

■ POUR LA

SCIENCE

Octobre 2016 - n° 468

Édition française
de Scientific American

ÉVOLUTION

Le surprenant succès des
mammifères
au temps des dinosaures

POUR LA SCIENCE

www.pourlascience.fr

8 rue Férou - 75278 Paris Cedex 06
01 55 42 84 00

Groupe POUR LA SCIENCE

Directrice des rédactions : Cécile Lestienne

Pour la Science

Rédacteur en chef : Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe : Marie-Neige Cordonnier

Rédacteurs : François Savatier, Philippe Ribeau-Gésippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

Dossier Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Développement numérique : Philippe Ribeau-Gésippe, assisté d'Alice Maestracci et William Rowe-Pirra

Directrice artistique : Céline Lapert

Maquette : Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy, assistés de Cassandra Vion

Correction et assistance administrative : Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion : Laurence Hay et Ophélie Maillet

Direction financière et direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Marianne Sigogne et Olivier Lacam

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Anciens directeurs de la rédaction : Françoise Pétry

et Philippe Boulanger

Conseiller scientifique : Hervé This

Ont également participé à ce numéro :

Guillaume Chalons, Laurence Denis, Alain Doressoundiram, Sophie Gallé-Soas, Jean-Louis Hartenberger, Christophe Pichon, Jean-Sébastien Steyer, Christian Vettier

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

susan.mackie@pourlascience.fr - 01 55 42 85 05

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@abopress.fr)

Tél. : 01 55 42 84 28 • Fax : 01 43 25 18 29

ABONNEMENTS

Abonnement en ligne : <http://boutique.pourlascience.fr>

Courriel : pourlascience@abopress.fr

Téléphone : 03 67 07 98 17

Adresse postale : Service des abonnements - Pour la Science, 19 rue de l'Industrie, BP 90053, 67402 Illkirch Cedex

Tarifs d'abonnement 1 an - 12 numéros

France métropolitaine : 59 euros - Europe : 71 euros

Reste du monde : 85,25 euros

COMMANDES DE LIVRES OU DE MAGAZINES

<http://boutique.pourlascience.fr/>

DIFFUSION

Contact kiosques : À Juste Titres / Benjamin Boutonnet

Tel : 04 88 15 12 41

Information/modification de service/réassort :

www.direct-editeurs.fr

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in chief : Mariette DiChristina.

Executive editor : Fred Guterl. Design director : Michael Mrak. Editors : Ricky Rusting, Philip Yam, Robin Lloyd, Mark Fischetti, Seth Fletcher, Christine Gorman, Michael Moyer, Gary Stix, Kate Wong.

President : Keith McAllister. Executive Vice President : Michael Florek.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific American », dans les livres édités par « Pour la Science » doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 8 rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ».

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20 rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).



Maurice Mashaal
rédacteur en chef

Prosperer dans l'ombre des dinosaures

Il est vraiment dommage que la machine à remonter le temps n'existe pas. Elle nous aurait permis d'obtenir des réponses rapides à une multitude de questions scientifiques et métaphysiques, et aurait probablement évité les guerres de religions et d'autres disputes en mettant tout le monde d'accord sur ce qui s'est réellement passé à tel ou tel moment de l'histoire.

Mais ne rêvons pas. Pour entrevoir le passé, la science ne dispose que des traces matérielles qu'il laisse – les fossiles pour les paléontologues. Leur découverte modifie parfois profondément la vision des choses. C'est ce qui s'est produit au cours des quinze dernières années avec la mise au jour, en divers sites, de remarquables fossiles de mammifères très anciens datant du Mésozoïque, l'ère des dinosaures.

Une nouvelle vision des mammifères anciens

Selon l'idée communément admise, les mammifères de cette époque étaient petits et peu nombreux, vivant une existence quasi clandestine dans l'ombre des grands reptiles. Or les nouveaux fossiles offrent un récit bien plus riche et passionnant. Ils montrent que, bien avant la fin des dinosaures liée à la chute d'un gros astéroïde, il y a 66 millions d'années, les mammifères constituaient déjà un groupe fort bien adapté et diversifié (voir notre article pages 28 à 36).

La disparition des terribles dinosaures n'a fait que libérer le potentiel des mammifères, qui sont alors devenus l'un des groupes animaux les plus florissants. L'une de leurs espèces, la nôtre en l'occurrence, a même conquis et modifié la planète. Tant et si bien qu'on se demande parfois si elle ne prépare pas sa propre extinction. Et elle n'a pas besoin pour cela d'un astéroïde : les membres de cette espèce ont souvent un comportement étrange – par exemple, ce sont les seuls animaux capables de mourir et surtout de tuer pour des idées, aussi stupides soient-elles. ■

3 **Édito**

Actualités

- 6 L'atmosphère s'est enrichie en oxygène plus tôt que prévu
- 7 Mots et tons : les chiens font la différence
- 8 Premiers Amérindiens : la voie Pacifique se confirme
- 10 Un robot souple comme un poulpe



- 12 Les plus vieilles traces de vie ?
- 14 La ronde rythmée du tournesol

Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

Réflexions & débats

- 16 **Point de vue**
L'éclairage au XXI^e siècle : une approche globale est indispensable
Anne-Marie Ducroux
- 22 **Homo sapiens informaticus**
L'action, clé de l'apprentissage
Gilles Dowek
- 24 **Cabinet de curiosités sociologiques**
Excès de délicatesse
Gérald Bronner
- 26 **Lu sur SciLogs.fr**
Les marais et sites du sud de l'Iraq au patrimoine mondial de l'Unesco
Cécile Michel

Ce numéro comporte un encart abonnement broché et un encart abonnement jeté sur la diffusion kiosque France ainsi qu'un catalogue Sciences Belin déposé sur couverture sur une sélection d'abonnés France Métropolitaine.
En couverture : © James Gurney

À LA UNE

28 ÉVOLUTION

Le surprenant succès des mammifères au temps des dinosaures

Stephen Brusatte et Zhe-Xi Luo

On a longtemps cru qu'à l'époque des dinosaures, nos lointains parents mammifères étaient restés cantonnés à des formes de type musaraigne. En fait, pas du tout : de nouveaux fossiles racontent une histoire étonnamment plus complexe.



38 ASTRONOMIE

Un vol de sept ans pour quelques grammes d'astéroïde

Dante Lauretta

L'astéroïde Bennu est-il une menace réelle pour la Terre ? Pour le savoir et pour étudier ce corps céleste de près, la sonde spatiale OSIRIS-REx part à sa rencontre. Cette mission rapportera aussi quelques grammes de roche afin de mieux comprendre l'origine de la vie.



46 NEUROSCIENCES

Gélifier le cerveau pour mieux l'explorer

Karl Deisseroth

Grâce à une nouvelle approche à l'interface entre la chimie et la biologie, des neurobiologistes observent le million de milliards de connexions du cerveau, jusqu'aux plus profondément enfouies.

56 DÉMOGRAPHIE Aux pays des épouses disparues

Christophe Z. Guilmoto

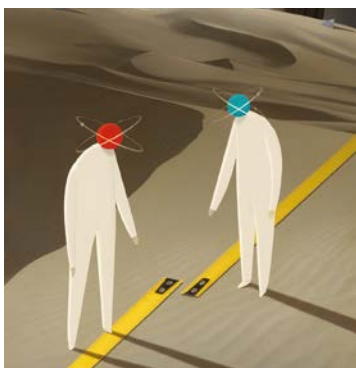
La préférence pour les garçons entraîne en Chine, en Inde et en Europe orientale un déséquilibre du *sex-ratio* à la naissance. Une véritable bombe à retardement démographique car, arrivés à l'âge du mariage, les hommes condamnés au célibat vont bientôt se compter par millions.



64 PHYSIQUE L'énigme de la durée de vie du neutron

Geoffrey Greene et Peter Geltenbort

Plus de 8 secondes d'écart : les diverses mesures de la durée de vie moyenne du neutron conduisent à deux résultats discordants. Cette divergence résulte-t-elle de simples erreurs expérimentales ou traduit-elle un mystère plus profond ?



72 HISTOIRE DES SCIENCES Einstein et la presse, une relation tumultueuse

Jean-Marc Ginoux et Christian Gérini

À partir de 1919, Einstein, devenu célèbre, intéresse plus que jamais les médias, notamment le *New York Times*. Il découvre alors leur pouvoir et leurs dangers...

Rendez-vous

78 Logique & calcul

Des indécidables à portée de main Jean-Paul Delahaye

Les énoncés dont on ne peut prouver ni qu'ils sont vrais ni qu'ils sont faux semblent moins rares qu'on ne l'imaginait : on en a trouvé avec des problèmes portant sur de petites machines de Turing.

84 Science & fiction

Les parasites sont partout !

J.-Sébastien Steyer et Roland Lehoucq

86 Art & science

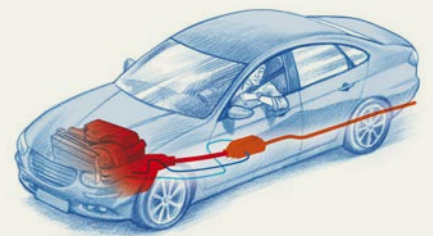
Tous les Chinois disent I love Yu

Loïc Mangin

89 Idées de physique

Quand la chaleur devient électricité

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik



92 Question aux experts

L'art préhistorique a-t-il existé ?

Romain Pigeaud

94 Science & gastronomie

Des tuiles à ne pas rater

Hervé This

96 À lire

98 Bloc-notes

Les chroniques de Didier Nordon

POUR LA SCIENCE LETTRE D'INFORMATION



Ne manquez pas la parution de votre magazine grâce à la **NEWSLETTER**

- Notre sélection d'articles
- Des offres préférentielles
- Nos autres magazines en kiosque

Recevez gratuitement la lettre d'information en inscrivant uniquement votre adresse mail sur www.pourlascience.fr

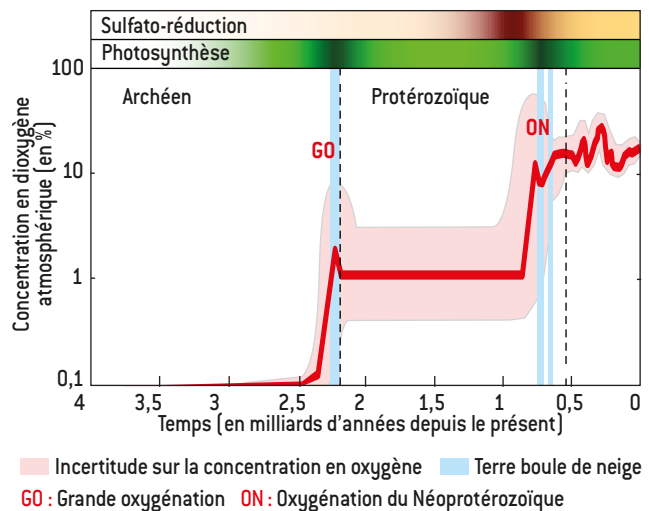
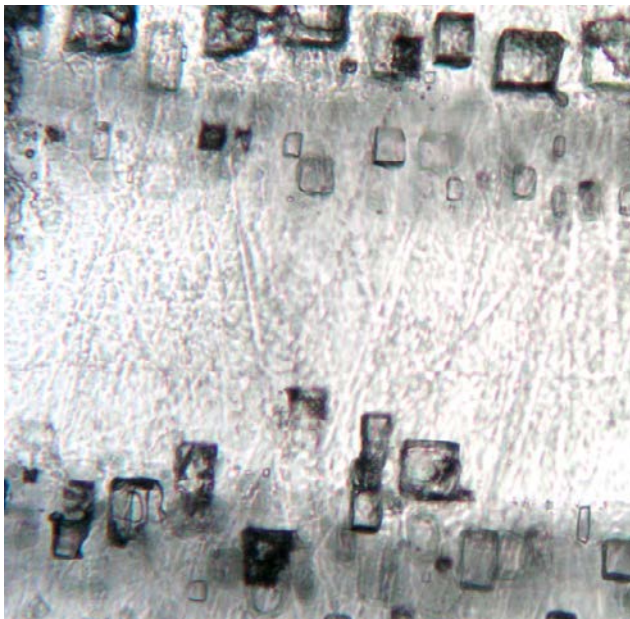
Actualités

Géosciences

L'atmosphère s'est enrichie en oxygène plus tôt que prévu

Selon la plupart des modèles, l'atmosphère terrestre serait restée relativement pauvre en oxygène jusqu'au début de l'ère cambrienne, il y a 500 millions d'années.

L'analyse d'un échantillon d'air datant de 815 millions d'années semble montrer le contraire.



En se formant, les cristaux d'halite (à gauche) piègent des bulles et gardent ainsi en mémoire la composition de l'atmosphère de l'époque. Des analyses d'halite ancienne ont ainsi montré que, il y a 815 millions d'années, l'atmosphère était plus riche en oxygène qu'on ne le pensait.

Respirez profondément et sentez ce précieux mélange d'azote et d'oxygène emplir vos poumons. L'air, qui contient 20,9 % d'oxygène, n'a pourtant pas toujours été riche en ce gaz indispensable à la vie animale. Mais une nouvelle étude suggère une teneur déjà assez élevée il y a 815 millions d'années, bien plus tôt qu'on ne l'estimait.

De nombreux indices géologiques montrent que l'oxygène était absent de l'atmosphère durant les deux premiers milliards d'années de l'histoire de la Terre. Ce n'est qu'à la suite de la Grande oxygénation, événement survenu il y a environ 2,4 milliards d'années, que l'oxygène est apparu dans l'atmosphère, mais encore en très faibles quantités (moins de 1 %). Selon le modèle dominant, cette concentration

aurait augmenté peu à peu au Protérozoïque (de 2,5 milliards à 541 millions d'années), pour grimper en flèche lors d'une seconde grande oxygénation qui se serait produite au Cambrien (de 541 à 385 millions d'années), en même temps que le développement de la vie pluricellulaire.

Mais l'explosion de la biodiversité cambrienne est-elle la cause ou le résultat de l'augmentation de la teneur en oxygène ? Une étude menée par une équipe internationale, dont fait partie Christophe Lécuyer, du Laboratoire de géologie de l'université de Lyon, penche pour le second scénario. En analysant un échantillon de l'atmosphère datant de 815 millions d'années, c'est-à-dire au Néoprotérozoïque, bien avant le Cambrien, les chercheurs ont découvert que la concentration

en oxygène était déjà bien plus élevée qu'on ne le pensait.

La pierre de sel, que les géologues nomment halite, est une archive naturelle précieuse pour l'étude des environnements passés : en se formant à l'interface entre l'air et l'eau saumâtre, ces cristaux capturent de l'air dans des bulles, qui enregistrent ainsi la composition de l'atmosphère au moment de leur formation. Les chercheurs ont trouvé des fragments d'halite sous une couche de sédiments d'environ un kilomètre de profondeur dans le sud-ouest de l'Australie. Ils ont déterminé leur âge – approximativement 815 millions d'années – en datant les couches sédimentaires correspondantes.

Les chercheurs ont ensuite brisé les cristaux dans une chambre à vide pour libérer le contenu des

bulles. Par spectrométrie de masse, ils ont déterminé la concentration en oxygène de cet air primitif. Le résultat est surprenant : ce dernier contient 10,9 % d'oxygène, soit 5 fois plus qu'on ne l'estimait habituellement pour l'atmosphère d'il y a 800 millions d'années.

Ces résultats suggèrent par conséquent que l'oxygène était déjà présent en quantité importante dans l'atmosphère (et donc dans l'océan) bien avant l'explosion de la vie pluricellulaire, à l'aube du Cambrien.

Par quel phénomène la concentration atmosphérique d'oxygène a-t-elle autant augmenté ? Parallèlement à cette étude sur l'halite, une équipe franco-brésilienne des universités de Sao Paulo et de Bélem, de l'Institut de physique du globe à Paris et du laboratoire

Neurosciences

Mots et tons : les chiens font la différence

Le meilleur ami de l'homme ne cesse de surprendre. Attila Andics, éthologue à l'université Loránd Eötvös de Budapest, et ses collègues ont montré que le cerveau du chien traite séparément le sens des mots et le ton employé. Or ces fonctions font appel, chacune, à un hémisphère différent du cerveau, une aptitude que l'on pensait peu répandue en dehors de l'espèce humaine. Le neurobiologiste Georges Chapouthier nous explique les implications de cette latéralisation des hémisphères cérébraux.

Domaines océaniques de Brest, menée par Pierre Sans-Jofre, a mis en évidence le rôle indirect de bactéries exploitant le soufre dans l'augmentation de l'oxygène atmosphérique et océanique au Néoprotérozoïque.

En analysant les composés soufrés dans des sédiments (des pyrites et des sulfates), les chercheurs ont estimé que ces bactéries auraient été responsables d'une baisse de 50 % des sulfates dissous dans l'océan. Utilisant ces sulfates comme oxydant dans une respiration anaérobie (sans oxygène), ces bactéries n'auraient donc pas consommé l'oxygène produit par les organismes photosynthétiques, et qui a ainsi pu enrichir l'atmosphère.

Ce phénomène de sulfato-réduction se serait produit au lendemain d'un événement majeur de l'histoire de la Terre, une glaciation de type « Terre boule de neige », une période où la planète a été entièrement couverte de glace. Selon Pierre Sans-Jofre et ses collègues, la déglaciation aurait conduit à un apport important de phosphate et de fer dans les océans. Ces éléments ont favorisé le développement massif d'algues qui ont alors consommé l'oxygène dissous dans l'eau. Appauvri en oxygène, le milieu est devenu plus favorable à des métabolismes associés à une respiration anaérobie, tels que celui des bactéries mises en évidence par les chercheurs.

Ces deux résultats se complètent et précisent ainsi les facteurs en jeu à une époque cruciale dans l'évolution de l'atmosphère terrestre.

William Rowe-Pirra

N. J. F. Blamey et al., *Geology*, vol. 44, pp. 651-654, 2016 ; P. Sans-Jofre et al., *Nature Comm.*, vol. 7, article 12192, 2016

Que savait-on du traitement de la parole humaine par les chiens ?

Georges Chapouthier :

Une idée très répandue est que les animaux, êtres émotionnels, sont capables de reconnaître les intonations mais pas la signification des mots. Or Attila Andics et son équipe ont montré que les chiens traitent séparément les données sémantiques et les données d'intonation. Ce que nous leur disons est analysé dans l'hémisphère gauche du cerveau alors que la façon dont nous le disons est analysée dans le cortex auditif de l'hémisphère droit.

Comment les chercheurs ont-ils établi ce résultat ?

G. C. : Ils ont travaillé avec treize chiens appartenant à quatre lignées différentes. Ils ont utilisé une technique d'imagerie cérébrale, l'IRM fonctionnelle, pour visualiser les régions de leur cerveau activées lors des expériences. Les expérimentateurs devaient soit dire des mots gentils (« bon chien », « bien joué... ») avec une voix enjouée ou neutre, soit dire des mots sans aucune signification pour le chien (« pourtant », « ainsi... ») sur les mêmes tons enjoués ou neutres. Lorsque les mots avaient un sens pour le chien, l'hémisphère gauche s'activait, et de même pour l'hémisphère droit lorsque

l'intonation exprimait un sentiment.

En quoi ces travaux sont-ils novateurs ?

G. C. : Contrairement à des travaux antérieurs qui analysaient l'aptitude remarquable de certains chiens à connaître un grand nombre de mots, cette étude est la première à opposer la capacité des chiens à reconnaître les mots employés à celle de reconnaître les tons utilisés.



G. Chapouthier, directeur de recherche émérite CNRS

Elle montre ainsi que leur cerveau est latéralisé sur le plan fonctionnel, c'est-à-dire que les deux hémisphères ont des fonctions différentes.

Quelles sont les implications de cette découverte ?

G. C. : Que la latéralisation hémisphérique est un phénomène beaucoup plus répandu et ancien qu'on ne le croyait. Nous connaissons, en dehors des primates, très peu d'animaux dont les hémisphères cérébraux ont des fonctions différentes. C'est le cas de certains oiseaux avec leur chant

(comme l'étréouneau) et des rats, dans la perception des hormones. Cette étude suggère donc que la latéralisation des hémisphères est un phénomène qui pourrait être présent dans de nombreux groupes encore non étudiés. Dans le cas spécifique du langage, on peut penser que la capacité des deux hémisphères à traiter des informations différentes – hémisphère gauche pour les éléments analytiques et hémisphère droit pour les données émotionnelles – remonte au moins à l'ancêtre commun des chiens et des primates (il y a près de 125 millions d'années).

Quelles suites donner à cette étude ?

G. C. : Afin de mieux visualiser quelle région de l'hémisphère gauche s'active pour traiter la parole humaine, l'expérience gagnerait à être reconduite avec un groupe plus homogène de chiens. En effet, les sujets testés dans cette étude ont des caractéristiques diverses : mâles et femelles entre 1 et 12 ans, de quatre races différentes. Dans un second temps, il serait intéressant d'étudier d'autres espèces telles que les éléphants, les dauphins, les corbeaux...

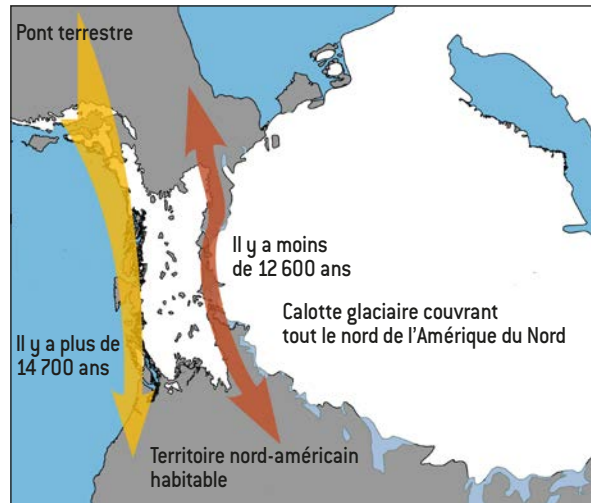
Alice Maestracci

A. Andics et al., *Science*, vol. 353, pp. 1030-1032, 2016

Archéologie

Premiers Amérindiens : la voie Pacifique se confirme

Par où sont passés les premiers hommes arrivés en Amérique ? Une nouvelle étude révèle que l'ouverture du passage dans la calotte glaciaire est postérieure aux premières traces de cultures américaines. Ils sont donc passés ailleurs, probablement en longeant la côte ouest.



On pensait que les premiers colonisateurs des Amériques avaient traversé ce genre de paysage au pied des Rocheuses canadiennes. En fait, ils auraient plutôt longé la côte.

2200 ans au moins :

c'est le laps de temps qui s'est écoulé entre l'arrivée des pionniers au nord de l'Amérique et l'ouverture d'un corridor terrestre au pied des Rocheuses canadiennes

Ils ne sont pas passés par l'intérieur des terres ! C'est la conclusion qui s'impose après une datation définitive de l'ouverture du « corridor terrestre » à travers les glaciers nord-américains, par lequel sont censés être passés les ancêtres de la population amérindienne après avoir traversé le pont terrestre qui reliait l'Asie et l'Amérique pendant la dernière glaciation.

Longtemps, aux États-Unis, a dominé la théorie *Clovis first*, selon laquelle les premiers Amérindiens appartenaient à la culture Clovis, dont les plus anciens vestiges datent de 13 000 ans. Puis des traces d'occupation plus anciennes ont été découvertes...

Toutefois, l'un des piliers de la théorie *Clovis first* a subsisté : l'idée que les premiers chasseurs-cueilleurs sont parvenus dans le sud de l'Amérique du Nord en empruntant le corridor qui s'est ouvert au centre du Canada quand la calotte glaciaire recouvrant la région a enfin reculé.

C'est pourquoi une équipe dirigée par Eske Willerslev, de

l'université de Copenhague, a entrepris de dater l'une des dernières régions du passage libéré par les glaces : le bassin de la rivière Peace. Durant l'hiver, ils ont extrait des sédiments des lacs de la région. Dans le cadre de son doctorat, Eske Willerslev avait démontré qu'il était possible d'y retrouver de l'ADN fossile. Les chercheurs ont donc extrait cet ADN. Ils l'ont ensuite séquencé par la technique dite du *shotgun*, qui produit de nombreuses séquences courtes d'ADN, à partir desquelles les espèces présentes dans l'environnement de l'époque peuvent être identifiées.

Il s'avère qu'une végétation steppique est apparue dans le bassin de la rivière Peace il y a seulement 12 600 ans, rapidement suivie par des espèces telles que le bison, le mammouth, le lièvre et le campagnol, toutes à l'aise dans la steppe. Ce n'est que vers 11 500 ans que s'est mis en place un écosystème forestier accueillant de grandes populations d'élan et toutes les espèces actuelles. Or les 1 500 kilomètres

du corridor canadien n'ont pu être traversés par des chasseurs-cueilleurs que s'ils pouvaient s'y nourrir. Pour les chercheurs, ce passage n'est vraisemblablement devenu « biologiquement possible » qu'après l'arrivée de la forêt et de son gibier, donc il y a nettement moins de 12 600 ans.

Or cette date se situe 400 ans après le début de la culture Clovis. Elle est aussi postérieure de plusieurs milliers d'années aux cultures pré-Clovis. Alors, par où sont passés les premiers arrivants qui ont colonisé les Amériques ? L'hypothèse d'une migration le long de la côte ouest du Canada prise dans les glaces, avec une culture maritime et côtière comparable à celle des Inuits, est la plus probable à ce stade. Reste à la documenter par l'archéologie. Les chercheurs américains ont déjà commencé la chasse aux traces d'occupation humaine dans les milliers d'îles de la côte Pacifique, et déjà des indices apparaissent.

François Savatier

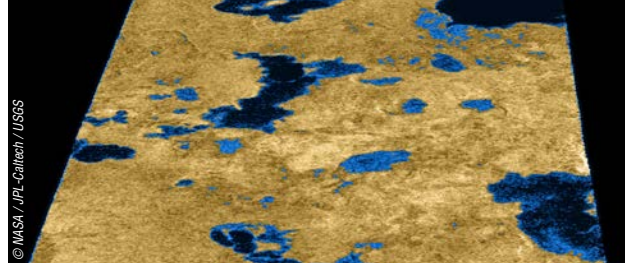
M. W. Pedersen et al., *Nature*, vol. 537, pp. 45-49, 2016

Chimie

Sur Titan, une chimie prébiotique sans eau ni oxygène ?

La chimie prébiotique décrit l'apparition des premières briques du vivant : acides aminés, sucres... Les conditions d'émergence que l'on considère pour de tels composés sont souvent celles d'une Terre primitive, chaude et riche en eau liquide. Néanmoins, l'étude de Titan, lune de Saturne, offre des pistes différentes pour l'apparition d'autres molécules prébiotiques. Son environnement est caractérisé par des températures basses et la présence de rivières et de précipitations composées de méthane et d'éthane.

En 2015, des chercheurs ont montré que des membranes stables, préfigurant des parois cellulaires, peuvent se former dans ces hydrocarbures. À présent, l'équipe de Martin Rahm, de l'université Cornell aux États-Unis, suggère que les molécules de type polyimines, sans doute abondantes sur Titan, joueraient un rôle similaire à celui de biomolécules terrestres.



Le radar de la sonde *Cassini* a mis en évidence des lacs de méthane liquide à la surface de Titan. Hébergent-ils une chimie complexe ?

Les polyimines sont des polymères dont l'unité de base est l'acide cyanhydrique, HCN. À basse température, les calculs montrent qu'ils adoptent de nombreuses configurations tridimensionnelles stables (en forme d'hélice, de vagues ou de structures planes susceptibles de s'empiler).

La structure et les propriétés électroniques de certaines de ces configurations rappellent celles des protéines. Plus étonnant, les formes planes absorbent la lumière de même longueur d'onde

que celle qui arrive à la surface de Titan, assurant la conversion d'énergie électromagnétique en énergie chimique, comme pour la photosynthèse sur Terre.

Selon les auteurs de cette étude, si l'existence d'une vie sur Titan fondée sur les polyimines reste hypothétique, une autre chimie complexe et éventuellement prébiotique peut être à l'œuvre sur des systèmes planétaires froids et, à première vue, stériles.

Martin Tiano

PNAS, vol. 113, pp. 8121-8126, 2016

La mouche en chute libre

Quand nous sautons dans le vide ou utilisons un ascenseur, nous ressentons l'accélération et la pesanteur, grâce aux petits capteurs situés dans notre oreille interne. Mais qu'en est-il chez les insectes volants ? Roman Goulard, Jean-Louis Vercher et Stéphane Viollet, du CNRS et de l'université d'Aix-Marseille, ont découvert que pour détecter qu'elles sont en chute libre, les mouches s'appuient principalement sur leur vision et non sur une éventuelle perception de la gravité.

Pour le mettre en évidence, les chercheurs ont développé un dispositif expérimental permettant de placer des insectes en chute libre. Avec de la lumière et des repères visuels, les mouches compensent leur chute, mais pas dans l'obscurité totale. La vision semble donc jouer un rôle important.

De précédentes études suggéraient que les mouches exploitaient le flux d'air, mais cette information semble insuffisante : dans le noir complet, elles se crashent dans la plupart des cas.

Biomédecine

Pourquoi les métastases adoptent les poumons

Les poumons sont des champions de la maîtrise de soi. Avec leurs 70 mètres carrés de surface en contact avec l'extérieur chez un humain adulte, ils sont confrontés à une multitude d'agents étrangers sans que leur système immunitaire ne s'affole pour autant. Toutefois, cette faculté se retourne contre eux. David Clever, de l'Institut américain du cancer, à Bethesda, et ses collègues ont découvert que le mécanisme qui empêche le système immunitaire des poumons de s'emballer à chaque inspiration y favorise aussi l'installation de métastases.

Un élément clé de ce mécanisme est l'oxygène inhalé, et plus

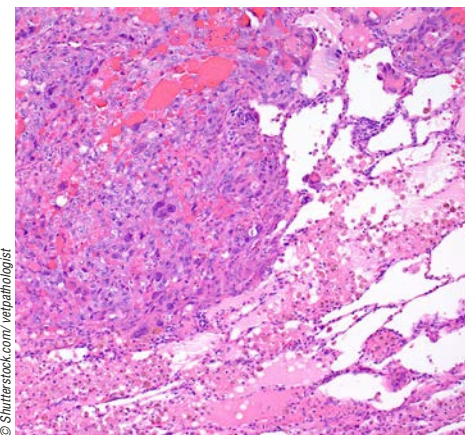
précisément, une famille de protéines sensibles à l'oxygène, les enzymes PHD. En comparant les réponses immunitaires de souris ne produisant pas les enzymes PHD et de souris normales, les biologistes ont montré que ces protéines limitent l'inflammation des poumons en présence d'agents étrangers anodins. Or une cellule cancéreuse s'infiltrant dans un nouvel organe en arborant à sa surface des molécules mutées, inconnues du système immunitaire, ressemble à un agent étranger. Obtiendrait-on le même effet ? Les biologistes ont donc reproduit l'expérience en injectant une tumeur aux souris par voie intraveineuse. Et de fait,

la tumeur a moins souvent colonisé les poumons des souris sans enzymes PHD que ceux des souris normales. En d'autres termes, les enzymes PHD créent un environnement propice à la colonisation des poumons par des métastases.

Les métastases causent plus de 90 % des décès dus au cancer. Jusqu'à présent, les chercheurs se sont surtout intéressés aux caractéristiques des cellules métastatiques. Ces travaux rappellent que celles des lieux que ces cellules colonisent sont tout aussi importantes dans la lutte contre le cancer.

Marie-Neige Cordonnier

Cell, vol. 166, pp. 1117-1131, 2016



Souvent, des métastases issues de tumeurs provenant d'autres organes s'installent dans les poumons, où elles développent une tumeur, telle la masse de cellules ci-dessus à gauche.

Bon goût à l'âge du Bronze

Quel homme de goût ! Même un dandy parisien aurait du mal à s'habiller ainsi : grâce à l'ADN mitochondrial retrouvé dans les cuirs de l'attirail d'Ötzi, l'homme des glaces, Niall O'Sullivan, de l'Institut pour les momies et l'homme des glaces, à Bolzano, vient de montrer que le chapeau d'Ötzi est en fourrure d'ours, son carquois et son sac en peau de chevreuil, sa ceinture en veau, son cache-sexe en peau de mouton et ses jambières en peau de chèvre. Quant à sa grande veste, elle se compose à la fois de cuir de mouton et de cuir de chèvre.

Froid et floraison

On sait depuis longtemps que le froid est responsable du déclenchement de la floraison par un phénomène nommé vernalisation. En 2009, l'équipe de Caroline Dean, du John Innes Centre, à Norwich, en Angleterre, avait mis en évidence le gène impliqué, *Flowering Locus C* (FLC), et le fait qu'il est inactivé par la protéine Vin3 pour permettre la floraison. Récemment, la même équipe a découvert qu'une autre protéine, Val1, reconnaît la séquence du gène FLC et modifie la conformation de l'ADN, une étape indispensable pour que Vin3 passe à l'action.

Double transit planétaire

Le système TRAPPIST-1 héberge trois planètes. Lors de leur découverte, il n'avait pas été possible de déterminer si TRAPPIST-1B et -1C, classées comme super-Terres du fait de leurs tailles légèrement supérieures à celle de notre planète, étaient des planètes gazeuses ou telluriques. L'observation par le télescope spatial *Hubble* d'un événement rare, le passage des deux planètes presque en même temps devant leur étoile, a permis de répondre à la question. Les variations du spectre durant ce double transit étaient faibles, ce qui suggère des atmosphères peu étendues, donc des planètes telluriques.

Médecine

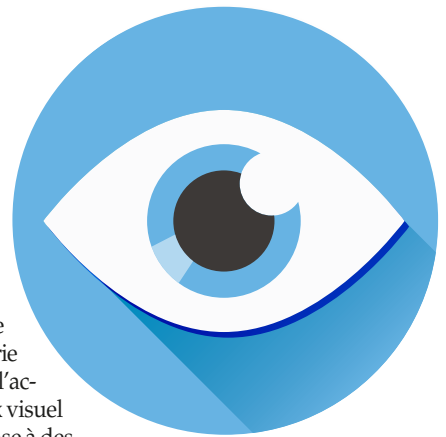
Rétines artificielles : on y voit plus clair

Atravers le monde, 45 millions de personnes souffrent de cécité. Pour celles dont seule la rétine est touchée, retrouver la vue pourrait devenir une réalité grâce aux prothèses rétinienne. Développées depuis une dizaine d'années, elles permettent aux patients implantés de percevoir des signaux lumineux sous forme de taches, les phosphènes.

Une prothèse rétinienne se compose d'une caméra, fixée sur une paire de lunettes, d'un système électronique qui convertit l'image de la caméra en signal électrique et d'une matrice de microélectrodes qui stimulent les neurones de la rétine. Mais l'image restituée est loin d'être nette et précise. Sébastien Roux,

du CNRS et de l'université Aix-Marseille, et son équipe ont identifié un effet qui limite la qualité de l'image. Grâce à une technique d'imagerie optique, ils ont comparé l'activité nerveuse du cortex visuel de 35 rongeurs en réponse à des stimuli visuels naturels, d'une part, et électriques, d'autre part.

Les résultats montrent que, bien que la prothèse stimule le cortex visuel du rongeur au bon endroit et avec la bonne intensité, la zone activée est trop grande et de forme allongée. Cette anomalie de forme et de taille s'expliquerait par la stimulation accidentelle de cellules nerveuses situées dans le voisinage de celles à activer.



Sébastien Roux et ses collègues ont alors montré qu'en apportant des modifications appropriées aux stimulations électriques du dispositif, ils limitent l'activation des neurones non concernés et améliorent ainsi la performance des prothèses rétiniennes.

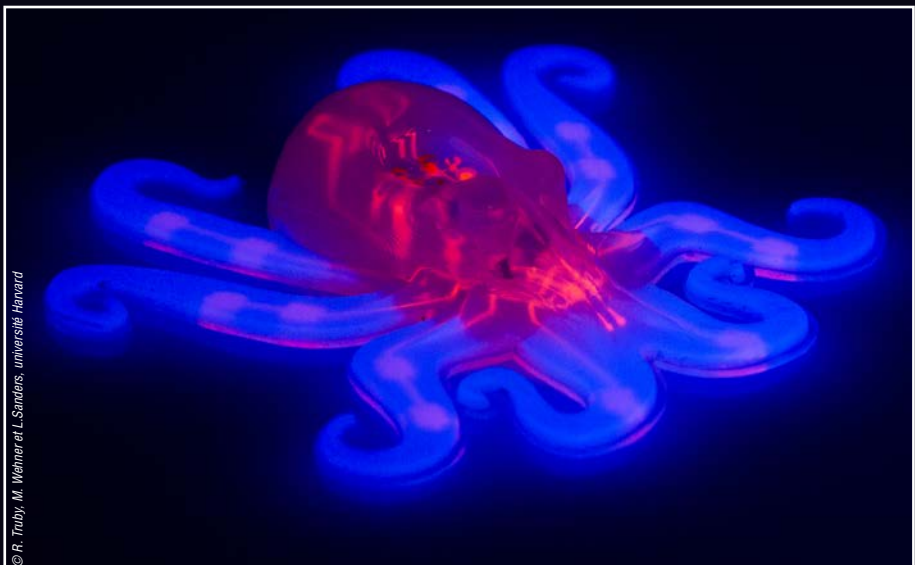
A. M.

S. Roux et al., *eLIFE*, en ligne le 23 août 2016

Insolite

Un robot souple comme un poulpe

Les robots souples sont plus robustes et s'adaptent mieux aux environnements naturels que les robots construits avec des matériaux rigides. Cependant, leur conception se heurte au besoin de les alimenter avec une batterie et des fils électriques. Jennifer Lewis, de l'université Harvard, et ses collègues ont conçu un « octobot » dont les tentacules sont actionnés par un système pneumatique, alimenté par du gaz qu'émet une réaction chimique.



© R. Truby, M. Wehner et L. Sanders, université Harvard