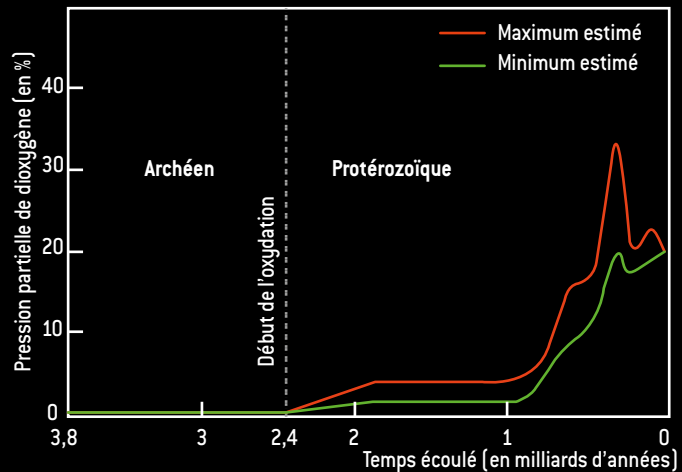


Géochimie

Le méthane, facteur clé de la Grande Oxydation

Il y a 2,4 milliards d'années, l'oxygénation de l'atmosphère terrestre par les bactéries photosynthétiques aurait été facilitée, voire rendue possible, par l'activité préalable des bactéries productrices de méthane.



© NASA/Laudhève

Titan, lune de Saturne (ci-dessus), est entouré d'un halo de méthane probablement similaire à celui de la Terre juste avant la Grande Oxydation, événement capital dans l'histoire de la vie (ci-dessus à droite).

La teneur
atmosphérique
en dioxygène a été
multipliée par
100 000
depuis la Grande Oxydation,
il y a 2,4 milliards
d'années.

Il y a 2,4 milliards d'années, au Protérozoïque, ère qui suit l'Archéen, l'atmosphère terrestre s'est fortement enrichie en dioxygène (voir la courbe ci-dessus). Deux principaux mécanismes sont supposés expliquer cet événement nommé Grande Oxydation : la photosynthèse d'une part, accompagnée par un enfouissement de matière organique dans les sédiments ; l'échappement d'hydrogène vers l'espace d'autre part, qui réduit le piégeage de l'oxygène sous la forme d'eau (H_2O). Or avec des collègues, Gareth Izon, de l'université de Saint Andrew, en Écosse, vient de présenter un scénario accréditant l'idée qu'une production biologique massive de méthane (CH_4) aurait déclenché une évacuation massive de l'hydrogène planétaire.

Dans l'ouest du bassin sédimentaire du Griqualand, en Afrique du Sud, les chercheurs ont mis en évidence, à 840 mètres de profondeur, dans une strate d'époque juste antérieure à la Grande Oxydation, de brutales

variations des rapports isotopiques $^{36}S/^{32}S$ et $^{33}S/^{32}S$, relatifs au soufre, et une baisse du rapport $^{13}C/^{12}C$, pour le carbone.

Ces changements signalent l'arrivée massive de méthane dans l'atmosphère. Pourquoi ? En conditions anaérobies, le métabolisme des bactéries sulfato-réductrices, qui « respirent » des sulfates et produisent des sulfures, conduit à de légères différences entre les abondances des isotopes de soufre. Toute variation dans leurs proportions signale une évolution de l'atmosphère.

De quels changements s'agissait-il ? L'enrichissement concomitant des sédiments marins en carbone 12 indique une production massive de méthane. En effet, les bactéries méthanogènes synthétisent plus de méthane à partir de carbone 12 qu'à partir de carbone 13. Lorsque ces bactéries abondent, elles accumulent le méthane à carbone 12, lequel finit donc par s'amasser dans les sédiments marins.

La modélisation de l'atmosphère archéenne réalisée par les

chercheurs suggère que les variations mesurées s'expliquent au mieux si l'on admet que juste avant la Grande Oxydation, les bactéries méthanogènes ont, pendant un million d'années, créé dans l'atmosphère une brume de méthane comparable à celle présente sur Titan, la lune de Saturne. Parvenues dans la haute atmosphère, les molécules CH_4 auraient été dissociées par le rayonnement solaire, et des masses énormes d'hydrogène se seraient ainsi échappées dans l'espace.

À la fin de l'Archéen, la multiplication de tels épisodes aurait considérablement diminué le caractère réducteur de l'atmosphère. Ensuite, l'activité des bactéries photosynthétiques ainsi qu'un autre processus, la dissociation de molécules d'eau par le rayonnement solaire dans la haute atmosphère, ont peu à peu augmenté la teneur atmosphérique en dioxygène – qui est aujourd'hui environ 100 000 fois celle atteinte par la Grande Oxydation.

F. S.

PNAS, vol. 114, pp. E2571-E2579, 2017

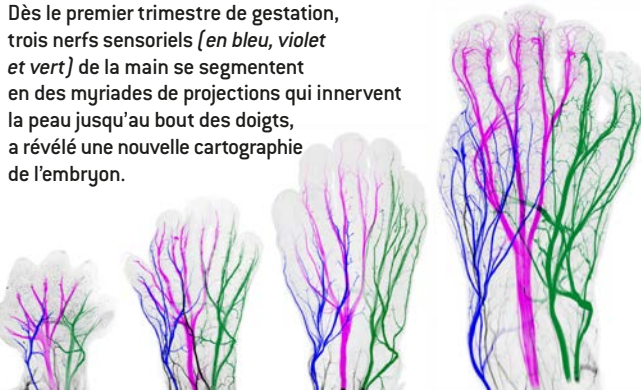
Embryologie

Dans le dédale de l'embryon humain

Cartographier l'embryon humain en trois dimensions à l'échelle cellulaire et au fil de son développement, c'est ce qu'a entrepris une équipe de l'Institut de la vision (UPMC/Inserm/CNRS), à Paris, et du centre de recherche Jean-Pierre Aubert (université de Lille, CNRS), sous la direction d'Alain Chédotal.

Auparavant, on obtenait des reconstructions tridimensionnelles à partir de milliers d'embryons et de fœtus morts dont on analysait de fines coupes au microscope, aux différents stades du développement. Aujourd'hui, de nouvelles techniques d'imagerie permettent de visualiser l'intérieur de l'embryon entier au cours du premier trimestre de développement. À l'aide d'anticorps fluorescents, Alain Chédotal et ses collègues ont marqué certaines protéines spécifiques des cellules qu'ils voulaient suivre; puis ils ont rendu l'embryon transparent en le plongeant dans plusieurs solvants, ce qui élimine les membranes des cellules tout

Dès le premier trimestre de gestation, trois nerfs sensoriels (en bleu, violet et vert) de la main se segmentent en des myriades de projections qui innervent la peau jusqu'au bout des doigts, a révélé une nouvelle cartographie de l'embryon.



en préservant leur architecture protéique. Enfin, en utilisant un microscope à haute résolution dit à feuillet de lumière, qui balaye l'échantillon avec un plan lumineux (et non un point, comme les microscopes classiques), ils ont scanné l'embryon.

Le résultat est spectaculaire. En analysant 36 embryons et fœtus de 6 à 14 semaines avec 70 anticorps, les biologistes ont obtenu des cartes précises du développement des systèmes musculaire, vasculaire, cardiopulmonaire,

urogénital et du système nerveux périphérique. Ils ont ainsi montré que la vascularisation des voies génitales se différencie au moment où le sexe se détermine. L'idée est à présent d'enrichir ces données afin de construire un atlas 3D de l'embryon humain, disponible sur Internet tant pour l'enseignement que pour préciser les mécanismes de régulation de son développement.

Marie-Neige Cordonnier

M. Belle et al., *Cell*, vol. 169, pp. 161-173, 2017

Asthme et hygiène

Pourquoi l'asthme est-il de plus en plus répandu, en particulier dans les pays développés? Une hypothèse est que ce serait dû à l'hygiène excessive qui caractérise nos vies urbaines. Des études épidémiologiques ont en effet montré que s'exposer à un environnement riche en microbes protège contre le développement d'allergies, dont l'asthme. Toutefois, le mécanisme en jeu restait inconnu. Catherine Sabatet et Coraline Radermecker, de l'université de Liège, en Belgique, et leurs collègues ont mis en évidence une explication.

En exposant des souris à des fragments d'ADN bactérien connus pour moduler la réponse immunitaire de modèles animaux, les biologistes ont montré que ces fragments augmentent la production de macrophages à partir d'un réservoir situé dans la rate. Ces macrophages s'infiltrèrent dans les poumons, où ils protègent les souris contre l'asthme en présence d'allergènes. Injectés à des souris asthmatiques, ils les guérissent. Reste à savoir si un mécanisme similaire est à l'œuvre chez l'homme.

Astrophysique

Un même axe de rotation pour plusieurs étoiles

Les étoiles naissent dans de gigantesques nuages de gaz et de poussière opaques. La connaissance du processus de leur formation repose donc surtout sur des modèles dont les détails restent à établir. En étudiant des étoiles anciennes, Enrico Corsaro, du CEA-Saclay, et ses collègues ont montré que ces astres ont hérité certaines propriétés des conditions de leur naissance au sein des nuages de gaz.

Les chercheurs se sont intéressés à 48 géantes rouges, de une à deux masses solaires, appartenant à deux amas anciens. Par la technique d'astérosismologie, l'étude des modes de vibration des étoiles,

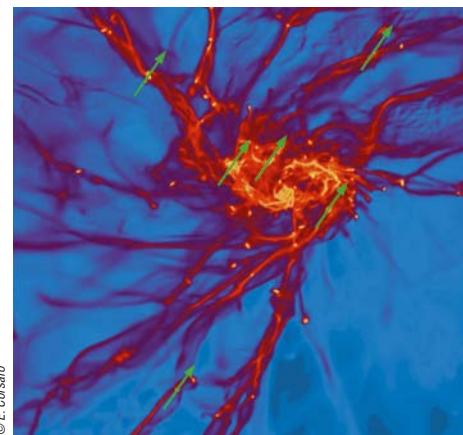
ils ont montré que dans un même amas, environ 70 % des axes de rotation de ces étoiles pointent dans la même direction.

Ce résultat est étonnant, car dans les modèles d'effondrement des nuages de gaz et de formation des étoiles, les importants phénomènes de turbulence, engendrés par les mouvements désordonnés du gaz, conduisent à une distribution aléatoire de la direction des axes de rotation. Pour expliquer l'alignement de ces axes dans les amas étudiés, les chercheurs suggèrent que le mouvement de rotation du nuage était assez important pour s'imprimer dans l'orientation des axes des étoiles.

Pour le vérifier, ils ont effectué des simulations numériques d'un nuage de gaz en effondrement. Ils ont montré que les propriétés de rotation du nuage sont transférées aux étoiles individuelles si au moins 50 % de l'énergie cinétique du nuage est sous forme d'énergie rotationnelle. En outre, seules les étoiles de masse supérieure à 0,7 fois celle du Soleil préservent ces caractéristiques. Les étoiles plus légères sont plus sensibles aux turbulences: leur axe de rotation prend donc une direction aléatoire.

Sean Bailly

E. Corsaro et al., *Nature Astronomy*, en ligne le 13 mars 2017



Lorsqu'un nuage de gaz et de poussière s'effondre sur lui-même, le mouvement de rotation initial laisse son empreinte sur les axes de rotation (en vert) des étoiles formées.

Le plus vieux des Portugais

Le très vieux crâne humain que l'équipe du paléanthropologue João Zilhão a découvert il y a deux ans dans la grotte d'Aroeira, au Portugal, vient d'être étudié. La roche qui le contenait ayant pu être datée précisément, on sait aujourd'hui que le plus vieux des Portugais connu a vécu il y a quelque 400 000 ans. À quelle espèce humaine appartient-il ? À *Homo heidelbergensis* indubitablement, même si certains de ses caractères diffèrent de ceux des crânes de même époque, un reflet de la diversité de cette espèce en Europe.

Envie de jouer contagieuse

Le kéa, un perroquet néo-zélandais, est parfois d'humeur joueuse. Le cri qu'il lance dans cette situation « contamine » ses congénères et les pousse eux aussi à adopter un comportement de jeu. Et ils poursuivent cette activité plus longtemps qu'en entendant d'autres types de cris. Cette découverte d'une équipe de l'institut de recherche Messerli, en Autriche, fait du perroquet le premier non-mammifère à présenter une vocalisation « émotionnellement contagieuse ». De précédentes études avaient montré des comportements similaires chez les chimpanzés et les rats.

Bientôt le nouveau kelvin

L'unité de température, le kelvin, est définie à partir du point triple de l'eau, mais les métrologues ont décidé de la redéfinir à partir d'une constante plus fondamentale, celle de Boltzmann (qui relie l'énergie cinétique des molécules d'un gaz parfait à la température). Le changement se fera en 2018 sous certaines conditions. Il faut d'abord mesurer la constante de Boltzmann avec une précision de un millionième par deux méthodes indépendantes. Cet objectif est maintenant atteint grâce au dispositif d'une équipe de l'agence allemande de métrologie. Tout est prêt pour 2018 !

Géosciences

Nouvelle explication pour les stries martiennes

Eau liquide ou effet Knudsen ?
L'origine des stries martiennes
reste à élucider.

© MRO, HiRISE, NASA/JPL, Université de l'Arizona

En 2010, la caméra HiRISE de la sonde MRO, en orbite autour de Mars, a photographié des structures qui pourraient traduire la présence actuelle d'eau liquide: de longues stries sombres et éphémères qui se forment l'été sur les versants de certaines montagnes. Frédéric Schmidt, du laboratoire Geops, à l'université Paris-Saclay, et ses collègues proposent une autre explication... sans eau liquide.

Le problème avec le scénario aqueux est que les stries se forment dans des régions très sèches. L'eau disponible semble donc insuffisante pour recharger chaque année les lignes sombres. En outre, il n'y a pas eu de détection directe d'eau liquide dans les stries.

Frédéric Schmidt et ses collègues se sont intéressés à des

écoulements granulaires en l'absence d'eau et ont considéré l'effet Knudsen: du fait de l'éclairement solaire et de la pression atmosphérique très basse, le gaz contenu dans le sol chauffé par le Soleil s'en échappe, ce qui déstabilise les grains des couches supérieures et provoque une coulée. Les grains les plus grossiers restent sur le dessus, d'où la couleur foncée des stries. Après l'été, la strie, recouverte par des grains fins apportés par le vent martien, s'efface.

Les chercheurs ont modélisé ce processus et constaté qu'il déclenche une coulée pour les pentes d'environ 30 degrés d'inclinaison, en accord avec ce que voient les sondes en orbite autour de Mars.

S. B.

F. Schmidt et al., *Nature Geoscience*, en ligne, 20 mars 2017

Insolite

Une grenouille sous les feux des projecteurs

C'est une première chez les amphibiens. Des chercheurs ont découvert que la rainette ponctuée, une grenouille sud-américaine, est fluorescente. Éclairée par un faisceau ultraviolet, elle brille d'une intense lueur bleu vert. Les molécules fluorescentes de la rainette ponctuée ne ressemblent à aucune de celles trouvées chez d'autres animaux fluorescents. Toute la lumière n'a pas encore été faite sur ce phénomène.



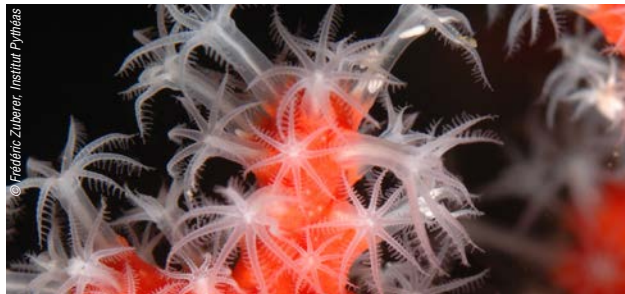
© J. Falvovich et C. Taboada (Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" - CONICET)

Évolution

Comment le corail rouge devient mâle ou femelle

A l'œil, rien ne ressemble plus à un corail rouge qu'un autre corail rouge. Pourtant, cette espèce méditerranéenne présente des individus mâles et femelles, que l'on sait identifier en les diséquant. Mais jusqu'à présent, le mode de déterminisme sexuel était inconnu – ce qui ne facilitait pas la protection de cet animal colonial, dont les populations sont perturbées tant par son exploitation pour la bijouterie que par le réchauffement climatique. Marine Pratlong, d'Aix Marseille Université, et ses collègues viennent de mettre au jour ce mécanisme.

Les biologistes ont exploré le génome du corail en quête d'éventuelles marques génétiques similaires aux chromosomes XX/XY des mammifères. En examinant des endroits particulièrement



Cette colonie de corail rouge (*Corallium rubrum*) est femelle : on aperçoit des larves blanches dans ses polypes. Cela se lit aussi dans ses gènes.

variables du génome chez 354 individus, ils ont mis en évidence des variants spécifiques des femelles, identiques sur les deux copies de leurs gènes, alors que les mâles portaient des variants différents à ces endroits, et inversement. De plus, ce critère seul a suffi pour déterminer le sexe de coraux dans

95% des cas. Les coraux rouges ont donc bien un système de déterminisme sexuel génétique de type XX/XY, comme les mammifères, très probablement apparu indépendamment.

M.-N. C.

M. Pratlong et al., *Royal Society open science*, vol. 4, 160880, 2017

Très ancien fossile végétal

Le plus ancien fossile d'organisme eucaryote (à une ou plusieurs cellules avec noyau) était celui d'une algue rouge datant de 1,2 milliard d'années. Mais cette date pourrait être reculée grâce à la découverte de l'équipe de Stefan Bengtson, du Muséum d'histoire naturelle de Suède.

Les chercheurs ont mis au jour des fossiles bien conservés en Inde qui auraient 1,6 milliard d'années. Ils en ont analysé la structure par tomographie aux rayons X et noté que ces organismes partagent des caractéristiques avec des algues rouges. Certains éléments trouvés dans les cellules fossilisées ressemblent à des chloroplastes, organelles liées à la photosynthèse. Ainsi, l'histoire des plantes et des eucaryotes serait plus ancienne qu'on ne le pensait.



les conférences

Entrée libre dans la limite des places disponibles

À la Cité des sciences et de l'industrie
Les mardis 18, 25 avril, 2, 9 et 16 mai à 19h

Cycle
Dans la tête de l'homme médiéval
Avec Michel Pastoureau, Damien Boquet, Martin Aurell, Denis Savoie, Danielle Jacquart, Cyrille Leforestier.

Au Palais de la découverte
Les mercredis à 19h, jusqu'au 31 mai

Cycle
La recherche à l'horizon 2037
Depuis 1937, le Palais de la découverte se fait l'écho de la recherche scientifique. À l'occasion de ses 80 ans, il invite des chercheurs à se projeter en 2037.
Avec notamment : Philippe Bihouix, Julien Bobroff, Marie-Christine Schermann, Étienne Klein, ...

En partenariat avec 

programme complet sur cife.sciences.fr

Avec le soutien de  

En partenariat avec 

programme complet sur palais-decouverte.fr

Paléontologie

L'oiseau Gargantua espagnol

Un os énigmatique par sa taille vient d'être identifié. Une équipe internationale de chercheurs, comprenant notamment Delphine Angst, de l'université du Cap, en Afrique du Sud, et Eric Buffetaut, de l'École normale supérieure à Paris, vient d'établir à quelle espèce appartient un synsacrum trouvé dans le gisement espagnol de Laño, qui date de 72 millions d'années.

Un synsacrum est, chez les dinosaures et les oiseaux, un os composé de plusieurs vertèbres soudées entre elles et sur lesquelles s'attachent les éléments du bassin. Afin d'identifier celui de Laño, l'équipe a recherché des os similaires dans les gisements d'époque comparable qu'elle connaissait. Ceux qu'elle a trouvés dans des sites de l'Aude, de l'Hérault et du Var ont conduit à attribuer l'os de Laño à l'«oiseau Gargantua».

Son nom d'espèce – *Gargantuavis philoinos* – fait allusion à un oiseau géant comparable, selon Eric Buffetaut, aux moas, d'anciens oiseaux herbivores néo-zélandais mesurant jusqu'à 3,6 mètres de haut et qui avaient pour seul prédateur un aigle. L'os de Laño montre ainsi que l'aire de répartition de l'oiseau Gargantua s'étendait sur l'ensemble de l'île ibéro-armoricaine, île qui, au Crétacé supérieur, regroupait le sud de la France actuelle et la péninsule Ibérique.

F. S.

D. Angst et al., *Annales de Paléontologie*, en ligne le 15 février 2017



© X. Carmelo Corral

Le synsacrum de Laño, en vues latérale et ventrale. Cet os d'une dizaine de centimètres de long appartenait à un oiseau géant.

Astrophysique

Pétillants lacs de Titan

L'azote, qui représente près de 98 % de l'atmosphère de Titan, se dissout abondamment dans le méthane et l'éthane liquides qui remplissent les mers de cette lune de Saturne. L'équipe de Michael Malaska, du JPL (*Jet Propulsion Laboratory*), aux États-Unis, a étudié la solubilité de l'azote dans les hydrocarbures aux conditions de température et de pression régnant sur Titan. Ces chercheurs ont montré que l'équilibre est instable et qu'une petite perturbation provoque un important dégazage d'azote, à la manière d'une boisson contenant du dioxyde de carbone dissous. Les bulles ainsi produites expliqueraient un phénomène éphémère surnommé «île magique» et observé par la sonde *Cassini* : une zone devenue momentanément très claire sur l'une des mers d'hydrocarbures de Titan. Plusieurs hypothèses avaient été avancées, dont celle d'un dégazage, un scénario conforté par ces nouveaux résultats.

S. B.

M. Malaska et al., *Icarus*, vol. 289, pp. 94-105, 2017

Archéologie

De belles mosaïques à Uzès

Deux grandes et magnifiques mosaïques viennent d'être mises au jour à Ucetia, l'Uzès romaine (Gard). Elles recouvrent le sol de la pièce principale d'un bâtiment de 250 mètres carrés, qui semble avoir été un édifice public, comme le confirme la qualité des mosaïques et du sol de deux de ses quatre pièces.

Ainsi, un mortier rose incrusté de tesselles (éléments de mosaïques) couvre le sol d'une antichambre, laquelle mène à une salle d'apparat mesurant 60 mètres carrés et ornée des

deux grandes mosaïques polychromes. Les motifs géométriques de celles-ci encadrent deux médaillons centraux formés de couronnes, de rayons et de chevrons, dont l'un est flanqué de quatre animaux : un hibou, un canard, un aigle et un faon. Plusieurs autres bâtiments construits au 1^{er} siècle avant notre ère ou après témoignent de l'opulence de l'agglomération fondée par les colons romains tout près des sources alimentant l'aqueduc de Nîmes.

F. S.

www.inrap.fr



© Denis Gliksmann/Inrap

Le médaillon central de l'une des deux grandes mosaïques d'Uzès est encadré de quatre animaux polychromes (*image du haut*), dont un hibou expressif campé sur ses pattes (*détail ci-dessus*).

Environnement

Un bilan sur la Méditerranée

Du fait des activités humaines (surpêche, pollution et réchauffement climatique), on sait que l'écosystème de la mer Méditerranée est menacé. Cependant, seules des études régionales avaient été réalisées. Marta Coll, de l'Institut de recherche pour le développement (IRD, à Sète) et une équipe internationale ont rassemblé les données concernant l'ensemble du bassin depuis les années 1950. Les chercheurs estiment que, sur cette période, les populations de poissons ont diminué d'environ 34 %, et même, pour les prédateurs supérieurs, de 40 %. Et, d'après une modélisation numérique, l'impact du réchauffement climatique, à l'origine d'une diminution de la biomasse planctonique, semble supérieur à celui de la surpêche. Ces résultats fournissent un état des lieux qui sera utile pour étudier l'évolution future de cet environnement fragile.

S. B.

C. Piroddi et al., *Scientific Reports*, vol. 7, 44491, 2017

Neurosciences

Un engrais pour les neurones

Dans la plupart des maladies neurologiques – Alzheimer, sclérose en plaques, lésion de la moelle épinière... –, des neurones se dégradent, et leur axone – le principal prolongement – ne transmet plus les signaux, soit parce qu'il dégénère, soit parce qu'il est rompu. Les chercheurs ont trouvé des protéines neuronales capables de favoriser sa repousse. Encore faut-il les activer *in vivo*...

L'équipe d'Alyson Fournier, à l'université McGill, à Montréal, a étudié une molécule naturelle produite par un champignon (*Phomopsis amygdali*), la fusicoccine A, qui fait pousser les racines des plantes infectées par le champignon. Les chercheurs ont découvert que cette molécule stabilise aussi l'une des protéines neuronales, un « adaptateur » moléculaire nommé 14-3-3, qui devient inactif, car instable, quand les cellules vieillissent. En interagissant avec la fusicoccine A, 14-3-3 stimule alors la régénération des axones de neurones du cortex animal ou humain *in vitro*, mais également celle du nerf optique de souris qui avait été détruit au préalable. Cet « engrais » va maintenant être testé chez des animaux atteints de maladies neurodégénératives.

Bénédicte Salthun-Lassalle

A. Kaplan et al., *Neuron*, vol. 93, pp. 1082-1093, 2017

Biologie animale

Un superpouvoir des tardigrades élucidé

Les tardigrades, groupe de minuscules animaux proche de celui des arthropodes, résistent à presque tout : chaleur, froid, ultraviolets, rayons X, haute pression, asphyxie, produits chimiques, séjour dans l'espace...

Ces « oursins d'eau » ont aussi la capacité de rester plusieurs dizaines d'années en dessiccation complète, après avoir perdu 97 % de leur eau. Jusqu'à présent, le mystère de leur survie dans ces conditions était resté entier. Thomas Boothby, de l'université de Caroline du Nord à Chapel Hill, aux États-Unis, et ses collègues ont découvert que des protéines spécifiques, en se vitrifiant, contribuent à protéger l'organisme de la dessiccation.

Les tardigrades produisent en effet un type de protéines dites intrinsèquement désordonnées, qui ont la particularité, contrairement à la plupart

des protéines, de ne pas avoir de structure tridimensionnelle fixe. Chez les tardigrades, ces protéines sont nommées TDP. Chez de nombreuses espèces de tardigrades, lors de la dessiccation, les TDP sont produites en grande quantité. Lorsque les chercheurs ont bloqué leur expression, les tardigrades n'ont pas survécu.

L'étude a aussi montré que la tolérance à la dessiccation de levures et de bactéries à qui l'on fait produire les protéines TDP augmente. Une hypothèse est que, grâce à leur malléabilité, les TDP formeraient une sorte de matrice qui préviendrait la dénaturation des molécules sensibles à la dessiccation. Une piste pour conserver des médicaments qui, aujourd'hui, nécessitent une réfrigération ?

A. G.

Molecular Cell, vol. 65, pp. 1-10, 2017



Les tardigrades résistent à des conditions extrêmes. En particulier, ils sont capables de survivre à une déshydratation importante, une perte de près de 97 % de leur eau, grâce à certaines protéines.

Yves Meyer, Prix Abel 2017

Compression de données, imagerie médicale, traitement des images du télescope spatial *Hubble* ou, plus récemment, des signaux d'ondes gravitationnelles enregistrés par l'interféromètre *Ligo*, l'analyse par ondelettes est présente dans de très nombreux domaines. L'Académie norvégienne des sciences et des lettres a ainsi décidé de récompenser, avec ce prix au prestige équivalent à celui du Nobel, le mathématicien français Yves Meyer, qui a joué un rôle capital dans le développement de la théorie des ondelettes.

La faune lumineuse des océans

Quelle est la part de la faune bioluminescente dans les profondeurs des océans ? Pour effectuer un relevé précis, Séverine Martini et Steven Haddock, de l'institut de recherche de l'aquarium de Monterey Bay, en Californie, ont analysé plus de 350 000 observations réalisées par des

ROV (des véhicules sous-marins téléguidés). Résultat : plus des trois quarts des espèces sont bioluminescentes et cette proportion est relativement stable sur toute la colonne d'eau, même si le nombre d'espèces diminue avec la profondeur. Chez les cnidaires (méduses et consorts), ce chiffre dépasse les 95 % !

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

POINT DE VUE

Une stratégie payante : personnifier la nature

En matière de protection de la nature, les arguments scientifiques suffisent rarement. En accordant le statut de personne juridique à un fleuve, le Parlement néo-zélandais a révélé une issue possible : la défense des droits de la nature en tant que bien commun.

Catherine LARRÈRE

Le 15 mars 2017, le Parlement néo-zélandais a accordé le statut de personne juridique au fleuve Whanganui, un cours d'eau cher aux Maoris. Cette décision n'est pas restée isolée. Le 20 mars, la haute cour de l'État himalayen de l'Uttarakhand (nord) a décrété que le Gange et la Yamuna, où les hindous pratiquent des ablutions, seraient désormais considérés comme des « entités vivantes ayant le statut de personne morale ». Comment interpréter de telles décisions ? Faut-il y voir la victoire d'une vision religieuse de la nature, ou se dire que l'on protège mieux la nature quand elle est reconnue comme sacrée qu'avec de simples arguments scientifiques ? Ni l'un ni l'autre : elles révèlent surtout à quel point la protection de la nature doit s'appuyer sur la culture locale.

Lorsque, à la fin des années 1960, une organisation environnementale, le Sierra Club, avait voulu empêcher l'entreprise Walt Disney de créer une station de ski dans une haute vallée californienne, Mineral King, elle avait attaqué l'entreprise en justice. Mais le tribunal avait débouté le Sierra Club au motif que ce projet ne le lésait pas personnellement. Constatant avec cette affaire que le droit existant (celui des différents États, comme le droit international) était insuffisant pour protéger la nature, Christopher Stone, professeur de philosophie du droit, publia en 1972 un article qui fit date, « Should trees have standing ? » (« Les arbres devraient-ils pouvoir soutenir une action en justice ? »). Il argua que les arbres eux-mêmes devraient pouvoir plaider,

car ils seraient les victimes directes. Il fallait donc reconnaître à la vallée Mineral King une personnalité juridique permettant au Sierra Club de représenter ses intérêts.

Les décisions de mars dernier sont-elles un signe que Christopher Stone a enfin été entendu ? À vrai dire, ce ne sont pas les premières de ce type. En 2008, l'Équateur a fait de la nature un sujet de droit en inscrivant dans sa constitution les droits de la Terre Mère : « La nature ou Pacha Mama, où se reproduit et se

Cette décision révèle à quel point la protection de la nature doit s'appuyer sur la culture locale

réalise la vie, a droit au respect absolu de son existence et au maintien et à la régénération de ses cycles vitaux, de ses fonctions et de ses processus évolutifs. Toute personne, communauté, peuple ou nation, pourra exiger de l'autorité publique le respect des droits de la nature » [article 72]. Et ces dernières années, des collectivités locales de certains comtés des États-Unis ou au Mexique ont reconnu que les communautés naturelles et les écosystèmes ont, comme les personnes, des droits qui peuvent être représentés en justice.

L'argumentation de Christopher Stone avait d'abord une visée pratique : si, pour s'opposer à la destruction ou à la dégradation irréversible d'espaces naturels, il faut montrer que

des droits humains sont lésés, l'action en justice est beaucoup plus difficile que si l'on peut plaider directement qu'il y a atteinte à la nature. Or, le droit a toutes les ressources nécessaires pour cela. Il construit des fictions et peut ainsi accorder la personnalité juridique à des entités abstraites, qualifiées de personnes morales, comme des entreprises ou un hôpital. Pourquoi ne ferait-on pas de même avec des entités naturelles ? C'est une démarche technique qui permet d'engager un certain type de procédures.

Christopher Stone montrait que l'on trouverait sans peine des représentants pour les entités naturelles ainsi personnifiées, comme on le fait pour des enfants en bas âge ou des adultes ayant perdu

l'usage de leurs capacités. Ajoutons qu'une telle qualification juridique, purement technique, suppose (pour la plaidoirie) l'étude scientifique des dommages causés à ces entités naturelles et n'affaiblit nullement les droits des personnes humaines.

Mais, si reconnaître à des non-humains (comme un fleuve) une personnalité juridique ne pose pas de problème d'un point de vue technique, le droit n'est pas un pur instrument : il a une dimension anthropologique, philosophique et culturelle. C'est pourquoi, là où domine la culture occidentale, qui établit une nette séparation entre l'humanité et la nature, entre les personnes et les choses, on a du mal à admettre que l'on puisse transformer