

EN BREF

Quasicristal et Trinity

Le 16 juillet 1945, l'armée américaine a testé sa première bombe atomique dans le désert du Nouveau-Mexique. Dans le cratère, l'onde de choc a formé de nombreux minéraux, dont la trinitite rouge (du nom de la bombe Trinity). Paul Steinhardt, de l'université de Princeton, vient de découvrir dans cette trinitite une structure de quasicristal. Ce chercheur avait donné ce nom à des solides présentant une structure assez régulière, comme un cristal, mais non périodique.

PNAS, 17 mai 2021

Cancer du sein et pollution de l'air

La pollution atmosphérique augmente les risques de cancer du poumon, mais qu'en est-il du cancer du sein ? Rémy Slama, de l'Inserm, et ses collègues ont mené une métaanalyse pour évaluer le lien entre les trois principaux types de polluants présents dans l'air et cette maladie. Le dioxyde d'azote est particulièrement pointé du doigt. En 2017, en France, près de 60 000 femmes ont été diagnostiquées avec un cancer du sein, dont environ 3 % des cas seraient attribuables à cette molécule.

Environ. Health Perspect., 26 mai 2021

Une très vieille spirale

Grâce aux données du radiotélescope Alma, au Chili, Takafumi Tsukui et Satoru Iguchi, de l'Observatoire japonais d'astronomie, ont découvert dans l'Univers jeune – âgé de seulement 1,4 milliard d'années – une galaxie de morphologie spirale et de masse comparable à celle de la Voie lactée. Comment une telle structure a-t-elle pu se former si tôt ? Les chercheurs suggèrent qu'elle aurait été en interaction gravitationnelle avec une petite galaxie voisine dont elle a absorbé le gaz.

Science, 20 mai 2021

PHYSIQUE

UN PENDULE DANS LA TURBULENCE

Sous l'action du vent, un avion peut être soumis à des turbulences aussi intenses qu'imprévisibles dont l'origine n'est pas clairement comprise. Bien qu'aléatoire, ce type de phénomènes obéit à des lois statistiques. Pour étudier plus facilement ces perturbations dans les écoulements d'un fluide, Ariane Gayout, Mickaël Bourgoïn et Nicolas Plihon, du laboratoire de physique de l'École normale supérieure de Lyon, ont conçu un dispositif expérimental très simple, utilisant un pendule placé dans une soufflerie, dont ils ont montré que le comportement obéissait à des lois statistiques de même nature.

Le pendule, un disque de quelques centimètres de diamètre fixé à une tige, est soumis à trois forces : son poids, la portance et la traînée. Pour une vitesse du vent donnée, on peut définir deux positions d'équilibre stable, notées T et P (selon que la traînée ou la portance domine). À partir d'une position T, le pendule peut sauter spontanément dans la position P à cause de tourbillons qui se forment près du pendule. Pour une vitesse donnée, les chercheurs ont constaté que le temps d'attente pour avoir un saut suit une loi de probabilité exponentielle, une loi définie par un seul



Certaines turbulences dans le sillage des avions suivent des lois statistiques qu'il est possible de reproduire avec un simple pendule, un système beaucoup plus facile à étudier.

paramètre nommé « temps caractéristique ». En outre, ce dernier dépend de la vitesse du vent ou, de façon équivalente, de l'angle α que fait le pendule par rapport à la verticale en position T. Ariane Gayout et ses collègues ont montré que le temps caractéristique varie comme l'exponentielle de l'exponentielle du sinus de l'angle α . La combinaison de ces deux variabilités, l'une contrôlée, l'autre non, se traduit par des temps d'attente très variables : de moins d'une seconde à plus d'une heure. ■

Lucas Gierczak

A. Gayout et al., *Physical Review Letters*, vol. 126, article 104501, 2021

BIOLOGIE ANIMALE

VITESSE DU SON : UN SAVOIR INNÉ

Eran Amichai et Yossi Yovel, de l'université de Tel Aviv, en Israël, ont montré que la chauve-souris a une connaissance innée de la vitesse du son. Pour repérer ses proies et se déplacer, cet animal utilise l'écholocation. Mais pour convertir en distance le délai entre l'émission et la réception de ses signaux ultrasonores, elle doit « connaître » la vitesse du son. Or, comme cette dernière varie un peu selon les conditions atmosphériques, les deux chercheurs ont voulu savoir si sa valeur était apprise par la chauve-souris, et donc ajustable, ou innée. Ils ont élevé des nouveau-nés de l'espèce *Pipistrellus kuhlii* dans un environnement enrichi en hélium, où le son se propage 15% plus vite. Les animaux sous-estimaient les distances ! Remis dans des conditions normales, ils retrouvaient leur capacité à déterminer correctement les distances. À l'inverse, des adultes élevés dans des conditions normales n'ajustaient pas leur appréciation des distances



La chauve-souris pipistrelle en plein vol. Elle s'oriente dans la nuit grâce à l'écholocation, qui nécessite de connaître la vitesse du son pour estimer les distances.

dans l'enceinte riche en hélium. La vitesse (usuelle) du son est donc innée chez ce mammifère volant. ■

Nicolas Butor

E. Amichai et Y. Yovel, *PNAS*, vol. 118(19), article e2024352118, 2021

EN IMAGES

DES CÉRÉALES AVANT LES CÉRÉALES

Les céréales apportent à l'humanité 45% de ses calories alimentaires. On pense que les humains les ont sélectionnées à partir de graminées sauvages, mais une équipe franco-turque emmenée par Valérie Andrieu-Ponel, de l'université d'Aix-Marseille, vient de montrer qu'une sélection naturelle a préparé l'avènement de l'agriculture et des céréales actuelles.

Les chercheurs ont étudié les pollens (*grande image ci-contre: un grain de pollen actuel de seigle «germe»*) trouvés dans les strates d'une longue carotte de sédiments prélevée dans le lac d'Acigöl, en Turquie. À chaque étage de cette séquence couvrant 2,3 millions d'années, ils ont découvert des grains de pollen de seigles et autres blés sauvages (*Secale*, *Cerealía t.*, *Triticum*) mesurant plus de 40 micromètres (*petites images ci-contre*), taille qui caractérise normalement les céréales, c'est-à-dire les graminées cultivées. Comme Valérie Andrieu-Ponel et ses collègues ont aussi découvert des spores de champignons ne se développant que sur les bouses, cette équipe de chercheurs pense que les grands herbivores ont exercé une pression de sélection sur les graminées sauvages: leur broutage aurait favorisé celles qui se reproduisent davantage grâce à leurs grains de pollen plus nombreux, mieux protégés et plus aptes à féconder, graminées que les chercheurs nomment «protocéréales». En d'autres termes, l'humanité n'a fait que choisir dans la nature ces lignées de graminées à gros grains, puis les a sélectionnées artificiellement pour amplifier encore leurs rendements. ■

François Savatier

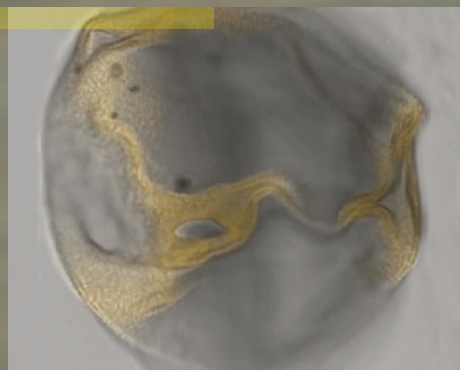
V. Andrieu-Ponel et al., *Scientific Reports*, vol. 11, article 8914, 2021



Secale sp., 55 µm, 871 000 ans



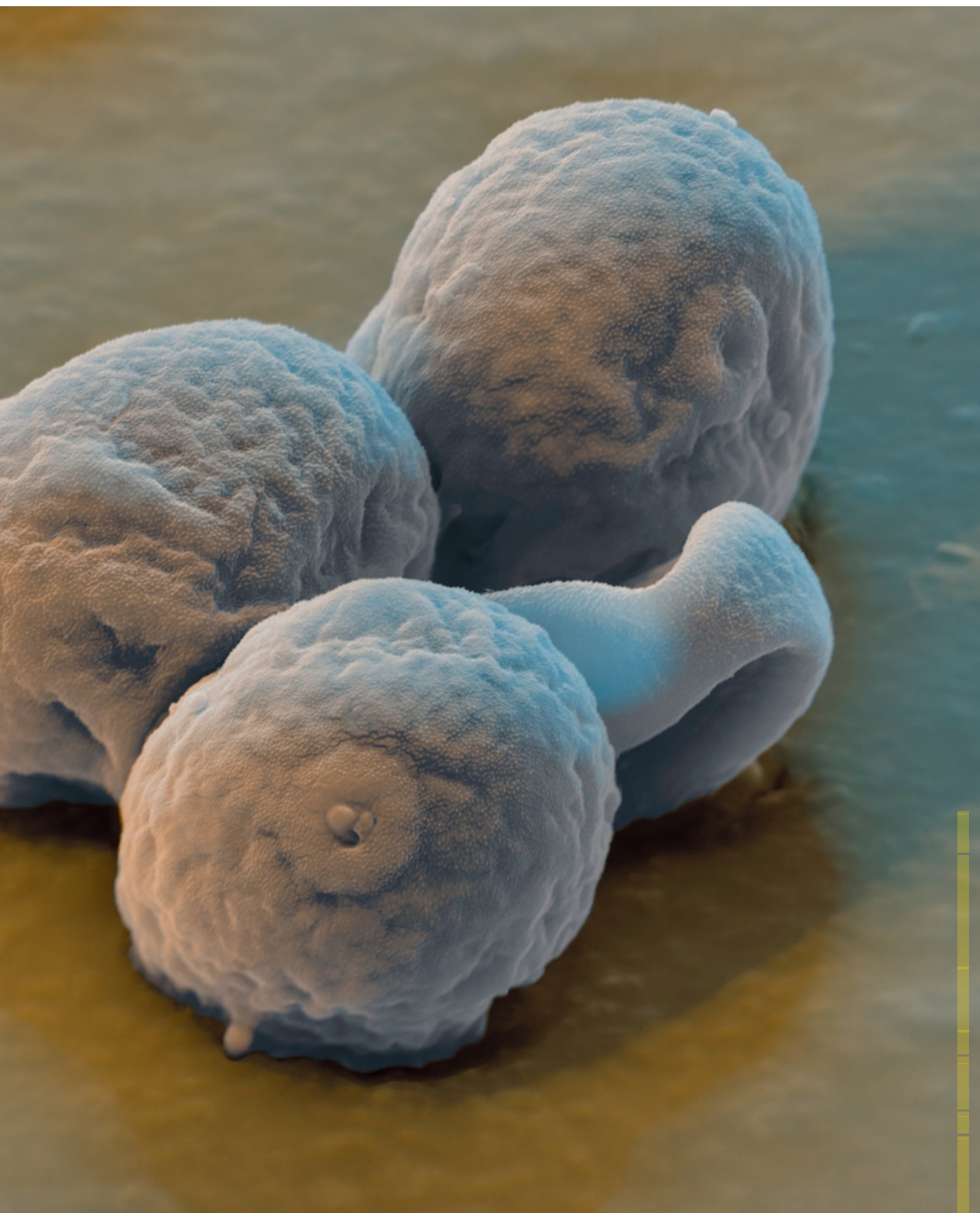
Cerealía t., 50 µm, 1 709 000 ans



Cerealía t., 40 µm, 2 206 000 ans



Triticum sp., 55 µm, grain actuel



© Valerie Andrieu-Ponel et al. (à gauche); © Science Photo Library / EYE OF SCIENCE (à droite)

BIOCHIMIE

QUAND DES BACTÉRIOPHAGES REVISITENT L'ALPHABET GÉNÉTIQUE

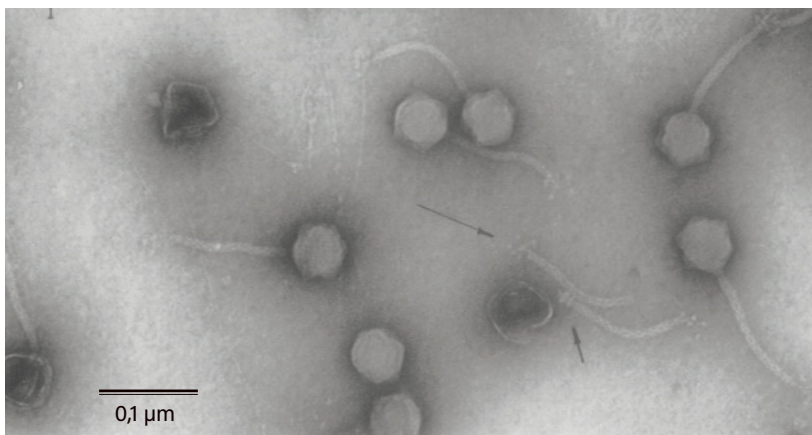
Dans l'ADN d'un virus de bactéries, l'une des quatre lettres du code génétique est systématiquement remplacée par une autre non standard. L'enquête sur cette énigme amène à questionner jusqu'à l'origine de la vie.

À la fin des années 1970, dans les eaux douces des faubourgs de Leningrad, des biologistes russes isolèrent un curieux virus. Dénommé «cyanophage S-2L» à cause de sa capacité à détruire des cyanobactéries, ce bactériophage portait une séquence d'ADN inattendue. L'ADN est habituellement constitué d'une succession de quatre molécules – des nucléotides –, chacune portant une base nucléique différente: l'adénine (A), la thymine (T), la guanine (G) et la cytosine (C). Or dans l'ADN du bactériophage, toutes les adénines étaient remplacées par une 2-aminoadénine, notée Z.

Les bactériophages étaient déjà connus pour arborer diverses bases modifiées, même si la lettre Z n'avait jamais été rencontrée. La nouveauté résidait dans le fait qu'une base modifiée remplace totalement une des lettres standard. Dès les années 1980, divers chercheurs ont étudié les caractéristiques que cette nouvelle base conférait à l'ADN. Néanmoins, la synthèse de cette molécule restait une énigme... jusqu'à ce que trois équipes lèvent le voile non seulement sur sa fabrication et son incorporation dans l'ADN viral, mais aussi sur son origine.

À l'aide d'une analyse métagénomique, Yan Zhou, de l'université de Tianjin, en Chine, et ses collègues, et une équipe menée par Pierre Alexandre Kaminski, à l'institut Pasteur, ont indépendamment identifié deux enzymes impliquées dans la synthèse de la base Z. La première, PurZ, est produite par le cyanophage et assemble un précurseur de Z dans la bactérie infectée. La seconde, PurB, produite par la bactérie, est alors recrutée et poursuit la fabrication de la base.

La troisième équipe, menée par Philippe Marlière, du Genoscope, à Évry, a identifié chez d'autres bactériophages une enzyme – une polymérase –, qui privilégie la lettre Z au A lors de la fabrication de l'ADN. Aucune séquence ne semblait coder une telle enzyme chez le cyanophage S-2L, aussi l'équipe a-t-elle examiné d'autres phages: plusieurs portaient un gène semblable à celui de PurZ, signe qu'ils



Le cyanophage S-2L (ici en microscopie électronique à transmission) a un génome constitué d'une succession de quatre bases Z, T, G, C, et non les bases standard A, T, G, C.

utilisaient peut-être la base Z. Et tous portaient un gène semblable à celui d'une polymérase bactérienne.

Seul le cyanophage S-2L en était dépourvu. L'a-t-il perdue au fil de l'évolution? Est-elle produite par les cyanobactéries qu'il infecte? La question est ouverte. Mais il y a plus. En recherchant des séquences semblables à celle de PurZ dans les bases de données génomiques, les trois équipes ont découvert 50 à 100 génomes concernés. Principalement de bactériophages, mais aussi de bactéries et d'archées. La base Z n'est donc peut-être pas si exceptionnelle.

De plus, les bactériophages qui portent PurZ et la polymérase sont si variés et ont des cibles bactériennes si distinctes que ce duo, et donc les génomes contenant Z, doivent être anciens, antérieurs à la séparation des branches bactériennes concernées, il y a environ 3,5 milliards d'années. Les bactériophages auraient-ils détourné des gènes bactériens? Les génomes contenant Z sont-ils des vestiges d'une époque ancestrale où ils étaient plus abondants? Ils pourraient même être venus de l'espace: en 2011, l'analyse chimique d'une météorite a révélé la présence dans la roche de nucléotides, standard et non, dont la base Z. ■ **M.-N. C.**

Y. Zhou *et al.*, D. Sleiman *et al.*, V. Pezo *et al.*, *Science*, vol. 372, pp. 512-524, 2021