

ÉVOLUTION

COMMENT LES CYANOBACTÉRIES ONT COMMENCÉ À RESPIRER

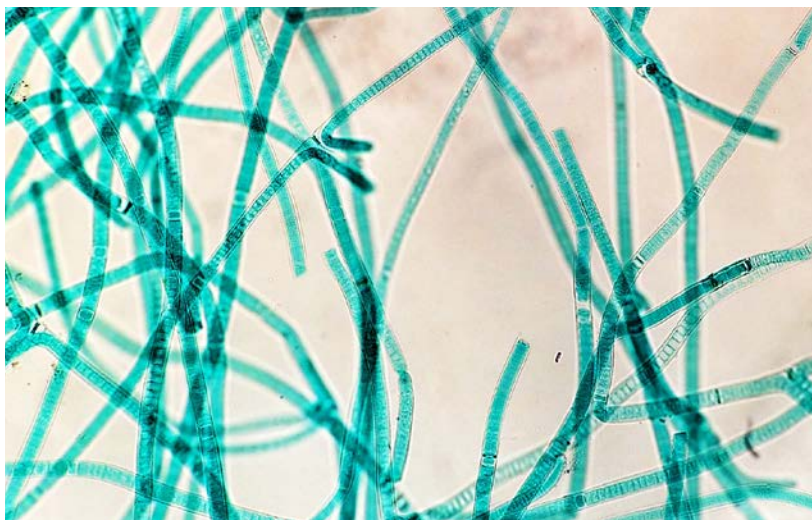
Il y a environ 2,6 milliards d'années, les cyanobactéries ont acquis la capacité de synthétiser du dioxygène par photosynthèse en incorporant des gènes provenant d'autres organismes.

On doit l'apparition de l'oxygène dans l'atmosphère terrestre, il y a 2,3 milliards d'années environ, aux cyanobactéries capables de réaliser la photosynthèse, dite oxygénique. D'autres organismes effectuaient la photosynthèse (le processus de production de matière organique en utilisant la lumière du soleil), mais seules les cyanobactéries avaient la machinerie spécifique qui produit du dioxygène.

Il est cependant difficile de savoir si la photosynthèse est d'abord apparue chez les cyanobactéries, avant d'être transférée aux autres bactéries, ou si le contraire s'est produit. En décrivant et analysant le génome de 41 nouvelles bactéries affiliées aux cyanobactéries, Rochelle Soo, de l'université du Queensland, en Australie, et ses collègues soutiennent la seconde hypothèse: ce serait par transfert horizontal de gènes, c'est-à-dire en incorporant des gènes provenant d'autres organismes, que les cyanobactéries ont acquis la capacité de réaliser la photosynthèse oxygénique.

Les cyanobactéries seraient réparties en trois classes partageant un ancêtre commun: les oxyphotobactéries (les cyanobactéries photosynthétiques classiques), la classe Melainabacteria (décrite en 2013) et une nouvelle classe, mal connue, que Rochelle Soo et ses collègues ont nommée Sericytochromatia. Pour en savoir plus, les chercheurs ont analysé des données métagénomiques et ainsi découvert 38 nouvelles espèces de la classe Melainabacteria et 3 espèces de la classe Sericytochromatia. L'étude des génomes montre que ces deux classes ne possèdent aucune des deux machineries cellulaires simultanément nécessaires pour la photosynthèse oxygénique, à savoir les photosystèmes I et II. «Bien qu'on puisse remettre en cause la classification proposée par les auteurs de ces classes dans le groupe des cyanobactéries, ces travaux montrent que l'ancêtre des cyanobactéries, commun à ces deux classes, n'avait aucune capacité photosynthétique», commente Purificación López-García, de l'université Paris-Sud.

D'après Rochelle Soo et son équipe, les oxyphotobactéries ont acquis la photosynthèse oxygénique après s'être séparées des deux autres classes, en intégrant des gènes issus



Il y a 2,3 milliards d'années, une classe de cyanobactéries (ici du genre *Tolypothrix*), ayant la capacité de réaliser la photosynthèse oxygénique, a enrichi l'atmosphère terrestre en oxygène.

7 500

ESPÈCES DE
CYANOBACTÉRIES,
AU MOINS, SONT
CONNUES POUR
RÉALISER LE
PROCESSUS DE LA
PHOTOSYNTHÈSE.
PLUSIEURS
CENTAINES VIVENT
LIBREMENT,
MAIS LA PLUPART
SONT EN SYMBIOSE
AVEC DES
CHAMPIGNONS
(DANS LES LICHENS),
DES ÉPONGES,
DES AMIBES, ETC.

d'autres organismes. «Les photosystèmes I et II étaient déjà présents dans d'autres bactéries photosynthétiques anoxygéniques, mais jamais ensemble. C'est en acquérant l'ensemble des gènes codant les deux photosystèmes que les cyanobactéries ont accédé à la photosynthèse produisant du dioxygène, beaucoup plus efficace sur le plan énergétique», explique Purificación López-García.

En janvier 2017, des travaux reposant sur la notion d'horloge génétique dataient la divergence entre les mélainabactéries et les oxyphotobactéries à 2,5-2,6 milliards d'années. L'équipe de Rochelle Soo estime donc que l'apparition de la photosynthèse oxygénique s'est produite à cette époque, plus récente qu'on ne l'admettait généralement.

L'analyse comparée des génomes montre enfin que les machineries cellulaires de la chaîne respiratoire, présentes dans les trois classes de cyanobactéries, sont apparues de façon indépendante, provenant ainsi d'autres organismes variés. Cela confirme l'importance des transferts horizontaux de gènes lors de l'acquisition de processus cellulaires fondamentaux par les bactéries. ■

MARTIN TIANO

R. M. Soo et al., *Science*, vol. 355, pp. 1436-1440, 2017

EN BREF

COMMENT SAVOIR SI QUELQU'UN RÊVE ?

Une découverte récente permet de déterminer avec une bonne fiabilité si une personne rêve. En réveillant plusieurs fois une trentaine de sujets pour savoir s'ils rêvaient, Francesca Siclavi, de l'université de Lausanne, et ses collègues ont identifié une zone toujours très active pendant les songes. Cette région à l'arrière du cerveau comprend notamment des aires sensorielles (surtout visuelles) et impliquées dans l'intégration des données perceptives, ce qui rend cette région propice à la simulation virtuelle caractéristique des rêves.

DES CHENILLES MANGE-PLASTIQUE

Le polyéthylène représente 40 % de la production européenne de plastique. Or il n'est pas biodégradable et s'accumule dans la nature. Plusieurs approches, utilisant des produits chimiques ou des bactéries ont été testées pour le dégrader, mais elles sont lentes. Federica Bertocchini, de l'université de Cantabrie, en Espagne, et ses collègues ont observé que la chenille de la fausse teigne de la cire (*Galleria mellonella*) dévore le plastique pour former de l'éthylène glycol, certes toxique, mais plus facile à dégrader.

URANUS SE DÉVOILE AVEC SES AUBURES

Les aubures polaires sont liées à d'intimes interactions du champ magnétique de la planète, de son atmosphère et du vent solaire. Celles d'Uranus ont été rarement vues. En surveillant les éruptions solaires, Laurent Lamy, de l'observatoire de Paris, et ses collègues ont estimé le moment où Uranus recevrait une bouffée de vent solaire. Ils ont ainsi détecté plusieurs aubures, grâce au télescope spatial *Hubble*. Ce qui leur a permis d'étudier le champ magnétique d'Uranus et de déterminer la position de ses pôles.

COSMOLOGIE

L'ÉNERGIE SOMBRE, UNE ILLUSION ?

En 1998, l'étude d'un type particulier d'explosions d'étoiles, les supernovæ de type Ia, a permis d'affirmer que l'Univers est en expansion accélérée. Cette conclusion s'inscrit dans le cadre du modèle standard de la cosmologie qui, pour simplifier les calculs, fait l'hypothèse que l'Univers est homogène à grande échelle. Or pour expliquer cette dynamique accélérée, il faut supposer l'existence d'une «énergie sombre», qui représenterait 68 % du contenu de l'Univers et dont la nature est inconnue. Mais une autre approche est revenue à l'actualité.

Elle consiste à prendre en compte les hétérogénéités dans la distribution de la matière (les amas de galaxies et les vides cosmiques). En 2000, Thomas Buchert, maintenant à l'université Claude-Bernard, à Lyon, a suggéré qu'un effet de rétroaction pouvait jouer sur la vitesse d'expansion de l'Univers: les régions riches en matière tendent à courber l'espace-temps de telle sorte que l'expansion de l'Univers serait plus lente dans ces régions et plus rapide dans les espaces vides.

Ces hétérogénéités expliqueraient ainsi la dynamique cosmique observée sans faire appel à l'énergie sombre. Cette idée vient de recevoir



DES EXPLOSIONS EXCEPTIONNELLES

L'étude des supernovæ de type Ia (en bas, à gauche) suggère une expansion cosmique accélérée. La cause reste inconnue.

le renfort des simulations de Gábor Rácz, de l'université Loránd Eötvös, et ses collègues: l'effet des hétérogénéités conduit à des résultats comparables à la dynamique d'expansion observée. Mais certains experts, qui ont réalisé d'autres simulations fondées sur les hétérogénéités, sont étonnés par l'importance de l'effet de rétroaction trouvé. Les chercheurs doivent encore comparer leurs hypothèses de travail pour comprendre d'où viennent ces différences. Et selon d'autres cosmologistes, la rétroaction devrait être si faible que l'hypothèse de l'énergie sombre ne peut être écartée. La lumière est loin d'être faite sur cette énigme de l'Univers... ■

S. B.

G. Rácz et al., *MNRAS*, en ligne, 2017

MÉDECINE

DES NANOPARTICULES FRANCHISSENT LE MUCUS

Depuis les années 2000, les chercheurs mettent au point des nanoparticules biodégradables servant de «cargos» pour transporter, par voie respiratoire, des médicaments jusqu'aux cellules épithéliales qui tapissent les muqueuses des poumons afin de traiter, par exemple, des symptômes locaux liés à l'asthme ou la mucoviscidose. Mais la plus grande partie des substances actives sont arrêtées par le mucus, liquide visqueux qui protège les bronches. Craig Schneider et ses collègues, de l'université Johns Hopkins, à Baltimore, aux États-Unis, proposent d'utiliser des nanoparticules modifiées en surface par des chaînes de polyéthylène-glycol qui les rendent non mucoadhésives.

Des travaux théoriques datant de 2012 semblaient indiquer que de telles nanoparticules

ne sont pas adaptées aux voies respiratoires, en raison de la trop grande épaisseur de la couche de mucus qui les caractérise.

Grâce à des expériences *in vivo*, les chercheurs de Baltimore contredisent cette idée: chez la souris, non seulement les nanoparticules mucopénétrantes diffusent plus vite dans les bronches, mais elles sont aussi réparties de façon plus uniforme et retenues plus longtemps dans les tissus que les nanoparticules mucoadhésives. Utilisées pour transporter un anti-inflammatoire stéroïdien, les nouvelles nanoparticules réduisent plus efficacement des inflammations pulmonaires aiguës chez le rongeur. Il reste à tester cette technique chez l'homme. ■

M. T.

C. Schneider et al., *Science Advanced*, vol. 3, e1601556, 2017