

DINOS : UN OS HYOÏDE COURT

L'os hyoïde soutient la langue. Celui de la plupart des dinosaures était court et simple, et se connectait à une langue aussi peu mobile que celle des alligators. C'est à cette conclusion qu'est parvenue une équipe sino-américaine menée par Zhiheng Li, de l'Académie des sciences chinoise. Ces paléontologues ont comparé les os hyoïdes de dinosaures, de ptérosaures et d'alligators après les avoir tomographiés aux rayons X. Les os hyoïdes des ptérosaures, des oiseaux et des dinosaures aviens se sont révélés, eux, très divers. Les os hyoïdes des oiseaux, par exemple, leur confèrent des langues très mobiles, ce qui est sans doute utile à ces animaux depuis que l'évolution a transformé leurs bras en ailes.

Les représentations de dinosaures tirant impoliment la langue sont désormais caduques : l'os hyoïde de ces reptiles montre que leur insolence devait s'exprimer par un autre moyen. ■

F. S.

Z. Li et al., *PLoS One*, vol. 13(6), article e0198078, 2018

PHYSIQUE

LE BRUIT DU ROBINET QUI FUT

Ploc, ploc, ploc... Ce bruit de robinet qui fuit au-dessus d'une bassine a de quoi agacer. Mais quelle est l'origine précise de ce son si caractéristique ? Au cours des cent dernières années, de nombreux chercheurs ont étudié le phénomène, notamment à l'aide de photographies. Peter Jordan, de l'institut Pprime, du CNRS, et ses collègues s'y sont intéressés aussi et ont utilisé pour la première fois une caméra ultrarapide, simultanément avec un microphone et un hydrophone.

Les chercheurs ont montré qu'une bulle entraînée sous la surface de l'eau par la goutte produit le son caractéristique. Mais l'onde acoustique ne fait pas que se propager de la bulle vers l'air. Elle fait également vibrer la surface juste au-dessus de la bulle, qui agit comme un porte-voix et amplifie le son. La tension de surface joue un rôle crucial dans ce mécanisme. Dès lors, en ajoutant un peu de savon à vaisselle dans l'eau, il est possible d'atténuer ce son si agaçant... en attendant de réparer le robinet ! ■

S. B.

S. Phillips et al., *Scientific Reports*, vol. 8, article 9515, 2018

RÉCUPÉRER L'EAU DE L'ATMOSPHÈRE EN PLEIN DÉSERT



Les chercheurs préparent leur dispositif pour capter l'humidité de l'air. Il contient un composé poreux qui piège l'eau durant la nuit, puis libère le liquide dans la cuve fermée durant la journée.

Dans le roman de science-fiction *Dune*, de Frank Herbert, les habitants de la planète désertique Arrakis utilisent des pièges à vent pour capter l'humidité de l'air. De tels dispositifs existent réellement, mais ne fonctionnent pas en situation très aride. Omar Yaghi et ses collègues, de l'université de Californie à Berkeley, viennent de montrer qu'un dispositif passif, composé de matériaux de type MOF (des réseaux métalloorganiques poreux), est capable de récupérer efficacement de l'eau à partir de l'air, même si son humidité est très faible.

Le MOF-801, à base de zirconium, a été identifié comme ayant une remarquable capacité à absorber de l'eau. Chauffé ensuite à 65 °C, ce matériau relargue le liquide. Il était cependant nécessaire d'utiliser un dispositif de refroidissement externe. Omar Yaghi et ses collègues ont modifié le MOF-801 en le chargeant avec du graphite non poreux à hauteur de 33% de sa masse afin d'améliorer sa conductivité thermique et sa capacité d'absorption de l'eau. Le dispositif exploite alors les variations des conditions atmosphériques dans le désert de Sonora, dans l'Arizona, entre la nuit (10 à 15 °C, 40% d'humidité) et le jour (35 à 40 °C, 5% d'humidité). Le MOF-801 est placé sur un plateau à l'intérieur d'un récipient qui sert de collecteur d'eau liquide. La nuit, ce récipient est ouvert : le MOF-801 se charge en eau issue de l'air. Le jour, le récipient est fermé, par un couvercle transparent, et correctement orienté face au soleil. La température du MOF augmente considérablement et entraîne la désorption de l'eau. Ce dispositif a produit 55 grammes d'eau liquide potable à partir de 825 grammes de MOF-801 en un seul cycle jour/nuit. D'autres MOF à l'étude, moins onéreux, ont montré en laboratoire des performances plus remarquables encore. Omar Yaghi et ses collègues imaginent donc que leur dispositif a un avenir prometteur. ■

MARTIN TIANO

F. Fathieh et al., *Science Advances*, vol. 4(6), article eaat3198, 2018

GÉOSCIENCES

CROÛTE PRÉCOCE
POUR MARS

Le Système solaire est né il y a environ 4,567 milliards d'années. Les planètes auraient rapidement aggloméré de la poussière et des gaz. Elles auraient ensuite connu une période où leur surface était recouverte d'un océan magmatique avant de se refroidir et de se solidifier. On pensait que Mars avait atteint cette étape de solidification en environ 100 millions d'années. Mais ce processus aurait été bien plus rapide, d'après l'équipe internationale de Laura Bouvier et de Maria Costa, du Muséum d'histoire naturelle du Danemark. Ces chercheurs ont retracé l'histoire de la naissance de la planète rouge en étudiant un échantillon de la météorite martienne NWA 7034 trouvée dans le désert du Sahara en 2011.

L'équipe en question a analysé sept grains de zircon provenant de cette météorite. Le zircon est un minéral très robuste, capable de résister aux processus géologiques les plus agressifs, tels que la fusion magmatique. Grâce à des méthodes de datation radiométriques, il est possible, à partir de sa composition, de déterminer son âge, mais aussi son histoire.

Les chercheurs ont analysé le contenu en uranium et en plomb (sous-produit de la désintégration radioactive de l'uranium) et plusieurs isotopes du hafnium. Ils montrent



La météorite NWA 7034, surnommée « Black beauty », provient de la croûte martienne.

ainsi que ces minéraux proviennent de la fusion d'une croûte très ancienne, constituée 10 à 20 millions d'années après la formation du Système solaire. Cette croûte primordiale aurait subsisté pendant 100 millions d'années avant de refondre, probablement sous l'effet d'impacts de météorites.

Ces résultats attestent donc de la solidification rapide de la planète rouge et de la formation précoce d'une croûte martienne, probablement des dizaines de millions d'années avant celle de la Terre. ■

DONOVAN THIEBAUD

L. C. Bouvier et al., *Nature*, vol. 558, pp. 586-589, 2018

CLIMATOLOGIE

DES CYCLONES
PLUS LENTS

En compilant des données acquises depuis la fin des années 1940, James Kossin, de la NOAA (l'agence états-unienne de météorologie), a observé une diminution notable de la vitesse de déplacement des cyclones (à ne pas confondre avec leur vitesse de rotation). Cela implique que les cyclones tropicaux resteraient plus longtemps au-dessus des mêmes régions côtières, entraînant des dégâts plus destructeurs par les pluies et les vents associés.

James Kossin a montré qu'entre 1949 et 2016, la vitesse de déplacement a diminué en moyenne de 10 %. Cette baisse varie cependant d'un bassin océanique à l'autre : elle est, par exemple, de 20 % au-dessus du Pacifique Nord-Ouest et de 15 % au-dessus du Pacifique Sud.

L'origine de ce phénomène de ralentissement est encore mal comprise. Comme la



L'ouragan Harvey, en 2017, a provoqué d'importantes inondations aux États-Unis, ici près de Houston.

formation et l'évolution des cyclones tropicaux dépendent beaucoup des conditions atmosphériques et de la température des océans, James Kossin suggère que le phénomène pourrait être lié à la hausse globale de température de 0,5 °C mesurée autour du globe sur la même période. ■

LAMBERT BARAUT-GUINET

J. P. Kossin, *Nature*, vol. 558, pp. 104-107, 2018

EN BREF

LA NUIT, REFUGE
DES MAMMIFÈRES

Les mammifères, très diversifiés, incluent des espèces aussi bien diurnes que nocturnes. Kaitlyn Gaynor, de l'université de Californie à Berkeley, et ses collègues ont constaté que, au contact des humains, beaucoup de ces animaux, comme le coyote aux États-Unis, deviennent de plus en plus nocturnes. Cette stratégie d'évitement aura peut-être chez ces mammifères un impact sur leur capacité de reproduction, de protection face à la prédation et de recherche de nourriture. Ce qui pourrait, à terme, modifier de façon importante les écosystèmes.

UNE VOLÉE DE
PROTOPLANÈTES

Les techniques de détection d'exoplanètes sont inefficaces pour trouver des planètes en formation dans le disque de gaz et de poussière qui entoure les étoiles jeunes. Mais en étudiant la dynamique du gaz autour de l'étoile HD 163296 grâce au réseau *Alma*, au Chili, deux équipes ont identifié des perturbations dues à la présence de trois protoplanètes géantes. Et Miriam Keppler, de l'institut Max-Planck d'astronomie, à Heidelberg, et ses collègues ont utilisé l'instrument *Sphere* du *VLT*, aussi au Chili, pour obtenir une image directe d'une autre protoplanète autour de l'étoile PDS 70.

LA FIBRE POUR
TRAQUER LES SÉISMES

La quasi-totalité des sismomètres sont installés sur les continents, qui ne couvrent que 30 % de la surface de la planète. Giuseppe Marra, du Laboratoire britannique de physique, et ses collègues proposent d'utiliser les fibres optiques de télécommunications terrestres et sous-marines et des dispositifs sensibles de mesure de fréquence pour suivre les séismes sous les océans. On aurait ainsi un réseau global efficace et à moindre coût.

DES VIRUS GÉANTS FABRIQUENT LEURS PROPRES NOUVEAUX GÈNES

Le génome des pandoravirus est si atypique que les chercheurs pensent que ces virus géants produisent eux-mêmes de nouveaux gènes de façon spontanée et aléatoire.

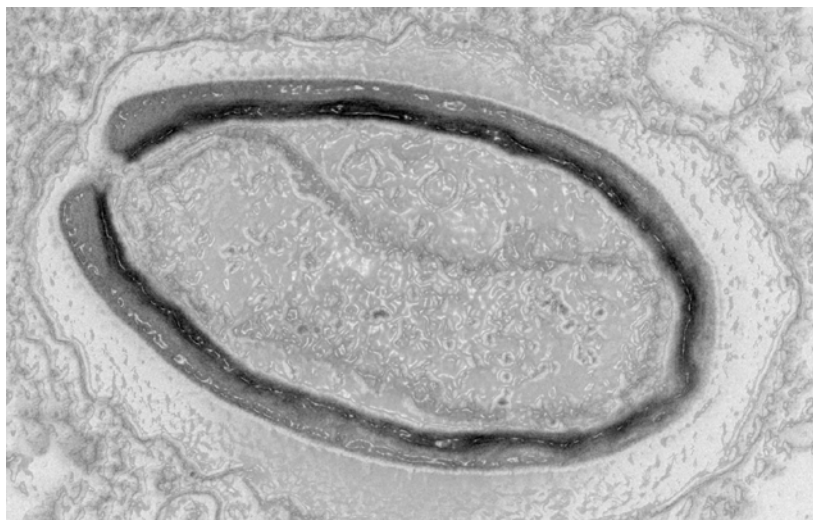
Depuis la découverte des premiers virus géants en 2003, ces organismes brouillent la frontière entre le monde des organismes cellulaires, comme les bactéries, et celui des virus.

Leur taille et celle de leur génome les rapprochent en effet davantage des bactéries que des virus. Grâce à la découverte de trois nouveaux virus géants de la famille des pandoravirus, l'équipe de Jean-Michel Claverie et Chantal Abergel, de l'université Aix-Marseille et du CNRS, apporte un nouvel éclairage sur l'évolution de ces microorganismes. Ces biologistes avancent une hypothèse étonnante: de nombreux nouveaux gènes se formeraient spontanément et de façon aléatoire au sein du génome des pandoravirus!

Avec au total six représentants des pandoravirus, l'équipe de Jean-Michel Claverie et Chantal Abergel espérait mieux comprendre l'origine et les particularités de cette famille de virus géants, dont le génome contient près de 2500 gènes codant des protéines. Première constatation: les trois nouveaux virus ont des tailles comparables à celles des autres pandoravirus, un génome gigantesque et la même forme d'amphore. Ensuite, les génomes des six virus ne partagent qu'entre 54% à 88% de leurs gènes codants, ce qui est assez faible pour des membres d'une même famille.

Plus étonnant, pas moins de 90% des gènes des pandoravirus sont orphelins, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas d'équivalents ailleurs dans le règne vivant (autres virus, protistes unicellulaires, animaux, plantes). Or il est peu probable que ces gènes orphelins proviennent d'un ancêtre commun à ces pandoravirus, car ils diffèrent d'une souche à l'autre.

Jean-Michel Claverie et son équipe suggèrent que ces gènes ont été formés dans les pandoravirus eux-mêmes, au sein des longues régions non codantes de l'ADN séparant des gènes préexistants. Considérée comme statistiquement peu probable, l'apparition, dite *de novo*, de gènes codants a cependant trouvé des arguments favorables ces dernières années avec l'observation de nouveaux gènes apparus chez des organismes eucaryotes (levure, petits vers, et même la mouche du vinaigre).



Le virus géant *Pandoravirus quercus* a été trouvé près de Marseille. Il mesure environ un micromètre de long.

**0,2
MICROMÈTRE :**
C'ÉTAIT LA TAILLE
MAXIMALE DES VIRUS
CONNUS JUSQU'À
LA DÉCOUVERTE
DES VIRUS GÉANTS
EN 2003. UNE TAILLE
BIEN INFÉRIEURE
À CELLE DES
BACTÉRIES !

Il reste cependant à identifier le mécanisme de cette création *in situ* et *de novo* de gènes codants chez les pandoravirus. Il nécessiterait une fréquence de mutations très élevée dans les parties non codantes du génome. Cela pourrait s'expliquer, par exemple, par l'absence d'enzymes de réparation du génome chez ces virus. De nombreuses questions se posent encore sur ce scénario, mais si l'hypothèse d'une création efficace et *de novo* de gènes se confirme, l'ancêtre des pandoravirus pourrait avoir enrichi son génome grâce à ce mécanisme.

Cette hypothèse offre aussi une vision très différente de celle du scénario standard d'un *big bang* évolutif initial où des prototypes de gènes sont apparus assez vite, l'évolution résultant ensuite du seul remaniement de ce matériel initial. Ici, les biologistes proposent un processus plus progressif et encore actif aujourd'hui. Enfin, ces résultats relancent la question de la place des virus géants dans l'arbre du vivant. Sont-ils des bizarreries de l'évolution ou au contraire un moteur ancestral de cette évolution? Seule la découverte de nouveaux membres de la famille des pandoravirus permettra d'en savoir plus. ■

S. B.

M. Legendre et al., *Nature Communications*, vol. 9, article 2285, 2018

ASTROPHYSIQUE

LA MATIÈRE BARYONIQUE DE L'UNIVERS ENFIN RETROUVÉE

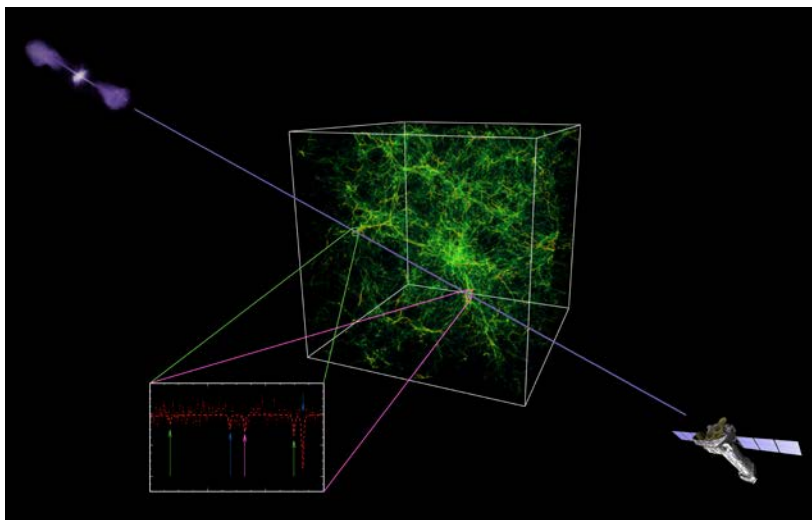
Dans le bilan du contenu de l'Univers, une grande part de la matière ordinaire manquait à l'appel. De nouvelles observations en rayons X ont permis de la mettre au jour.

Énergie sombre, matière noire et matière ordinaire, voilà en résumé les constituants de l'Univers. Les deux premiers sont de nature inconnue et pourtant, d'après différentes observations cosmologiques, ils représentent 95% du contenu de l'Univers. Cela peut déjà paraître embarrassant, mais en plus, près de la moitié des 5% restants – la matière ordinaire composée d'atomes, dite baryonique – manquait à l'appel! Grâce à de nouvelles observations, Fabrizio Nicastro, de l'observatoire astronomique de Rome, et ses collègues ont confirmé des indices suggérant qu'on a retrouvé la matière ordinaire manquante dans le milieu intergalactique.

La question de la matière baryonique était d'autant plus intrigante que l'étude du rayonnement émis par des quasars très lointains (des galaxies émettant un fort rayonnement, dû à l'absorption de grandes quantités de matière par le trou noir supermassif tapi en leur centre) montrait que la quantité de matière baryonique dans le cosmos est bien de 5% du contenu total de l'Univers. Mais ce résultat n'est valide que pour l'Univers âgé de moins de 3 milliards d'années. Après, le compte n'y est plus, et près de la moitié de la matière baryonique semble manquer à l'appel. Où est-elle donc passée?

Pour répondre à la question, les astrophysiciens ont entrepris de recenser avec précision la matière baryonique dans l'Univers proche. Les étoiles et les gaz qui composent les galaxies et les amas de galaxies ne représentent que 18% de la matière ordinaire. Cependant, d'après les modèles de formation des grandes structures cosmiques, la matière (noire et baryonique) s'est accumulée au fil du temps dans les galaxies, mais a aussi tissé un réseau de filaments reliant les galaxies et qui contiendraient la matière baryonique manquante.

Le gaz de ces régions intergalactiques, très peu dense, émet un rayonnement très faible, donc difficile à détecter. Une partie du gaz des filaments intergalactiques a malgré tout été observée, ce qui a porté le total de matière ordinaire recensée à 61%. Manquaient à l'appel les gaz ionisés les plus chauds (au-dessus de 500 000 degrés)...



La lumière émise par le quasar (en haut à gauche) traverse l'Univers. Elle est absorbée à certaines longueurs d'onde (en bas à gauche) par les gaz chauds du milieu intergalactique (au centre) avant d'être captée par le télescope spatial XMM-Newton (en bas à droite) puis analysée.

180

SECONDES APRÈS LE BIG BANG, SE SONT FORMÉS LES ÉLÉMENTS LÉGERS, (HYDROGÈNE, HÉLIUM, ETC.). LA NUCLÉOSYNTÈSE PRIMORDIALE DÉCRIT CE PROCESSUS. EN TENANT COMPTE DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES, LES PHYSICIENS EN ONT CONCLU QUE LA MATIÈRE BARYONIQUE REPRÉSENTE 5 % DU CONTENU TOTAL DE L'UNIVERS.

Ces dernières années, de nombreuses équipes d'astronomes ont obtenu des indices de la présence d'un tel gaz chaud. Pour en avoir la confirmation et estimer sa contribution au bilan total, Fabrizio Nicastro et ses collègues ont analysé le rayonnement X du quasar 1ES 1553+113, qui a mis 4 milliards d'années à nous parvenir. Ils ont montré que ce rayonnement présente des raies d'absorption dues à la présence d'oxygène ionisé, caractéristique de nuages de gaz intergalactiques très chauds présents sur le chemin de la lumière. Celle-ci aurait traversé deux nuages avant de nous parvenir. À partir de ces observations, l'équipe a estimé que ce gaz intergalactique chaud représenterait 30% à 40% des baryons.

Cependant, il reste des incertitudes sur le calcul de sa densité. Et le gaz observé pourrait aussi provenir, en partie, de l'intérieur des galaxies sur la ligne de visée. Pour préciser ces observations, il faudra attendre le futur télescope spatial de l'Agence spatiale européenne, *Athena*, prévu pour 2028, dont l'étude de la matière baryonique intergalactique est l'un des principaux objectifs. ■

S. B.

F. Nicastro et al., *Nature*, vol. 558, pp. 406-409, 2018

PHYSIQUE

SOUPLE DANS L'OBSCURITÉ

En présence de lumière, la sphalérite – un semi-conducteur utilisé pour ses propriétés luminescentes, optiques et photocatalytiques – est cassante. Yu Oshima et ses collègues, de l'université de Nagoya, au Japon, ont eu la surprise de constater que si la sphalérite est plongée dans le noir, elle devient plastique et peut se déformer sans se briser.

Les chercheurs ont montré que le cristal de sphalérite présente, à l'échelle microscopique, des défauts de type « dislocation ». En principe, si les lignes de dislocation se déplacent dans le matériau, les plans atomiques finissent par glisser les uns par rapport aux autres : le cristal se déforme sans se briser. C'est ce qui se passe dans l'obscurité. Mais en présence de lumière visible ou ultraviolette, le rayonnement apporte de l'énergie aux électrons du matériau qui deviennent alors mobiles. Or l'accumulation des charges le long des dislocations restreint la mobilité de ces dernières. Sous l'effet d'une contrainte, des microfissures se forment alors et le matériau se casse. ■

M. T.

Y. Oshima et al., *Science*, vol. 360, pp. 772-774, 2018

ARCHÉOLOGIE

LES OUTILS D'ÖTZI PROUVENT SON DÉSARROI



En haut, le poignard en silex d'Ötzi, qui semble avoir été un marqueur social plutôt qu'un instrument vraiment utilisé ; en bas, l'une des deux pointes de flèche de l'homme des glaces.

ARCHÉOLOGIE

LES CHAPEAUX DE L'ÎLE DE PÂQUES

Les moaïs, les fameuses statues de l'île de Pâques, étaient surmontées de coiffes de pierre rouge de plusieurs tonnes nommées pukao. Ces coiffes étaient taillées en forme de cylindre dans des carrières distantes de plusieurs kilomètres et roulées jusqu'aux statues. Mais comment étaient-elles hissées sur le crâne des moaïs ? Sean Hixon, de l'université d'État de Pennsylvanie, et ses collègues expliquent que les statues, lors de leur érection, restaient inclinées de 15 degrés. Cela permettait la construction d'une rampe d'environ 45 mètres avec une déclivité de 12 degrés pour atteindre le sommet.

À l'aide de cordes, le pukao était roulé par pas plus de 15 personnes. La base du moaï était ensuite taillée pour le redresser. Reste à comprendre comment et avec quels matériaux les cordes étaient fabriquées. ■

HÉLOÏSE MONNEROT-DUMAINE

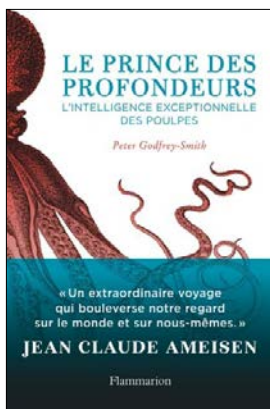
S. W. Hixon et al., *Journal of Archaeological Science*, en ligne le 31 mai 2018

En 1991, deux touristes découvraient fortuitement dans un glacier italien la momie d'un homme que l'on a nommé Ötzi. Cet individu, apprendra-t-on plus tard, a été tué d'une flèche fichée dans son épaule il y a environ 4600 ans. Il avait sur lui quelques outils de pierre et un retoucheur, qui ont été réétudiés de près par Ursula Wierer, de la Surintendance archéologique de Florence, et ses collègues, dont Jacques Pelegrin, du CNRS. Ces travaux apportent un éclairage sur l'origine et l'emploi des outils ainsi que sur les derniers moments qu'a vécus Ötzi.

Les chercheurs ont établi que les silex du poignard, du grattoir, du perceur et des flèches de cet homme de l'âge du Cuivre proviennent d'au moins trois secteurs différents et distants de son lieu de vie supposé. Cela suggère que ces matériaux circulaient dans la région au sein d'un réseau. L'étude a aussi montré qu'Ötzi n'est pas le tailleur initial de ses outils, mais qu'il était capable, à l'aide de son retoucheur par pression, de les entretenir lui-même, ce qu'il a fait plusieurs fois dans les jours qui ont précédé sa mort. À plusieurs reprises, il a coupé des plantes siliceuses (des céréales, les graminées fourrant ses chaussures ?), et il est frappant qu'il n'ait pas utilisé à cette fin son couteau, mais plutôt une pointe de flèche. Son poignard, un type d'objet alors répandu dans les sociétés alpines, était manifestement un objet d'apparat, davantage destiné à servir de marqueur social qu'à un usage quotidien. Enfin, il est clair qu'Ötzi était mal préparé au combat. Seulement deux de ses flèches étaient fonctionnelles. Son carquois contenait par ailleurs un faisceau d'andouillers (ramifications des bois de cerfs), pouvant aussi servir à façonner des pointes moins dures que celles de silex ; mais Ötzi n'a visiblement pas eu le temps d'effectuer le travail nécessaire pour confectionner des flèches. De plus, après avoir été blessé à la main droite, lui qui était droitier, il n'en était plus capable. ■

F. S.

U. Wierer et al., *PLoS One*, vol. 13(6), article e0198292, 2018



BIOLOGIE

LE PRINCE DES PROFONDEURS

Peter Godfrey-Smith

Flammarion, 2018

352 pages, 21 euros

Les poulpes fascinent et inspirent les philosophes de la nature depuis Aristote. On en saisit les raisons en lisant ce livre. L'histoire évolutive et les extraordinaires comportements des céphalopodes (pieuvres, seiches, calmars) sont des leviers sur lesquels l'auteur appuie et articule ses réflexions quant à notre position au sein du vivant. Il explique d'abord comment des successions de contraintes et d'occasions ont engendré la diversité des organismes. Lorsqu'il imagine ce qui nous sépare de la pieuvre, il parvient à se représenter la fantastique diversification des espèces qui est intervenue au Cambrien (il y a entre 480 et 540 millions d'années). Dans la suite de ses réflexions, l'auteur décrit comment les organismes ont développé la perception de leurs environnements. Les systèmes sensoriels sont devenus de plus en plus complexes. Avec le système nerveux, certains signaux deviennent « informations » et la communication apparaît. La sophistication progressive des mécanismes d'intégration des informations voit naître des formes d'états subjectifs, puis l'intelligence et la conscience.

Avec son cerveau et ses fantastiques capacités sensorielles et motrices, la pieuvre constitue à elle seule une résultante remarquable de toutes ces étapes évolutives. L'auteur se demande ensuite si la conscience peut prendre d'autres formes chez les animaux. Il aborde enfin le sens évolutif et adaptatif du vieillissement et de la mort des êtres vivants; les pieuvres ont en effet une vie « compressée », leur mort étant programmée au bout de deux ans, durée pendant laquelle elles ne se reproduiront qu'une seule fois!

Cet ouvrage rare nous montre que la pieuvre possède une autre forme d'intelligence que celle des animaux qui nous sont plus familiers comme les mammifères ou les oiseaux.

LUDOVIC DICKEL

UNIVERSITÉ DE CAEN

MATHÉMATIQUES

LE NOMBRE D'OR

Mario Livio

Odile Jacob, 2018

320 pages, 24,90 euros

Tous les esprits curieux, et particulièrement ceux qui le sont de mathématiques, apprécieront ce livre. Le nombre d'or, une proportion géométrique simple, fut défini par Euclide. Depuis, il hante l'esprit des mathématiciens, des esthètes, mais aussi, malheureusement, des amateurs d'ésotérisme, qui lui prêtent un abracadabrante pouvoir explicatif. Cette « divine proportion », croient-ils, se retrouverait dans les pyramides d'Égypte, dans le Parthénon, dans les tableaux de Léonard de Vinci ou ceux de Manet, chez Bach et Bartók, mais aussi dans les pétales de fleurs et la spirale des coquillages... Bref, le nombre d'or serait partout et expliquerait à peu près tout. Pour sortir de ces illusions, l'auteur présente l'apparition du nombre d'or et ses multiples propriétés depuis l'Antiquité. Joignant les descriptions du contexte historique, notamment de la vie de nombreux mathématiciens célèbres – Kepler, Fibonacci, Mandelbrot – qui y ont fait référence, il échaude une histoire de la notion de nombre.

On apprend ainsi de nombreuses choses intéressantes, comme les raisons de la popularité de la base 12 et de l'écriture en base 60 (12 est le nombre de phalanges que l'on peut compter avec un pouce sur les autres doigts d'une main). On découvre ainsi « la géométrie secrète des artistes », qui explique que le nombre d'or ait fini par apparaître comme une « divine proportion ». Le plus fascinant est que, au-delà du cas anecdotique du nombre d'or, l'auteur développe une réflexion sur la cohérence structurelle de la pensée mathématique et sur sa « déraisonnable efficacité » pour modéliser le monde physique.

PIERRE BERTRAND

UNIVERSITÉ CLERMONT-AUVERGNE

