 sont marquées en rouge, et les cellules infectées par le virus de la rougeole en vert.

Chimie

Dioxyde de carbone recyclé

Aujourd'hui, recycler le dioxyde de carbone en pétrole, pour reformer des carburants ou d'autres composés chimiques, est un enjeu de taille. Plusieurs procédés existent déjà, mais ont de faibles rendements, mettent en jeu des intermédiaires toxiques et se déroulent à hautes température et pression. L'équipe de Thibault Cantat, du Service interdisciplinaire sur les systèmes moléculaires et les matériaux, au CEA de Saclay, a mis au point une nouvelle réaction chimique « recyclant » du dioxyde de carbone. Cette réaction produit des formamides, molécules utilisées dans la préparation de colles, peintures et produits textiles. En outre, elle se déroule à basse température (100 °C), est totale, et n'utilise pas de réactifs dangereux. La réaction met en jeu un catalyseur organique, au lieu d'un catalyseur à base de métaux, plus toxique.

Les chimistes espèrent généraliser ce procédé afin d'obtenir, à partir de dioxyde de carbone, des alcools et des éthers, qui seront utilisés à la fois comme carburants et dans l'industrie chimique.

→ C. F.

C. Das Neves Gomes et al., *Angewandte Chemie*, en ligne, 6 octobre 2011

Biologie animale

Le charançon et ses bactéries

Le prix Nobel de médecine 2011 a récompensé des travaux sur la façon dont les insectes se débarrassent des bactéries grâce à des peptides antimicrobiens. Cependant, on connaît plusieurs cas de symbioses entre insectes et bactéries. Comment cette cohabitation s'accommode-t-elle des mécanismes de l'immunité? Abdelaziz Heddi, de l'INSA, et ses collègues apportent des éléments de réponse.

Les charançons hébergent des bactéries endosymbiotiques dans un tissu spécialisé, le bactériome, situé autour du tube digestif. En dehors de ce bactériome, les bactéries sont détruites par le système immunitaire. En cas d'attaque bactérienne, l'insecte produit divers peptides antimicrobiens, dont la coléoptéricine. Toutefois, cette dernière est aussi présente dans le bactériome, même en dehors de toute agression. Qui plus est, l'arrêt de la production de ce peptide entraîne la multiplication des bactéries et leur sortie du bactériome. La coléoptéricine joue donc deux rôles : elle lutte contre les bactéries pathogènes et maintient les bactéries dans le bactériome.

→ L. M.

F. Login et al., *Science*, vol. 334, pp. 362-365, 2011

Climatologie

La Terre boule de neige... fond

Au Marinoen, il y a entre 660 et 635 millions d'années, les températures étaient proches de -50 °C et une couche de glace de plus de 100 mètres d'épaisseur recouvrait toute la surface de la Terre. Comment la planète est-elle sortie de cet épisode d'intense glaciation? Selon l'hypothèse privilégiée jusqu'ici, la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone (libéré par les volcans) aurait entraîné un effet de serre suffisant pour faire fondre la glace. Pierre Sans-Jofre, de l'Institut de physique du globe, à Paris, et ses collègues ont montré que cette concentration a été bien inférieure aux précédentes estimations.

En 2005 et 2008, des géochimistes ont étudié la composition isotopique en bore et oxygène dans des carbonates (des roches sédimentaires) datés de 635 millions d'années. Ils en ont déduit que la concentration en dioxyde de carbone pendant la déglaciation aurait été comprise entre 20 000 et 90 000 parties par million en volume. L'équipe de P. Sans-Jofre a réestimé cette valeur à partir d'un indicateur de dioxyde de carbone atmosphérique : la différence de composition isotopique en carbone 12 et en carbone 13 des carbonates formés au cours de la déglaciation et de la matière organique associée. On peut relier cette différence à la concentration en dioxyde de carbone dissous dans les océans, dont on déduit celle de l'atmosphère. Cette mesure indique

qu'il y a 635 millions d'années, la concentration en dioxyde de carbone n'a pas dépassé 3 200 parties par million en volume.

Ces géochimistes concluent que le mécanisme de déglaciation fondé sur une accumulation de dioxyde de carbone dans l'atmosphère est à revoir. D'autres gaz, tel le méthane, pourraient avoir joué un rôle. À moins que la Terre n'ait jamais été totalement recouverte de glace : un effet de serre moins important aurait alors suffi à amorcer la déglaciation.

→ C. F.

P. Sans-Jofre et al., *Nature*, vol. 478, pp. 93-96, 2011

Vue d'artiste de l'englacement progressif de la Terre, il y a entre 660 et 635 millions d'années.

DERNIÈRE minute ...

CHAMP MAGNÉTIQUE LUNAIRE

Les roches lunaires portent l'empreinte d'un champ magnétique fossile, aujourd'hui disparu. S'il a été engendré par un effet dynamo ancien, quel était le moteur de celle-ci? Christina Dwyer et ses collègues avancent que la précession de l'axe de rotation lunaire sous l'influence de la Terre, quand elle était plus proche, a entraîné un mouvement différentiel entre le manteau solide et le noyau

liquide de la Lune, et donc induit une dynamo – de puissance suffisante et de durée compatible avec les enregistrements rocheux.

UN ESPOIR POUR LA MYOPATHIE FSH?

Des chercheurs belges, français et australiens apportent un espoir de thérapie aux personnes atteintes de la dystrophie FSH, l'une des myopathies les plus fréquentes (plus de 4 000 malades

en France). À partir de cellules souches musculaires prélevées sur des patients, ils ont obtenu des cellules musculaires normales en bloquant le gène *DUX4*, exprimé seulement chez les malades et qui perturbe l'activité de plusieurs gènes.



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

La maladie d'Alzheimer peut détruire quarante ans d'amour...



...vous avez le pouvoir de la vaincre en soutenant la recherche française.

Chaque année des milliers de familles sont victimes de la maladie d'Alzheimer.



La Ligue Européenne Contre la Maladie d'Alzheimer (LECMA) est une association française pour la recherche médicale, régie par la loi de 1901, à but non lucratif. LECMA finance des programmes de recherche visant la découverte d'un diagnostic et d'un traitement efficace de la maladie d'Alzheimer. Elle informe le grand public en organisant des actions d'information et d'éducation sur la prévention, le diagnostic et le traitement de la maladie.

Pour apporter des informations et des conseils pratiques à tous ceux qui sont ou se sentent concernés par la maladie d'Alzheimer, LECMA édite régulièrement des brochures d'information. Voici les brochures à votre disposition :

- Comprendre la maladie d'Alzheimer. Ce n'est pas seulement une question d'oubli
- Comment mieux aider les personnes qui entourent les patients : gestion du stress
- La déambulation et le patient atteint d'Alzheimer
- Prévenir la maladie d'Alzheimer : est-ce possible ?
- Conduire en toute sécurité au 3^{ème} âge

Ces brochures sont consultables et téléchargeables sur notre site www.maladiealzheimer.fr

Si vous souhaitez les recevoir, contactez-nous par téléphone, par courrier ou par courriel.

➤ **Soutenez la recherche et envoyez votre don* par chèque à LECMA - 94 rue La Fayette 75010 Paris.**

* Votre don vous donne droit à une déduction fiscale de 66 % dans la limite de 20 % de votre revenu imposable.



Ligue
Européenne
Contre la
Maladie d'Alzheimer

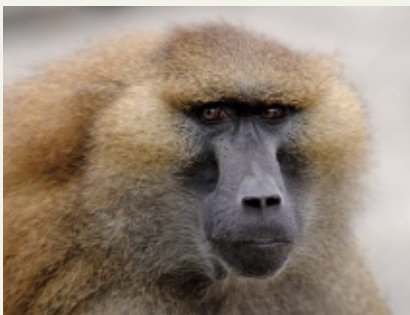
POUR TOUTE INFORMATION

- ☎ • appelez-nous au 01 42 46 50 86
- ✉ • écrivez-nous à LECMA - 94 rue La Fayette - 75010 Paris
- 🖱 • consultez notre site www.maladiealzheimer.fr
- @ • envoyez-nous un courriel à info@maladiealzheimer.fr

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE RAISONNEMENT ANALOGIQUE DES SINGES

Ces dernières décennies, on a montré que les singes ont des pensées, des croyances et qu'ils se construisent une représentation du monde ; ils savent aussi raisonner, c'est-à-dire reconnaître des catégories ou des propriétés et établir des relations entre ces abstractions (voir *La raison des singes*, *Pour la Science*, octobre 2007, www.pourlascience.fr/u.php?s=plsoer360). Joël Fagot, de l'Université de Provence, et Roger Thompson, du *Franklin & Marshall College* en Pennsylvanie, montrent aujourd'hui que des babouins (*Papio papio*) raisonnent par analogie, capacité que l'on pensait limitée à l'homme et aux grands singes auxquels on aurait appris un langage. Les chercheurs ont proposé l'exercice suivant à 29 babouins : d'abord, les singes observaient deux formes sur un écran tactile, deux carrés par exemple. Puis, quand ils touchaient l'un des carrés, apparaissaient deux paires différentes, par exemple un triangle et une étoile, et deux ovales. Pour être récompensés, les singes devaient toucher la paire représentant la même relation – d'identité ou de différence – que la première ; ils devaient détecter des relations entre relations, c'est-à-dire des analogies. Après plusieurs milliers d'essais, six babouins ont réussi la tâche (*Psychological Science*, 20 septembre 2011). Et après un an d'arrêt, ces singes ont à nouveau appris la tâche, bien plus vite. Des babouins sont donc capables de résoudre des problèmes d'analogie, sans langage.



Les babouins de Guinée (*Papio papio*) sauraient raisonner par analogie.

→ IL PLEUT DU MÉTHANE SUR TITAN

Le méthane est à Titan, le plus gros satellite de Saturne, ce que l'eau est à la Terre (ou presque !). En effet, le méthane sur Titan serait soumis à un cycle météorologique court comparable à celui de l'eau sur Terre : il s'évaporerait des lacs, formerait des nuages et retomberait sous forme de précipitations (voir *La lune qui se prenait pour une planète*, *Pour la Science*, juillet 2010, www.pourlascience.fr/u.php?s=plsoer393). Les nuages de méthane sur Titan seraient énormes, atteignant 1 000 kilomètres de long, et seraient dus à des variations thermiques de l'atmosphère – des « vagues » – se produisant à l'échelle de la lune. Des chercheurs américains et suédois ont confirmé ce résultat en couplant les observations des nuages avec leur simulation de la circulation atmosphérique du méthane sur Titan (*Nature Geoscience*, septembre 2011). Ils ont montré qu'une première vague thermique engendre la production de nuages énormes à l'équateur. Puis une seconde vague, plus lente, transporte par convection les nuages vers le Sud. Le couplage de ces vagues se produisant à l'échelle planétaire aboutirait alors à plusieurs centimètres de précipitations de méthane liquide sur des distances supérieures à 1 000 kilomètres. Ces précipitations cataclysmiques, séparées par des périodes de sécheresse très longues, participeraient à l'érosion de la surface.



→ UNE SOURIS AUTISTE ?

Un nombre croissant d'enfants sont diagnostiqués autistes. Leurs parents ne sachant que faire se tournent souvent vers des traitements douteux, non validés scientifiquement, car aucun médicament efficace n'existe pour cette pathologie (voir *Autisme, attention aux charlatans*, *Pour la Science*, avril 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=plsoer402). Pourtant, on découvre des gènes impliqués et on espère comprendre leurs rôles dans les troubles autistiques. Mais pour tester de futurs médicaments, l'utilisation d'un modèle animal de la maladie est nécessaire ; des chercheurs américains en ont obtenu un chez la souris en doublant ou en triplant le gène *Ube3a* dans son génome (*Science Translational Medicine*, 5 octobre 2011). On sait en effet que ce gène est présent sur

une région du chromosome 15, dont la multiplication est impliquée dans un à trois pour cent des cas d'autisme. Ainsi, les souris mutantes présentent des caractéristiques de l'autisme : des interactions sociales faibles (les souris préfèrent aller dans une boîte sans congénère), une moindre communication (elles émettent moins de vocalises) et des comportements stéréotypés répétés (elles se toilettent davantage). En outre, les scientifiques ont observé une diminution de la libération d'un neurotransmetteur, le glutamate, entre les neurones du cerveau des souris mutantes. La multiplication de ce gène modifie la communication entre neurones et engendre, chez l'animal, des comportements semblables à ceux observés dans certaines formes d'autisme. Toutefois, les troubles autistiques étant complexes chez l'homme, il ne s'agit que d'un modèle pour tester d'éventuels traitements.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

OFFREZ LES CLÉS DE LA SCIENCE !

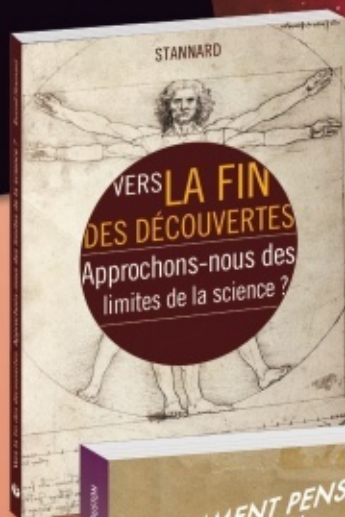


À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS

Les bases de l'astronomie et de l'astrophysique
Neil COMINS

« À la découverte de l'univers » propose une visite guidée, simple mais superbement illustrée, et très complète de l'univers depuis les recoins du système solaire jusqu'aux galaxies les plus lointaines.

568 pages - 49 € - Novembre 2011

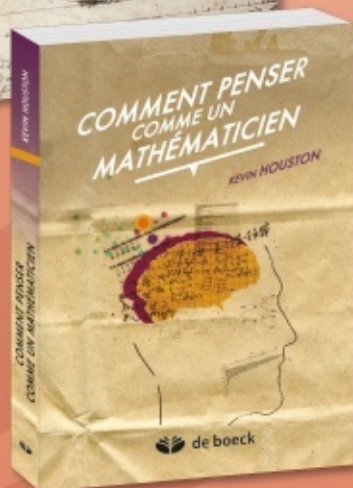


VERS LA FIN DES DÉCOUVERTES

Approchons-nous des limites de la science ?
Russell STANNARD

Une réflexion sur les progrès apportés par la science, avec ses limites, qui est censée éveiller un sens de profond respect face aux mystères de l'existence.

168 pages - 19 € - Août 2011



COMMENT PENSER COMME UN MATHÉMATICIEN

Comprendre, expliquer et étudier
Kevin HOUSTON

En chacun, il y a un mathématicien qui s'ignore. Ce livre vous aidera à révéler celui qui est en vous !

306 pages - 22 € - Juin 2011

POINT DE VUE

Slow Science : moins, mais mieux

Un mouvement de chercheurs milite pour stopper la course à la productivité et à l'« excellence » scientifiques. Son constat rejoint celui fait par les psychologues sur nos sociétés modernes.

Christophe ANDRÉ

Autrefois, les chercheurs n'existaient pas, il n'y avait que des savants. Le savant était en général âgé : il était devenu savant tout doucement. Il travaillait beaucoup, mais prenait aussi son temps. Il faisait d'ailleurs souvent des découvertes en dehors de ses moments de travail : dans son bain, comme Archimède, ou en faisant la sieste dans son jardin, comme Newton. Le savant laissait respirer son cerveau. À l'instar de Darwin, il aimait se retirer à la campagne, restant près du savoir et loin du pouvoir, laissant à d'autres le soin de défendre et vendre ses idées.

Évidemment, toutes ces belles histoires relèvent (au moins en partie) du mythe et de la réécriture *a posteriori*, et il est amusant de constater à quel point l'image du chercheur moderne s'est éloignée de tout cela. Mais à y bien réfléchir, est-ce une si bonne idée d'avoir pris tant de distance avec les valeurs véhiculées par ces mythes ?

Le mouvement *Slow Science* pense que non. Ce collectif informel de chercheurs milite pour le ralentissement et la « désexcellence ». Il ne souhaite pas pour autant que nous renoncions à la vitesse et à l'excellence, mais demande qu'à leurs côtés, la lenteur et la gratuité (par exemple les recherches mues par la curiosité, face aux recherches mues par des objectifs) gardent toute leur place. Apparu il y a une vingtaine d'années, le concept de *Slow Science* fédère des chercheurs de toutes disciplines, issus au départ de la physique et de la chi-

mie, puis rejoints par ceux des sciences humaines. Ses valeurs sont résumées dans un manifeste, des pétitions circulent en sa faveur (plus de 3 500 signatures francophones à ce jour), une Académie internationale informelle existe, etc.

Son nom évoque bien sûr un autre mouvement, le *Slow Food*, qui milite pour la résistance au fast-food et à la nourriture industrielle, vite préparée, avalée et oubliée, médiocre ou toxique pour la santé. Le mouvement *Slow Food* va encore au-delà : constatant les dégâts collatéraux de la nourriture industrielle sur l'agriculture, le tissu social,

LES PRESSIONS SUR LE RENDEMENT ont un impact non seulement sur la santé, mais aussi sur les capacités créatives.

l'économie du monde agricole, il recommande des changements à tous les niveaux de la chaîne de l'industrie alimentaire.

De même, *Slow Science* fait le constat suivant : si nous ne réglons pas la course à la performance et à la productivité (toujours plus de recherches et de publications), non seulement les pseudorecherches stéréotypées prendront de plus en plus de place, mais c'est le processus même de la recherche qui sera affecté en son cœur. Car avant d'aboutir et de publier, il faut prendre le temps de réfléchir, de lire, de comprendre, de s'égarer, d'en tirer les conclusions, etc. : si ce temps est sacrifié, les malheureux chercheurs en batterie pondront à la chaîne des travaux insipides et peu nourrissants.

Les progrès de la science ont toujours relevé de ce mécanisme : prendre connaissance de ce qui a été fait pour mieux comprendre ce qui reste à faire ou à refaire. Ces conditions sont aujourd'hui menacées.

Le constat de *Slow Science* rejoint tout à fait celui établi par nombre de chercheurs en psychologie, à propos des effets délétères des sociétés contemporaines qui mettent l'accent sur la productivité et la performance. Ces pressions sur le rendement provoquent des dégâts collatéraux : depuis quelques décennies, on observe une augmentation des maladies liées au stress ainsi que des troubles anxieux et dépressifs. Les chercheurs en souffrent en tant que personnes, comme leurs contemporains. Ils ont aussi leurs maux propres, liés par exemple à la nécessité de publier suffisamment (le fameux *publish or perish*, publier ou périr).

Mais ce n'est pas uniquement la santé des chercheurs qui en pâtit : on peut aussi se poser la question de l'altération de leurs capacités créatives. On sait que les périodes d'apparent repos cérébral (sommeil, rêveries diurnes, mais aussi tous les moments de la journée où on laisse son esprit en roue libre) représentent des états précieux, durant lesquels les contenus mentaux se réorganisent, se relient, se répartissent dans différentes zones de notre mémoire. Or ces capacités cérébrales sont aujourd'hui chahutées : nous dormons de moins en moins (en moyenne deux heures de sommeil perdues en un siècle), nous n'avons quasiment plus de temps de calme et de lenteur, durant

lesquels nous ne faisons rien. La vogue actuelle de la méditation est un marqueur de cette carence. Tout comme le sport compense les carences liées à la sédentarité, les pratiques méditatives compensent celles liées aux agressions environnementales contemporaines (afflux d'informations, permanence de bruits de fond, manque de temps, de calme et de continuité). Faut-il inciter tous les chercheurs à méditer, comme un outil d'hygiène de vie ? Nous n'en sommes peut-être pas si loin...

En tout cas, les contributeurs du mouvement *Slow Science* se sont penchés sur la question des solutions et suggèrent que celles-ci devront être individuelles, communautaires et sociétales. Individuelles : préserver par exemple dans une semaine une ou plusieurs demi-journées de temps de recherche en continuité attentionnelle,

sans téléphone ni courriel ni tâches administratives ou académiques. Du côté communautaire, pour diminuer la pression sur les rendements, la suggestion, qui avait déjà été faite par plusieurs universités nord-américaines, est de limiter le nombre de publications mentionnées sur les *curricula vitae* : plus de listes interminables d'articles interchangeables, mais seulement les cinq publications les plus importantes. Du côté sociétal enfin, il va falloir expliquer aux bailleurs de fonds de la recherche scientifique que cette dernière est une activité qui nécessite du temps et de la lenteur, un peu comme la création artistique.

Ce sont d'ailleurs les littéraires qui ont tiré les premiers la sonnette d'alarme sur les dégâts de la culture du rendement, comme l'Américain Henry David Thoreau au XIX^e siècle : « Si un homme marche dans la

forêt par amour pour elle pendant la moitié du jour, il risque fort d'être considéré comme un tire-au-flanc ; mais s'il passe toute sa journée à spéculer, à raser cette forêt et à rendre la terre chauve avant l'heure, on le tiendra pour un citoyen industriel et entreprenant. » Que dirait-on aujourd'hui du chercheur qui demande du temps pour lire les recherches des autres et réfléchir un peu à ce que seront les siennes dans les prochaines années, au lieu de publier un nouvel article dans une revue renommée, à « facteur d'impact » élevé ? ■

Christophe ANDRÉ est médecin psychiatre à l'Hôpital Sainte-Anne, à Paris.

<http://slow-science.org/> ; <http://slowscience.fr/>

 Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'éolien en mer en France

Après les pays scandinaves, le Danemark et la Grande-Bretagne, la France va développer l'éolien en mer. En 2017, cinq parcs devraient produire trois gigawatts d'électricité.

Bernard GÉRARD

En octobre 2011, la première hydrolenne a été immergée au large de Paimpol. Quarante-cinq ans après la construction du barrage de la Rance qui fournit de l'énergie marémotrice, la France cherche à utiliser, sous d'autres formes, les énergies de la mer. Suivant les modèles du Danemark, de l'Angleterre et de l'Allemagne, elle se tourne aujourd'hui vers l'éolien en mer. Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, la France s'est fixée pour objectif de porter la part des énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque, biomasse, etc.) à 23 pour cent de la consommation totale d'énergie d'ici à 2020. Parmi les énergies renouvelables, les énergies marines ont un potentiel impor-

tant. On estime que la mer pourrait fournir sept fois l'énergie consommée aujourd'hui dans le monde entier. Ces énergies marines exploitent les vents (énergie éolienne), les courants (hydrolenne), les différences de température (thermique), la houle (houlo-motrice) et les marées (marémotrice). Avec 5 000 kilomètres de côtes en métropole, la France a le deuxième potentiel énergétique marin en Europe pour l'éolien en mer après la Grande-Bretagne.

Afin d'exploiter ce potentiel, 54 acteurs privés et publics se sont réunis pour créer une plateforme technologique nationale pour le développement des énergies marines, nommée *France énergie marine*, pilotée par l'Institut français de recherche

pour l'exploitation de la mer, IFREMER. Un premier appel d'offres publié en juillet 2011 doit permettre d'ériger 500 à 600 éoliennes au large des côtes françaises, pour une production de trois gigawatts. Le plan de développement des parcs éoliens marins, conformément aux engagements du Grenelle de l'environnement, vise à produire six gigawatts d'électricité d'ici à 2020. Pour mémoire, l'usine marémotrice de la Rance produit 240 mégawatts et la consommation en France est égale à 70 gigawatts (production moyenne instantanée).

L'éolien en mer présente des avantages par rapport à l'éolien terrestre, notamment parce que le gisement de vent est plus important. Alors que les éoliennes terrestres ne