

BIOCHIMIE

QUAND DES BACTÉRIOPHAGES REVISITENT L'ALPHABET GÉNÉTIQUE

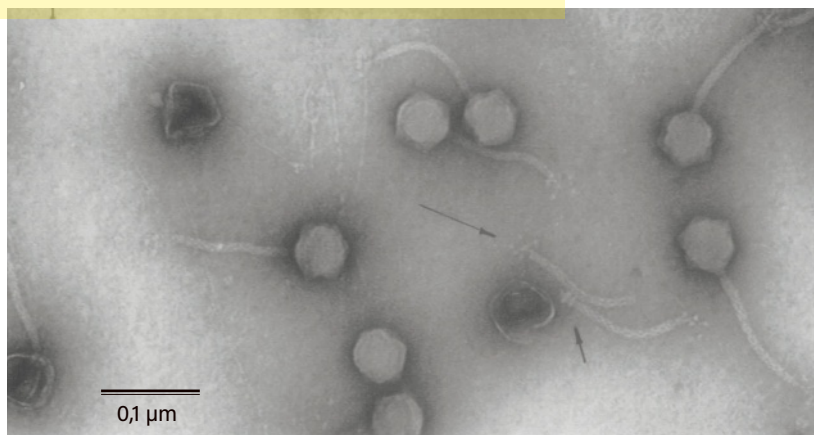
Dans l'ADN d'un virus de bactéries, l'une des quatre lettres du code génétique est systématiquement remplacée par une autre non standard. L'enquête sur cette énigme amène à questionner jusqu'à l'origine de la vie.

A 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

ÉTHOLOGIE

MOQUEUR COMPOSITEUR

Le moqueur polyglotte (*Mimus polyglottos*), un oiseau d'Amérique du Nord, compose des chants à partir des mélodies des autres oiseaux, vient de montrer une équipe dirigée par Tina Roeske, de l'institut Max-Planck d'esthétique empirique à Francfort-sur-le-Main. « Nous avons testé à l'ordinateur, par des analyses quantitatives, l'intuition que ces oiseaux n'enchaînent pas les mélodies imitées au hasard, mais selon des règles cohérentes », explique-t-elle. Il en ressort que les oiseaux composent suivant quatre modes : ils changent de timbre, de ton, allongent les séquences ou les raccourcissent. Les mélodies complexes qui en résultent charment les autres oiseaux, mais aussi des humains, et rappellent celles que créent les compositeurs. ■

F. S.

T. C. Roeske et al., *Frontiers in Psychology*, vol. 12, article 630115, 2021

ARCHÉOLOGIE

UN VILLAGE PRÉCOLOMBIEN EN GUADELOUPE



La sépulture 67 illustre bien l'habitude de replier les membres des défunts que l'on portait en terre.

CHIMIE

MÉTHANE : UN PARADOXE RÉSOLU

Les sédiments des fonds marins sont riches en méthane (CH_4) que des communautés microbiennes exploitent comme source d'énergie et de carbone. Il existe deux isotopes stables de cet élément, le carbone 12 et le carbone 13. Le premier étant plus léger, les réactions transformant le méthane contenant du carbone 12 devraient être un peu plus rapides que celles avec le carbone 13, laissant ce dernier en excès dans le milieu. Or ce n'est pas ce que l'on observe. Pour résoudre le problème, Gunter Wegener, de l'institut Max-Planck de microbiologie marine, à Brême, en Allemagne, et ses collègues ont étudié des associations d'archées et de bactéries en laboratoire, en faisant varier la concentration de sulfate, composé qui intervient dans l'oxydation du méthane. Lorsque la concentration est faible, certaines réactions s'inversent et restituent dans le milieu le méthane contenant l'isotope léger. ■

S. B.

G. Wegener et al., *Science Advances*, vol. 7, article eabe4939, 2021

Dans la zone du Petit-Pérou, aux Abymes, la commune la plus peuplée de Guadeloupe, l'équipe de Nathalie Serrand, de l'Inrap, vient de fouiller une rareté à l'échelle des Antilles : un village amérindien datant de la période troumassoïde (du XI^{e} au XIII^{e} siècle). Sur place, la répartition de nombreux « trous de poteaux », c'est-à-dire les marques sombres laissées dans la terre par des piliers de bois, marque la présence de « carbets », maisons traditionnelles ouvertes en bois et toit de feuilles, d'un type que l'on construit en Amazonie depuis des millénaires. Cela n'a rien d'étonnant, puisque les populations précolombiennes des Petites Antilles sont d'origine amazonienne et parlaient en effet des langues du groupe arawak, bien représenté en Amazonie. Dans les dépotoirs du village, les archéologues ont retrouvé des tessons, des pierres de foyers, des ossements ainsi que des restes de crabes et de coquillages. Qui plus est, 113 sépultures ont été mises au jour, de sorte que – trouvaille extraordinaire ! – c'est tout un échantillon de la population précolombienne dont disposent les archéologues. Ces adultes et enfants furent déposés dans leurs tombes soit sur le dos, soit assis ou semi-assis, soit sur le côté, les corps repliés sur eux-mêmes, jambes comprimées sur les avant-bras et les bras pliés et collés contre le thorax. Ces positions n'étant pas naturelles, il est évident que les cadavres y ont été forcés, puis maintenus ainsi à l'intérieur de sacs ou par des liens. Le plus intéressant reste à venir : s'il se révèle possible de séquencer au moins une partie de l'ADN des défunts, des informations inédites sur les rapports entre les troumassoïdes guadeloupéens et d'autres populations précolombiennes devraient ressortir. ■

F. S.

Communiqué de l'Inrap, 29 avril 2021