

L'énergie de l'or

Pour comprendre les propriétés de l'or, notamment sa couleur jaune, il faut prendre en compte des effets relativistes dans le calcul des niveaux d'énergie des électrons. Cependant, cela ne suffit pas pour calculer précisément l'énergie de première ionisation de cet atome, c'est-à-dire l'énergie minimale nécessaire pour en arracher un électron. Peter Schwerdtfeger, de l'université Massey, en Nouvelle-Zélande, et son équipe obtiennent un bon accord entre la théorie et la mesure expérimentale en prenant en compte des interactions impliquant jusqu'à cinq électrons.

Les archées d'Asgard

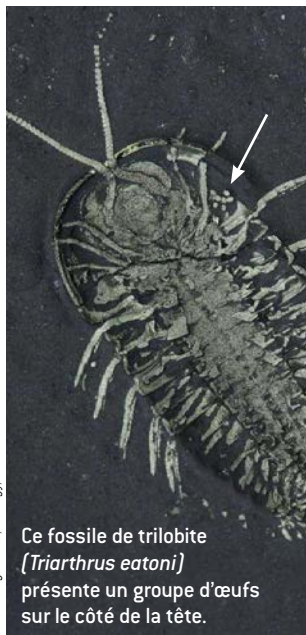
L'arbre du vivant a trois troncs : les bactéries et les archées sont des microorganismes simples, les eucaryotes peuvent être grands et complexes. Selon certains scénarios, archées et eucaryotes partageraient un ancêtre commun. En 2015, grâce à une analyse métagénomique, Thijs Ettema, de l'université d'Uppsala, et son équipe ont découvert Loki, une archée qui porterait des gènes aussi présents chez les eucaryotes. Par cette méthode indirecte, ces chercheurs ont trouvé trois cousines, qu'ils ont bien sûr nommées Thor, Odin et Heimdall ! Reste à les rencontrer pour confirmer leur génome.

ADN de tortue dans un trou

Sawmill Sink, un trou d'eau des îles Abacos, dans les Bahamas, avait conservé la carapace d'une tortue géante de l'espèce éteinte *Chelonoidis alburyorum*. Surprise : elle contenait encore tout son ADN, dont le séquençage a révélé une parenté avec la tortue d'Argentine *Chelonoidis chilensis* et avec la tortue géante des Galapagos *Chelonoidis vicina*. Les paléogénéticiens en déduisent que les tortues ont immigré aux Caraïbes il y a 13 à 15 millions d'années, donc un peu plus de 10 millions d'années après que leur groupe ancestral des *Geochelone* est arrivé en Amérique en provenance d'Afrique.

Paléontologie

Des œufs de trilobites



Ce fossile de trilobite (*Triarthrus eatoni*) présente un groupe d'œufs sur le côté de la tête.

© T. A. Hegna et al., *Geology*, 2017

Du Cambrien à la fin du Permien, il y a environ 250 millions d'années, les trilobites ont dominé dans les mers. Avec plus de 18 750 espèces décrites, ces arthropodes marins sont bien connus, mais on ignorait tout de leur reproduction. Or Thomas Hegna, de l'université de l'Illinois de l'Ouest, a annoncé la découverte, sur deux fossiles de trilobites vieux d'environ 450 millions d'années, de structures qui seraient des œufs.

Il s'agit de petits corps ovoïdes d'environ 0,16 millimètre de long groupés sur le côté de la tête par paquets de 3 à 9 (voir le cliché ci-contre). Sur les images tomographiques, on ne distingue aucun détail interne ni comment ces corps étaient attachés à la tête, mais on ne peut douter qu'ils l'étaient.

S'agit-il vraiment d'œufs ? Pour les chercheurs, ces formes ovoïdes localisées près de la tête ne peuvent guère être des fossiles de microorganismes, d'excréments ou de quelque passager clandestin. Leur taille correspond par ailleurs à celle constatée généralement sur des œufs d'arthropodes.

Un argument supplémentaire vient de la reproduction des limules, des arthropodes marins en forme de fer à cheval. Ce sont des animaux actuels, mais dont le type existe depuis 500 millions d'années. Or les limules portent leurs œufs non fécondés dans un réseau ovarien situé dans la tête.

F. S.

T. A. Hegna et al., *Geology*, vol. 45, pp. 199-202, 2017

Insolite

L'origine des cercles de fées

Dans le désert du Namib, le sol est constellé de zones circulaires régulièrement distribuées et dépourvues de plantes. Corina Tarnita, de l'université de Princeton, et ses collègues ont proposé une explication. Elle combine deux hypothèses considérées indépendamment jusque-là : la compétition entre des colonies de termites qui mangent les plantes et une compétition entre les plantes pour l'accès à l'eau, rare dans cette région.



© T. Coverdale et U. Garton, université Princeton

Virologie



Le puissant arsenal de guerre des bactériophages

Char d'assaut, corruption, agents dormants... Les stratégies des virus de bactéries sont bien plus complexes et variées qu'on ne le soupçonnait.

L'ingéniosité des bactériophages, des virus qui n'infectent que les bactéries, n'a pas fini de surprendre. Trois stratégies mises au jour révèlent à quel point ces entités s'apparentent à des machines de guerre bien rodées. La première concerne leur mode de reproduction. Comme tous les virus, les phages se multiplient en détournant la machinerie cellulaire de leurs hôtes. Mais la technique que Vorrapon Chaikeeratisak, de l'université de Californie à San Diego, et ses collègues ont découverte chez un phage des bactéries *Pseudomonas* tient plus du char d'assaut que d'un simple parasitage. En observant l'invasion en détail, les biologistes ont montré que lors de sa réplication, le phage construit un compartiment qui ressemble à un noyau de cellule eucaryote.

Comme dans ces cellules, le compartiment renferme de l'ADN (l'ADN viral) ainsi que les protéines impliquées dans sa réplication et sa transduction en ARN. Les fragments d'ARN sortent alors de la structure et sont traduits en protéines qui serviront à fabriquer l'armature du virus hors du compartiment ou iront renforcer les troupes à l'intérieur. On connaissait des virus

produisant de tels compartiments dans des cellules eucaryotes, mais rien de tel n'avait été décrit chez les bactéries.

Une fois prête, la nouvelle armée de phages détruit la bactérie et se déploie. C'est là qu'intervient la deuxième stratégie. Elhanan Tzipilevich, de l'université hébraïque de Jérusalem, et ses collègues ont mis en évidence un mécanisme par lequel des phages infectent des bactéries qui leur résistaient. En mettant en présence des bactéries *Bacillus subtilis* sensibles à un phage et d'autres résistantes, ils ont montré que lorsqu'une armée de phages s'échappe d'une bactérie sensible, la membrane bactérienne détruite forme de petites vésicules. Or la bactérie doit sa sensibilité à un récepteur sur sa membrane, lequel se retrouve à la surface des vésicules. Lorsque les vésicules rencontrent une bactérie, elles fusionnent avec celle-ci, lui apportant le récepteur qui rend sensible au phage...

La troisième stratégie, elle, optimise la production des armées. Zohar Erez, de l'institut Weizmann, en Israël, et ses collègues ont montré en étudiant plus d'une centaine de phages que ceux-ci communiquent: lorsqu'un phage

infecte une bactérie, il produit un peptide ressemblant à ceux que sécrètent certaines bactéries pour communiquer. Chez les bactéries, la concentration en peptide renseigne chaque individu sur la densité de population de ses proches voisins. Le peptide viral renseigne les phages sur la densité de population de leurs congénères en utilisant les mêmes mécanismes que les peptides bactériens. Plus la concentration en peptide viral est élevée dans une bactérie (signe qu'il y a beaucoup de phages aux alentours), plus le phage qui l'attaque a tendance non pas à développer une armée, mais à insérer son ADN dans le génome bactérien, tel un agent dormant.

Au fil de l'évolution, les bactéries ont développé des défenses contre les inventions de leurs prédateurs. En retour, la sélection naturelle a favorisé chez les phages des stratégies qui les contournent. Dans cette course à la survie, une bactérie infectée et son virus tenteront peut-être un jour de cohabiter, produisant une minuscule cellule à noyau pérenne... Seront-ils les premiers à avoir essayé?

M.-N. C.

Science, vol. 355, pp. 194-197, 2017;
Cell, vol. 168, pp. 186-199, 2017;
Nature, vol. 541, pp. 488-493, 2017

Les bactériophages (ou phages), les virus des bactéries, attaquent leurs hôtes en injectant leur ADN à travers leur membrane. Au fil de l'évolution, ils ont développé de multiples mécanismes qui leur permettent de parer les défenses des bactéries, et dont trois ont été découverts récemment.