

GÉNÉTIQUE

DES ÉLÉMENTS MOBILES DE NOTRE GÉNOME PRIS SUR LE VIF

Un fragment du génome humain, le rétrotransposon L1, a acquis la capacité de se dupliquer tout le long de l'ADN, même s'il ne persiste que dans certaines régions.

Dans le génome humain, comme chez tous les organismes vivants, des mutations surviennent d'une génération à l'autre et contribuent à la diversité génétique de la population. Un mécanisme clé de mutation est le déplacement ou la duplication de fragments entiers du génome à d'autres endroits de sa séquence d'ADN. Au fil de l'évolution, de tels éléments mobiles, dits transposables, ont ainsi colonisé jusqu'à environ 50 % du génome humain, voire plus. Or on sait peu de choses sur les lois qui régissent l'insertion de ces éléments dans le génome. Ont-ils des régions de prédilection ?

En fait, oui et non... C'est ce que vient de montrer l'équipe de Gaël Cristofari, à l'institut de recherche sur le cancer et le vieillissement de Nice, en «photographiant» l'un d'eux, le rétrotransposon L1, juste après sa duplication dans des cellules humaines.

L'équipe n'a pas choisi le rétrotransposon L1 au hasard. C'est le seul élément transposable autonome encore actif dans le génome humain. Avec ses quelque 500 000 copies, il occupe à lui seul 17 % de notre patrimoine génétique. Les autres éléments transposables autonomes, c'est-à-dire portant les gènes nécessaires à leur dissémination, sont devenus inopérants et se sont fixés dans le génome. Quant à ceux non autonomes, soit ils se sont eux aussi fixés, soit ils ont besoin de gènes du rétrotransposon L1 pour se répandre.

En d'autres termes, le rétrotransposon L1 est non seulement l'unique élément encore capable de se dupliquer tout seul, mais un ingrédient clé de la mobilité des autres éléments transposables encore actifs du génome humain. Or, selon les endroits où ses copies s'insèrent, elles entraînent parfois des maladies génétiques comme des hémophilies, des myopathies ou des cancers. Aussi serait-il particulièrement utile de comprendre les lois qui sous-tendent ces insertions.

Durant la vie d'un individu, il est rare que ses rétrotransposons L1 s'activent. Cela se produit parfois durant l'embryogenèse ou dans des cellules cancéreuses. En temps normal, des marques chimiques, dites épigénétiques,



Les «éléments transposables» sont des fragments du génome capables de se déplacer ou de se dupliquer le long de celui-ci. Le rétrotransposon L1 est l'un des rares encore mobiles chez les humains.

50 %

ENVIRON DU GÉNOME HUMAIN SONT CONSTITUÉS D'ÉLÉMENTS MOBILES CONNUS OU DE LEURS VESTIGES. CHEZ LE MAÏS, ILS OCCUPENT JUSQU'À 85 % DU GÉNOME.

l'empêchent de se dupliquer. Pour observer de toutes nouvelles insertions du rétrotransposon, Gaël Cristofari et ses collègues ont donc directement introduit, dans une lignée cellulaire humaine en culture, le fragment d'ADN actif, sans ces marques épigénétiques. Ils ont alors comparé la cartographie des quelque 1500 nouvelles insertions obtenues à celles disponibles pour diverses lignées cellulaires humaines dans des bases de données génomiques.

Résultat : malgré quelques biais observés (une préférence, notamment, pour les régions qui se répliquent tôt), le rétrotransposon L1 s'est inséré tout le long du génome. Or, dans les bases de données, au contraire, certaines régions sont clairement privilégiées. Cela suggère que les nouvelles copies du rétrotransposon ne sont tolérées qu'à certains endroits du génome et que celles qui se sont insérées ailleurs sont éliminées *a posteriori*, par sélection naturelle. Une information qui pourrait aider, notamment, à découvrir les régions où elles sont susceptibles de causer des dommages, par exemple lors de cancers. ■

MARIE-NEIGE CORDONNIER

T. Sultana, D. van Essen *et al.*, *Molecular Cell*, vol. 74, en ligne le 2 mai 2019

PHYSIOLOGIE

LE CERVEAU GÈRE LE FLUX SANGUIN

Un contrôle précis du flux sanguin dans chaque partie du corps est essentiel à la survie. Certains neurones situés dans le bulbe rachidien pourraient constituer le centre de contrôle cérébral du système cardiovasculaire, en régulant le flux sanguin dans différentes parties de l'organisme. David Farmer, de l'université de Melbourne, et ses collègues ont utilisé, chez le rat, des virus génétiquement modifiés pour rendre ces cellules lumineuses. Ils ont ainsi montré qu'elles établissent des connexions avec différentes zones du système cardiovasculaire. Les chercheurs ont ensuite rendu ces neurones sensibles à la lumière, afin d'étudier leur activité quand on les stimule par un flash lumineux. Ils ont découvert que ces cellules avaient un effet excitateur sur différentes parties du corps, notamment le cœur et les vaisseaux sanguins des pattes antérieures et postérieures de l'animal. ■

ALINE GERSTNER

D. G. S. Farmer et al., *The Journal of Physiology*, en ligne le 11 mai 2019

BIOPHYSIQUE

SUPERNOIR : L'ATOUT SÉDUCTION DES ARAIGNÉES-PAONS



Les araignées-paons *Maratus speciosus* sont connues pour les spectaculaires parades nuptiales des mâles. Ces derniers dressent et agitent leur abdomen coloré pour séduire les femelles.

ÉTHOLOGIE

BONOBO ENTREMETTEUSE

Martin Surbeck, de l'institut Max-Planck d'anthropologie évolutionnaire, à Leipzig, et des collègues ont observé des populations sauvages de bonobos en République démocratique du Congo et des populations sauvages de chimpanzés en Côte-d'Ivoire, en Tanzanie et en Ouganda. Ces chercheurs ont découvert que si chez les deux espèces les mères défendent leurs rejetons dans les conflits entre mâles, les mères bonobos (et, rarement, des mères chimpanzés) les aident en plus à s'accoupler ! En effet, elles usent de leur rang dans le groupe pour favoriser l'accès de leur fils à des femelles de meilleur statut ; elles interviennent aussi dans les tentatives d'accouplement d'autres mâles pour les en empêcher ; et elles amènent volontairement leurs fils aux femelles en ovulation. Martin Surbeck et ses collègues soulignent que ce comportement de la mère bonobo augmente nettement le succès reproductif de ses fils. ■

F. S.

M. Surbeck et al., *Current Biology*, vol. 29 (10), pp. R354-R355, 2019

Chez les araignées-paons *Maratus speciosus* et *Maratus karrie*, des espèces endémiques d'Australie, les femelles sont très exigeantes dans le choix de leur partenaire. Elles sont très sensibles aux motifs et surtout aux couleurs qu'il arbore sur son abdomen. Pourtant, le mâle présente aussi des taches d'un noir très profond sur cette partie du corps. Quel rôle jouent-elles ? Dakota McCoy, de l'université Harvard, et ses collègues ont montré que ces zones de l'abdomen absorbent jusqu'à plus de 99,5 % de la lumière visible, de quoi concurrencer certains des matériaux artificiels les plus performants. On parle alors de supernoir.

Cet effet spectaculaire est obtenu grâce à une structure microscopique organisée. Les chercheurs ont distingué deux types d'agencements. Le premier est constitué d'excroissances, déjà étudié chez les oiseaux de paradis ou certains papillons ; le second, moins connu, est un réseau de bosses microscopiques en forme de lentilles. La lumière qui pénètre dans une bosse est absorbée dans la couche sous-jacente contenant des pigments. Grâce à l'organisation en réseau, la lumière qui se réfléchit sur une microlentille est dirigée vers une autre où une fraction de la lumière sera encore absorbée.

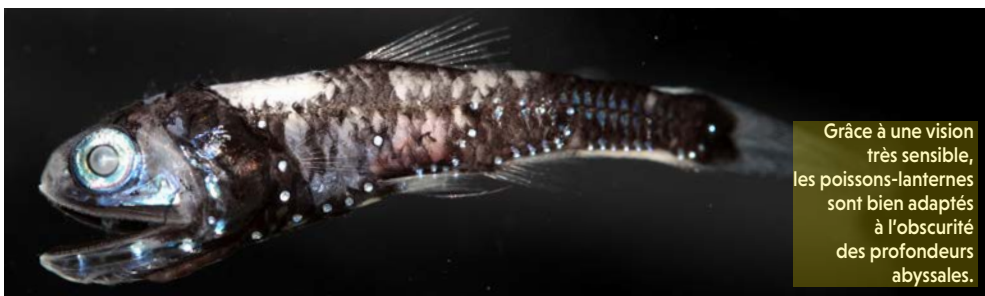
D'après Dakota McCoy et ses collègues, l'absence de réflexion lumineuse est à l'origine d'un biais sensoriel qui altère l'adaptation chromatique : les taches colorées entourant le supernoir apparaissent alors très vives, voire brillantes, critère déterminant pour les femelles qui cherchent un partenaire. Comme chez les oiseaux de paradis, le noir dû à une organisation structurale sert ainsi à séduire chez les araignées-paons : on a là un exemple de convergence évolutive dans la sélection sexuelle. Mais la structure en microlentilles trouvera peut-être une autre utilisation très différente : améliorer l'efficacité des panneaux solaires ! ■

I. P.

D. E. McCoy et al., *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 286, article 20190589, 2019

BIOLOGIE ANIMALE

L'HYPERVERSION DES ABYSSES



Grâce à une vision très sensible, les poissons-lanternes sont bien adaptés à l'obscurité des profondeurs abyssales.

A plus de 200 mètres sous la surface de la mer, hormis la bioluminescence des poissons et les quelques photons qui arrivent de la surface, l'obscurité règne. Pourtant, les poissons des grands fonds sont capables de détecter d'infimes émissions de lumière. Ils pourraient même percevoir le monde abyssal en couleurs, comme l'indiquent Zuzana Musilova, de l'université Charles, à Prague, et ses collègues, qui se sont intéressés à la rétine très sensible de ces vertébrés.

De façon générale, chez les vertébrés, la capacité de voir dans l'obscurité et de voir en couleurs repose sur un compromis qui fait appel à deux sortes de cellules photosensibles de la rétine: les cônes et les bâtonnets. Si les bâtonnets nécessitent peu de lumière pour fonctionner, ils ne produisent qu'une image en noir et blanc, car ils n'ont qu'un seul type de pigment photosensible: la rhodopsine. Les

cônes, en revanche, actifs seulement sous forte luminosité, sont capables de discerner des couleurs. En effet, il existe deux à quatre types de cônes (selon les espèces) dotés de pigments, des opsines, sensibles à différentes longueurs d'onde du spectre lumineux.

Zuzana Musilova et ses collègues ont étudié les différentes opsines et rhodopsines produites chez plus de 101 espèces de poissons. Les biologistes ont montré que les animaux des abysses ont acquis de façon indépendante de nouveaux gènes permettant de produire entre 3 et 14 rhodopsines différentes. Avoir plusieurs types de bâtonnets permet peut-être une perception nuancée de la faible bioluminescence, analogue à la perception des couleurs par les cônes. ■

CORALINE MADEC

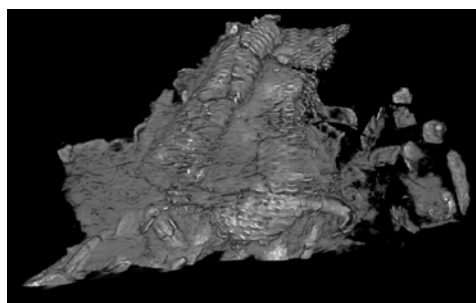
Z. Musilova *et al.*, *Science*, vol. 364, pp. 588-592, 2019

ARCHÉOLOGIE

UNE COTTE DE MAILLES SOUS X

Les Gaulois ont inventé la cotte de mailles. Toutefois, hors des représentations (sur le célèbre chaudron de Gundestrup par exemple) ou des mentions d'auteurs anciens (Diodore de Sicile), on n'a, à l'échelle de l'Europe, que quelques témoignages archéologiques de cottes de mailles gauloises.

À considérer l'amas informe mis au jour par des archéologues sur le mont Mormont, près d'Éclépens, dans le canton de Vaud, en Suisse, on comprend pourquoi. «Après avoir vu de petits anneaux, nous avons su qu'il s'agissait d'une cotte de mailles», témoigne Claudia Nitu, membre de l'équipe. Étant donné la masse de rouille en présence, les archéologues ont supputé que la cotte de mailles enveloppe une série d'objets offerts aux dieux dans l'une des 250 fosses sacrificielles découvertes sur le



L'une des images de la cotte de mailles obtenues grâce à la plateforme de microtomographie X de l'EPFL.

site. Pour en avoir le cœur net, ils ont fait microtomographier l'amas aux rayons X à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Les images 3D ont révélé 160 objets, dont plusieurs agrafes pour meuble, quatre fibules (broches à vêtements), un tranchant, une attache de poignée de chaudron, etc. ■

F. S.

Communication de l'EPFL, <https://bit.ly/2We78d4>

EN BREF

CANNEBERGES : UN EFFET ANTIBACTÉRIEN

Petite baie très prisée en Amérique pour son goût acidulé et ses antioxydants, la canneberge aide aussi à combattre les bactéries. Autour de Nathalie Tufenkji, des chercheurs de l'université McGill ont montré qu'en présence de certaines molécules extraites de canneberges, des bactéries responsables d'affections, telles les infections urinaires, les pneumonies et les gastroentérites, deviennent sensibles à des doses nettement moins élevées d'antibiotiques.

TRÈS « FAMILLE », LES ORQUES

Christophe Guinet, du Centre d'études biologiques de Chizé, et des collègues ont suivi pendant plusieurs années les orques de l'archipel Crozet par photo-identification, et constaté que l'arrivée d'une pêcherie illégale a conduit à la décimation de nombreux clans. En observant la façon dont les orques orphelines errent de clan en clan, ils ont établi que plus leurs séjours dans d'autres groupes sont courts, plus les orques isolées meurent. Chez les orques, la vraie sécurité sociale, c'est la famille.

LA POTERIE PUEBLO N'AVAIT PAS DE SEXE

Afin d'étudier la répartition des tâches au sein de la culture Pueblo (Arizona), John Kantner, de l'université de Floride du Nord, et ses collègues ont étudié les empreintes digitales conservées sur des poteries datant d'il y a 1 000 ans. À partir de la mesure de la largeur des crêtes d'empreintes digitales, les chercheurs ont déterminé si les potiers étaient des hommes ou des femmes. Il semble que, au sein de la culture Pueblo, la production de poteries domestiques n'était pas réservée à l'un ou l'autre sexe.