

DU PAIN AVANT L'AGRICULTURE

Du pain calciné, retrouvé en Jordanie dans les vestiges de foyers vieux de plus de 14 000 ans, s'est révélé préparé à partir de céréales sauvages. Il serait ainsi antérieur d'au moins 4 000 ans à l'émergence de l'agriculture.

Ces deux foyers, des sortes de fours circulaires, étaient enfouis sous le site archéologique de Shubayqa 1, où se trouvait auparavant un village de Natoufiens, un peuple de chasseurs-cueilleurs de la fin du Paléolithique. Au vu de la complexité, du temps de préparation et du coût en énergie de la fabrication de cet aliment, Amaia Arranz-Otaegui, de l'université de Copenhague, et ses collègues suggèrent que ces peuples consommaient du pain en période de fête pour impressionner les convives. ■

L. S.

A. Arranz-Otaegui et al., *PNAS*, vol. 115 (31), pp. 7925-7930, 2018

L'ÉLASTICITÉ DU TRICOT COMPRISE

Le tricot, contrairement à une toile tissée, est constitué d'un unique fil qui dessine des méandres pour former les mailles. C'est cette topologie complexe qui assure l'élasticité du tricot, le fil glissant de maille en maille lorsque le matériau est étiré. Les modèles décrivant ce comportement n'étaient jusqu'à présent pas très satisfaisants. Samuel Poincloux, de l'École normale supérieure, à Paris, et ses collègues en proposent un nouveau.

Ces physiciens ont d'abord suivi avec une caméra la déformation individuelle de chaque maille dans un tricot étiré. Ils ont alors élaboré un modèle, dont l'élément fondamental est une cellule à quatre côtés qui peut se déformer mais qui doit respecter certaines contraintes liées à la topologie du matériau. Ce modèle restitue parfaitement les observations lors de l'étirement du tricot. Une avancée qui intéressera l'industrie, notamment dans le domaine biomédical, les propriétés d'élasticité et de drapé du tricot ayant de nombreuses applications potentielles. ■

SEAN BAILLY

S. Poincloux et al., *Physical Review X*, vol. 8, article 021075, 2018

UN DEMI-MILLION D'ANNÉES DE SAPIENS



L'apparition dans le registre fossile africain de ces pointes bifaciales, pointes de flèches, perles en coquillage, morceaux d'ocre ou d'œufs d'autruche gravés signale l'émergence d'*Homo sapiens*.

Une brochette de paléanthropologues insignes, comprenant les préhistoriens Francesco d'Errico et Lounes Chikhi du CNRS, vient de publier un article rejetant l'idée que notre espèce, *Homo sapiens*, est le produit de l'évolution depuis 200 000 ans d'une seule population dans une unique région africaine.

Au lieu de cela, ces chercheurs proposent que la lignée *sapiens* a commencé à émerger en Afrique, il y a au moins 500 000 ans, ce qui est évidemment une conséquence de la découverte récente de plusieurs fossiles *sapiens* de quelque 315 000 ans d'âge... Ils vont même plus loin, en partant de la constatation que les plus anciens fossiles *sapiens* connus traduisent une assez grande diversité morphologique et sont disséminés à travers toute l'Afrique. Selon eux, si l'on tient compte des données archéologiques, génétiques, paléoclimatiques et paléoécologiques, cette situation correspond plutôt à l'idée que notre espèce s'est diversifiée au sein d'un réseau de populations réparties à travers toute l'Afrique. Les divers bassins de ces populations étaient séparés par des barrières naturelles, tels le Sahara ou la forêt, mais reliés par des flux géniques sporadiques. La dissémination de la population ancestrale *sapiens* a favorisé son hybridation avec des formes humaines divergeant d'*H. sapiens*, hybridation qui a d'ailleurs continué à se produire lorsque *H. sapiens* est sorti d'Afrique.

Ainsi, l'archéologie et les autres paléosciences devront désormais être convoquées ensemble chaque fois que l'on cherchera à préciser quel réseau natif *sapiens* a pu exister à une certaine époque. Un point que Lounes Chikhi commente ainsi : « Les données convergentes issues de ces différents domaines soulignent l'importance de considérer la structure des populations dans les modèles d'évolution humaine. Cela devrait donc nous amener à remettre en question les modèles actuels de changements de la taille de la population ancienne, et peut-être réinterpréter certains des anciens goulots d'étranglement, comme des changements dans la connectivité. » Décidément, tout est affaire de réseau aujourd'hui ! ■

F. S.

E. Scerri et al., *Trends in Ecology and Evolution*, en ligne le 11 juillet 2018

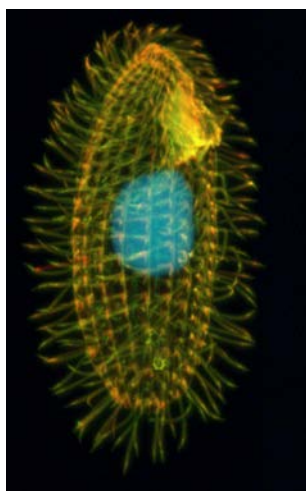
ÉVOLUTION

LE SEXE ENGENDRE LES SEXES

Chez la plupart des espèces, il n'existe que deux sexes. Mais certaines en comptent plus d'une centaine. Quelles contraintes expliquent l'apparition de nouveaux types sexuels ?

Dans la plupart des forêts du monde, sur de vieilles souches, vit le champion du sexe toutes catégories : *Schizophyllum commune*, un petit champignon blanc. En effet, chez cette espèce il n'existe pas deux, mais... 23 000 sexes différents ! Cette profusion a un avantage : elle multiplie le nombre de partenaires possibles. Ce champignon peut se reproduire avec 22 999 types sexuels sur les 23 000 disponibles, quand le système mâle-femelle n'offre, pour la reproduction, qu'une seule catégorie possible de partenaires. Malgré tout, les espèces à deux sexes restent largement majoritaires. George Constable, mathématicien à l'université de Bath, au Royaume-Uni, et Hannah Kokko, biologiste de l'université de Zurich, en Suisse, ont développé un modèle mathématique visant à mieux comprendre les contraintes qui limitent, au sein de la biodiversité, la profusion des sexes.

Chez *Schizophyllum commune* comme chez toutes les espèces dites isogames – à l'instar des algues, champignons, microorganismes –, les différences entre sexes ne s'expriment que d'un point de vue génétique. La mutation d'un seul gène peut alors conduire à l'apparition d'un nouveau sexe !



Le cilié *Tetrahymena thermophila*, qui ne se reproduit, par voie sexuelle, qu'une fois toutes les cent générations environ, compte sept types sexuels différents.



Le champignon *Schizophyllum commune* présente pas moins de 23 000 types sexuels. Un individu d'un type donné peut se reproduire avec un autre si celui-ci appartient à l'un des 22 999 autres types.

Le modèle de George Constable et de Hannah Kokko porte sur les espèces isogames et repose d'abord sur deux paramètres : le taux de mutation et la taille de la population. Si le taux de mutation conditionne la fréquence d'émergence de nouveaux types sexuels, la taille de la population influe, elle, sur leur disparition. En effet, plus une population est petite, plus grande est la probabilité que certains allèles (versions d'un gène) codant un type sexuel disparaissent au fil des générations.

Mais l'originalité du travail de George Constable et Hannah Kokko réside dans l'introduction d'un troisième paramètre : le taux de reproduction sexuée au sein de l'espèce. En effet, chez de nombreuses espèces isogames, la reproduction sexuée est facultative. Les levures *Saccharomyces cerevisiae*, par exemple, ne se reproduisent qu'une fois toutes les 5 000 générations, pratiquant davantage la division cellulaire (reproduction asexuée).

Les deux chercheurs ont alors montré que dans une population qui ne se reproduit que par reproduction sexuée – comme le champignon *S. commune* –, mais avec une faible fréquence de mutation, une centaine de types sexuels différents émergeront au cours des générations. À l'inverse, de toute évidence, si l'espèce ne se reproduit que par reproduction asexuée, un seul sexe se maintient au cours des générations. Entre les deux, plus le taux de reproduction sexuée est fort, plus le nombre de sexes pouvant apparaître sera élevé.

Ainsi, si la plupart des espèces isogames présentent deux types sexuels, c'est qu'elles sont nombreuses à pratiquer une reproduction sexuée très occasionnelle et une reproduction asexuée courante. Cette pratique s'explique assez bien : la reproduction asexuée a l'avantage d'être rapide et peu coûteuse en énergie, et elle permet de transmettre l'intégralité du patrimoine génétique du parent. Mais lorsque les conditions du milieu changent, la reproduction sexuée devient plus avantageuse, car les nouvelles combinaisons génétiques qu'elle introduit peuvent conduire à des organismes mieux adaptés au nouvel environnement. ■

C. M.

G. W. A. Constable et H. Kokko, *Nature Ecology & Evolution*, vol. 2, pp. 1168-1175, 2018

COSMÉTIQUES ÉGYPTIENS

La phosgénite, un carbonate de plomb, était un ingrédient classique des cosmétiques en Égypte antique. La phosgénite naturelle étant très rare, les historiens soupçonnaient les anciens Égyptiens de maîtriser déjà sa synthèse. Pour le prouver, Lucile Beck, de l'université Paris-Saclay, et ses collègues ont analysé des échantillons retrouvés dans des pots datant de 1500 ans avant notre ère et conservés au musée du Louvre, en adaptant une méthode de datation normalement utilisée sur des échantillons organiques (bois, os, etc.) : la datation au carbone 14. Résultat : la phosgénite égyptienne a bien été synthétisée, car le carbone qui la compose provient de sources organiques ou atmosphériques datant de la même époque que les pots. Les chercheurs proposent de dater ainsi les peintures, de toutes époques, contenant des pigments carbonatés. ■

M. T.

L. Beck et al., *Communications Chemistry*, vol. 1, article 34, 2018

MORTELLE MIGRATION

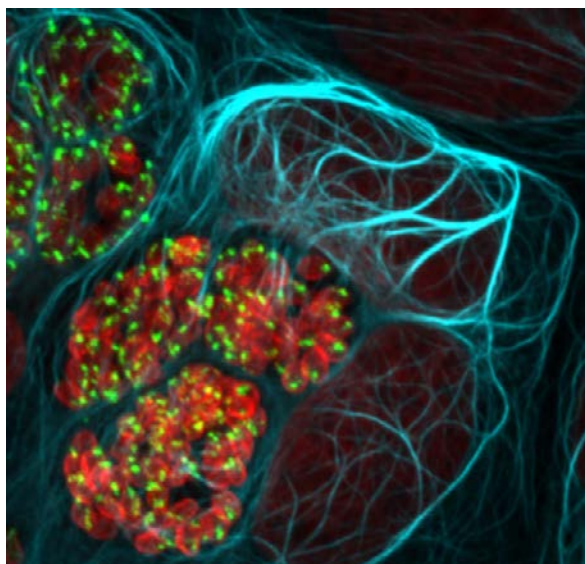
Chaque année, des oies, les bernaches nonnettes, passent l'hiver en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Allemagne puis migrent vers le nord pour se reproduire. Or, avec le réchauffement climatique, les printemps sont de plus en plus précoces en Arctique. Une équipe de l'université d'Amsterdam menée par Bart Nolet a ainsi constaté que ces oies sont capables d'accélérer leur migration en cours de route pour arriver plus tôt en Arctique.

Les oies seraient capables de juger au cours du voyage, grâce à des repères environnementaux, quand aura lieu le printemps en Arctique. Ce comportement semble *a priori* avantageux pour la survie des futurs poussins, mais il n'en est rien ! Migrer plus vite demandant plus d'efforts, les oies arrivent épuisées et ne peuvent pas pondre dès leur arrivée. Elles attendent finalement la même époque que d'habitude. Conséquence tragique : les poussins ratent le printemps et, la nourriture n'étant plus assez disponible, ils meurent de faim. ■

CLAIRE HEITZ

T. Lameris et al., *Current Biology*, vol. 28, pp. 1-7, 2018

LE TWIST DU PARASITE DE LA TOXOPLASMOSE



Dans une cellule humaine, dont on distingue les microtubules (en bleu), des vacuoles contiennent la progéniture d'un seul parasite *Toxoplasma*. Les contours des parasites sont marqués en rouge et une protéine produite par ces protozoaires apparaît en vert.

La toxoplasmose est une infection parasitaire provoquée par le protozoaire *Toxoplasma gondii*. Si elle est en général bénigne, elle peut être dangereuse pour les fœtus des femmes enceintes et les personnes immunodéprimées. Chez toutes ses victimes, humains compris, le parasite de la toxoplasmose doit pénétrer dans des cellules hôtes et y créer une niche protectrice, la vacuole parasitophore, pour se multiplier aux dépens de la cellule nourricière. Certains aspects du processus restaient à préciser. Afin de concevoir de nouvelles stratégies de lutte contre ce parasite, une équipe de l'Inserm, à Grenoble, menée par Isabelle Tardieux, a étudié, grâce à des techniques d'imagerie à haute vitesse et haute résolution, comment le protozoaire envahit les cellules de ses hôtes.

Pour pénétrer dans une cellule, le parasite injecte des protéines dans la membrane. Ces molécules forment une « porte » qui sert de point d'appui au parasite pour se propulser à l'intérieur et forcer le « bourgeonnement » de la membrane en formant la vacuole. Jusqu'à présent, on ignorait comment le parasite refermait la porte derrière lui tout en préservant l'intégrité de la membrane cellulaire. L'équipe grenobloise vient d'élucider l'énigme : le parasite effectue un mouvement de rotation sur lui-même. Cela provoque mécaniquement un rapprochement des deux régions de la membrane, ce qui favorise leur fusion et l'isolement de la vacuole. En fixant des billes micrométriques à l'extrémité postérieure du parasite, les chercheurs ont empêché sa rotation et donc la fermeture de la porte. Ce défaut d'étanchéité entraîne un gonflement anormal du bourgeon membranaire, qui comprime le parasite et finit par le tuer.

Les travaux de l'équipe d'Isabelle Tardieux permettront peut-être d'identifier des cibles intéressantes pour contrer la capacité invasive non seulement de *Toxoplasma gondii*, mais aussi de *Plasmodium*, le parasite responsable du paludisme, lequel utilise un complexe similaire comme point d'ancrage et porte d'entrée dans les globules rouges. ■

C. H.

G. Pavlou et al., *Cell Host & Microbe*, vol. 24, pp. 81-96, 2018