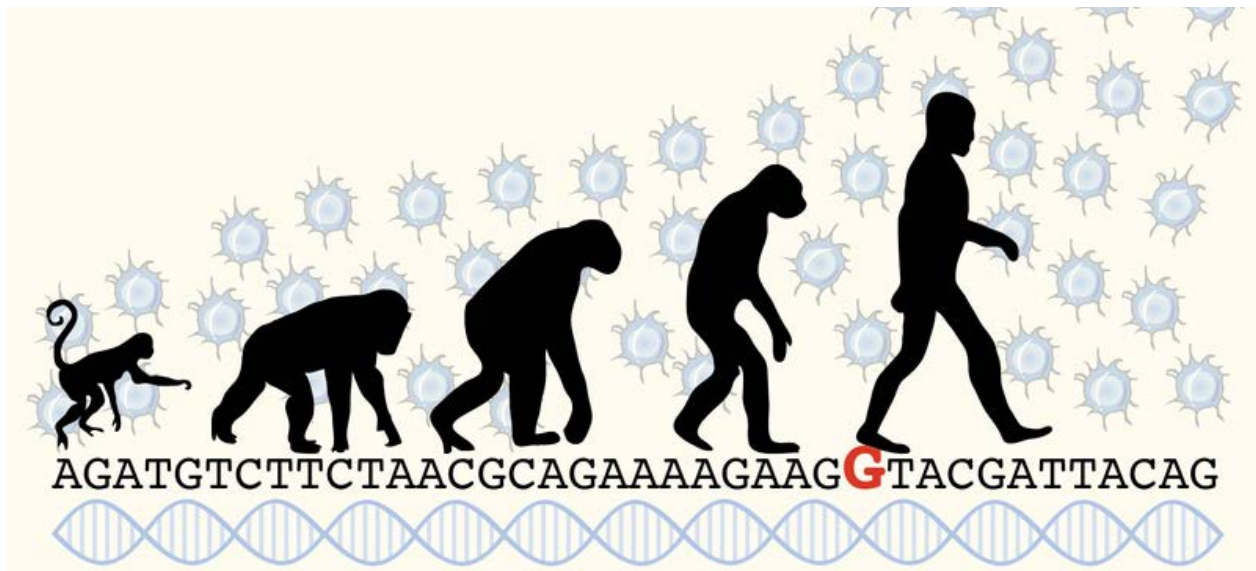


## Génétique

# Une mutation génétique qui a profité au cerveau d'*Homo sapiens*

Une substitution d'une base dans un gène d'*Homo erectus* aurait provoqué une surproduction de neurones et fait franchir à l'évolution humaine une étape cruciale.



© Institut Max-Planck de biologie cellulaire et moléculaire et de génétique

Une mutation d'une base sur un gène d'*Homo erectus* aurait été à l'origine d'un fort développement du cerveau humain.

**L**es plus grands progrès résultent parfois d'une erreur, d'un accident fortuit aux conséquences incalculables. Prenez le cerveau humain : cet organe d'une complexité inouïe pourrait aussi être le fruit d'un coup du sort. C'est ce qu'ont découvert le paléogénéticien suédois Svante Pääbo et ses collègues, spécialistes de l'ADN préhistorique.

L'événement clé qui a donné un coup de fouet à l'évolution de notre encéphale se serait produit il y a environ 500 000 ans, chez nos ancêtres *Homo erectus*, des hominidés dont le cerveau était, en ce temps, nettement moins volumineux – et probablement moins puissant et moins doué d'abstraction. Mais à cette époque, une mutation totalement aléatoire aurait remplacé, sur le double brin d'ADN d'un de ces lointains aïeux, une base azotée de type C par une base G. Un microévénement qui aurait provoqué une réaction en chaîne. Car du fait de ce changement, un trio de bases C, T, A aurait été remplacé par la séquence G, T, A. Or ce triplet est

interprété par la machinerie de transcription de l'ADN des cellules comme un signal de coupure. Autrement dit, l'ARN messager transcrit du gène concerné (noté *ARHGAP11A*) a été amputé de 55 nucléotides par rapport à sa version originale. D'où la production d'une protéine aux fonctions profondément modifiées.

Jugez plutôt : alors que la protéine de nos ancêtres *Homo erectus* régulait la croissance de filaments d'actine dans les neurones – des constituants du squelette interne des cellules –, la version *sapiens* stimule la division des neurones à partir de cellules mères, dites progénitrices, dans certaines zones cruciales du cerveau, les ventricules. Avec pour conséquence de produire beaucoup plus de neurones. Résultat : dans nos cerveaux modernes, les cellules progénitrices se divisent à un rythme accru, donnant naissance à de jeunes neurones qui migrent ensuite des ventricules vers la périphérie du cerveau, contribuant à la croissance du cortex ; lequel, à force de s'étendre,

est obligé de se plisser pour tenir de façon compacte à l'intérieur de la boîte crânienne, adoptant cet aspect replié caractéristique du cerveau humain.

D'ailleurs, en transférant la version mutée du gène à des souris, l'équipe de Svante Pääbo a constaté que le cerveau de ces rongeurs produisait des neurones à un rythme supérieur au taux habituel.

Il a donc peut-être suffi d'un changement ponctuel sur un seul maillon de l'ADN pour transformer un cerveau d'*Homo erectus* en cerveau d'*Homo sapiens*. Ce changement était probablement une erreur, un raté dans les mécanismes de réplication de l'ADN chez un *Homo erectus* anonyme dont on ne saura sans doute jamais s'il a vécu en Afrique de l'Ouest, en Asie ou en Europe, et qui est le père des hommes dotés de cerveaux modernes. Mais cette erreur s'est révélée un réel avantage évolutif et s'est imposée.

Sébastien Bohler

M. Florio et al., *Science Advances*, vol. 2, e1601941, 2016

**900**  
centimètres cubes

C'est le volume du cerveau d'*Homo erectus*, contre 1 400 centimètres cubes chez *Homo sapiens*. Le cerveau de ce dernier est aussi très plissé, ce qui lui permet de contenir 86 milliards de neurones

## Cosmologie

### Une expansion de l'Univers un peu plus rapide ?

**L**a collaboration internationale H0LiCOW, menée par Sherry Suyu, de l'institut Max-Planck d'astrophysique, à Munich, et à laquelle participent Vivien Bonvin et Frédéric Courbin de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, a utilisé les images de quasars déformées par des lentilles gravitationnelles pour estimer la constante de Hubble, qui mesure le taux d'expansion actuel de l'Univers.

Une galaxie massive déforme autour d'elle l'espace-temps et altère ainsi le parcours de la lumière venant d'un objet brillant en arrière-plan. L'image de cet objet lointain peut alors être amplifiée (d'où le nom de lentille gravitationnelle), déformée ou apparaître en plusieurs exemplaires. Dans ce dernier cas, les trajets correspondants de la lumière ne sont pas de la même longueur ; l'observateur détectera donc un éventuel changement de luminosité à des instants différents pour chaque image. En mesurant les délais, on peut alors calculer la constante de Hubble.



Une galaxie massive déforme l'espace-temps et crée un effet de lentille gravitationnelle. Les quatre points blancs qui l'entourent sont quatre images d'un même quasar situé en arrière-plan.

Les chercheurs de la collaboration H0LiCOW ont analysé les délais liés aux images de trois quasars, galaxies dont le noyau est très actif et dont la luminosité varie de façon aléatoire. Ils obtiennent une valeur de la constante de Hubble d'environ 71,9 kilomètres par seconde et par mégaparsec, en bon accord avec celle obtenue en 2016 par l'Américain Adam Riess et son équipe en déterminant les distances et les vitesses d'étoiles de type céphéïdes et de supernovæ.

Ces valeurs sont toutefois supérieures à celle (67,8) déterminée par la collaboration *Planck* en analysant le fond diffus cosmologique, la lumière émise par l'Univers quand il était âgé de 380 000 ans. La raison de la différence reste à élucider. Mais le fait de disposer désormais de trois méthodes différentes pour mesurer la constante de Hubble est, pour les cosmologistes, un bon point.

**S. B.**

V. Bonvin et al., *MNRAS*, 465(4), pp. 4914-4930, 2016

## Samalas et le climat

Avec des collègues, Sébastien Guillet, de l'université de Berne, a analysé les effets climatiques de la violente éruption du grand volcan indonésien Samalas en 1257. L'explosion de la caldeira a projeté dans la stratosphère 40 kilomètres cubes de magma et deux fois plus d'aérosols sulfatés que l'éruption en 1815 du Tambora voisin, à l'origine de « l'année sans été ». On pensait que, comme l'explosion du Tambora, celle du Samalas avait refroidi le climat. En s'appuyant sur les archives historiques, sur les enregistrements climatiques issus des calottes de glace et sur la dendrochronologie, les chercheurs ont montré qu'en effet, les étés de 1258 et de 1259 ont été parmi les plus froids de tout le dernier millénaire, particulièrement au Japon, en Sibérie et en Europe occidentale. Mais l'Alaska et le nord du Canada ont au contraire bénéficié d'étés chauds. Un paradoxe que les chercheurs attribuent à un intense épisode d'El Niño.

## Embryologie

### Comment les organes internes se forment

**L'**embryogenèse est bien une histoire de mécanique. On savait que les mouvements des tissus induits par l'activation des gènes du développement régulent en retour la différenciation des tissus. Emmanuel Farge, à l'institut Curie, à Paris, et ses collègues viennent de prouver que des actions mécaniques activent aussi des mouvements de la morphogénèse. Ils ont montré chez la drosophile que la gastrulation – la formation de tubes précurseurs des organes internes – est déclenchée par des oscillations mécaniques.

Chez la mouche, le premier tube formé, le mésoderme, donne naissance à tous les organes

internes, hormis le tube digestif. Il apparaît grâce à l'accumulation d'une protéine, Myo-II, sous la membrane des cellules située vers l'extérieur de l'embryon. Cette protéine est un moteur moléculaire qui contracte la surface externe de l'embryon, laquelle se creuse jusqu'à former un tube. La contraction a lieu en deux étapes : au début, Myo-II n'est présente à la surface des cellules que sous la forme de petits spots instables qui produisent des pulsations aléatoires. Puis, avec la stabilisation des spots, la contraction se coordonne.

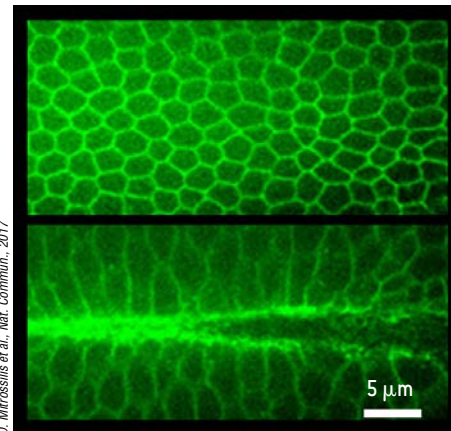
Chez un mutant où les pulsations sont inhibées et la formation du mésoderme est bloquée, les

chercheurs ont rétabli la gastrulation en imitant les premières pulsations à l'aide de vésicules magnétiques injectées dans les cellules et plongées dans des champs magnétiques oscillants. Myo-II s'est alors stabilisée à la surface externe des cellules et le mésoderme s'est creusé. De plus, l'équipe a montré que la déformation du mésoderme provoque la formation du tube gastrique.

La gastrulation, une étape commune à tout le règne animal, s'apparenterait donc à une cascade de dominos...

**Marie-Neige Cordonnier**

D. Mitrossilis et al., *Nature Commun.*, en ligne le 23 janvier 2017



Lors de la gastrulation, la surface de l'embryon (en haut) se courbe vers l'intérieur jusqu'à ce qu'elle forme un premier tube, le mésoderme (en bas), comme ici chez une drosophile.