

Paléogénétique

Au moins deux origines à l'agriculture

L'agriculture est née au Moyen-Orient durant le Néolithique. Pour préciser où ce mode de vie sédentaire est né et comment il s'est diffusé, Marjan Mashkour, du CNRS et du Muséum national d'histoire naturelle, et ses collègues ont comparé l'ADN d'individus de la région de cette époque à des populations modernes. La chercheuse nous explique ses résultats.

barrière s'ouvre et se ferme dans la pathologie, ils ont identifié des récepteurs NMDA à la surface des cellules endothéliales chez l'homme et chez la souris (normalement, ces récepteurs sont surtout présents dans le système nerveux).

Il y a quelques années, ils avaient montré que ces récepteurs sont suractivés quand une enzyme, une protéase nommée tPA, s'y fixe et les coupe. Dans un modèle artificiel, *in vitro*, de barrière hématoencéphalique, ces chercheurs ont établi qu'en se liant aux récepteurs NMDA, cette protéase augmente la perméabilité de la barrière. Les chercheurs ont alors créé un anticorps – ils l'ont nommé Glu-nomab – qui bloque l'interaction du tPA avec le récepteur NMDA.

Dans le modèle *in vitro*, cette nouvelle molécule rétablit l'imperméabilité de la barrière : les globules blancs ne la traversent plus. Et dans un modèle de souris atteintes de sclérose en plaques, les symptômes moteurs des animaux n'évoluent plus. Dans leur cerveau, on ne trouve presque plus de globules blancs et la myéline est moins altérée. Cela prouve que le Glu-nomab ferme la barrière hématoencéphalique et empêche l'infiltration des agents immunitaires.

On peut donc envisager un médicament pour prévenir les poussées inflammatoires chez les patients, en complément des autres traitements ou quand ces derniers sont inefficaces. Un brevet est d'ores et déjà déposé. Reste à trouver les financements pour développer l'anticorps et lancer les essais cliniques. Claire aura peut-être un nouveau médicament pour combattre sa maladie.

Bénédicte Salthun-Lassalle

R. Macrez et al., *Brain*, en ligne le 20 juillet 2016

Où l'agriculture s'est-elle développée en premier ?

Marjan Mashkour :

L'agriculture est apparue il y a environ 10 000 ans, avec la culture des céréales et l'élevage des ongulés (chèvre, mouton, bœuf et porc), parmi des populations néolithiques du Zagros (en Iran), de la région de la Damascène (en Syrie) et d'Anatolie centrale (en Turquie). L'agriculture s'est propagée ensuite en Europe, dans les deux millénaires suivants.

Les premiers agriculteurs européens étaient-ils les descendants de ces populations ?

M. M. : On le pensait, mais le tableau est plus complexe : les agriculteurs du Zagros se révèlent trop lointains génétiquement des Européens. Ce qui reste valable, c'est que les premiers agriculteurs européens sont probablement issus de l'Anatolie et de la région Égéeenne, comme le suggèrent les données génétiques.

Comment avez-vous établi ce résultat ?

M. M. : Nous avons étudié l'ADN préservé dans les os du squelette de quatre individus du Zagros. L'un des individus a été trouvé dans le site de Wezmeh, une grotte qui était un repaire d'hyènes et d'ours. Les os de cet humain figuraient parmi les restes des carnivores. Cet homme était soit mort dans la grotte, soit ses

os y ont été apportés par des charognards. La datation au carbone 14 nous a permis d'estimer que le squelette est vieux d'environ 9 000 ans. Les trois autres individus proviennent de tombes qui ont été fouillées dans un site néolithique iranien, le site de Tepe Abdol Hosein.



Marjan Mashkour, directrice de recherche CNRS/MNHN

Quels éléments vous ont permis de comprendre qu'ils étaient agriculteurs ?

M. M. : Les individus de Tepe Abdol Hosein ont été trouvés sur un site néolithique riche présentant de l'outillage lithique en silex (faucilles), des meules en pierre pour moulinier les grains, des restes végétaux carbonisés de céréales domestiques et des restes d'animaux pour certains domestiqués, telle la chèvre. Ces gens cultivaient donc des végétaux et pratiquaient l'élevage. Par ailleurs, les analyses isotopiques de carbone et d'azote à partir du collagène extrait des os permettent de reconstituer le régime alimentaire des individus. Ces analyses ainsi que l'état des dents

indiquent un régime riche en céréales.

Comment les génomes permettent-ils de retracer la propagation de l'agriculture ?

M. M. : Les résultats paléogénétiques ont été comparés aux génomes de différentes populations et ethnies modernes et anciennes d'Asie et d'Europe. Les hommes préhistoriques du Zagros semblent apparentés aux populations de l'actuelle région Pakistan-Afghanistan-Inde et surtout aux Zoroastriens (le zoroastrisme est une religion iranienne préislamique).

Ils ne sont donc pas connectés aux Européens ?

M. M. : En effet. Nos travaux montrent qu'il y avait au Moyen-Orient au moins deux foyers ou populations génétiquement différentes d'agriculteurs néolithiques. L'une, en Anatolie, semble à l'origine des premiers agriculteurs européens, l'autre, celle du Zagros, est apparentée à des peuples d'Asie du Sud. La distance génétique laisse penser qu'ils n'ont pas eu de contacts et ne se sont pas mélangés. Mais la diffusion de l'agriculture ou son invention simultanée en plusieurs endroits est une question complexe à laquelle il est encore difficile de répondre de façon sûre.

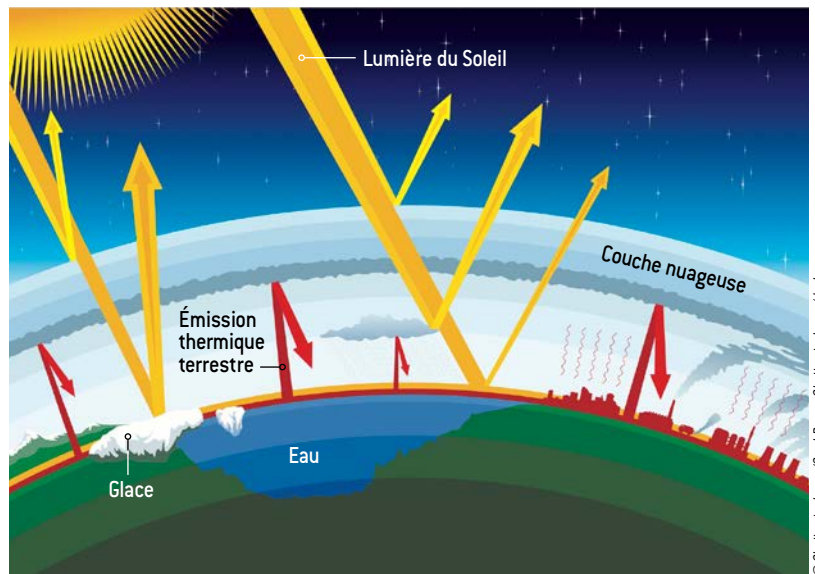
William Rowe-Pirra

F. Broushaki et al., *Science*, en ligne le 14 juillet 2016

Climatologie

Le réchauffement climatique change la couverture nuageuse

Des changements dans la répartition planétaire des nuages étaient prédits par les simulations numériques. Des programmes d'observation par satellites les ont mis en évidence.



Les nuages réfléchissent une partie du rayonnement solaire (en jaune) et retiennent les émissions thermiques de la Terre (en rouge). Ils contribuent aux changements climatiques, qui à leur tour influent sur la couverture nuageuse.

400 ppm

Ce seuil symbolique de la concentration atmosphérique de CO₂ a été dépassé en 2016 à l'île d'Amsterdam, dans l'océan Indien *

Les nuages jouent un rôle actif dans le climat de la planète, mais les changements climatiques actuels exerceraient aussi leur influence sur eux. Les masses nuageuses contribuent aux échanges thermiques de la Terre : elles réfléchissent une partie de la lumière du Soleil vers l'espace et limitent les pertes thermiques du globe. Mais comment sont-elles modifiées par le réchauffement climatique ? Des simulations suggéraient que leur distribution en latitude pourrait être altérée. Joel Norris, de l'université de Californie à San Diego, et son équipe l'ont confirmé.

Ces chercheurs ont utilisé les données recueillies entre 1983 et 2009 par deux programmes d'observation de la Terre, ISCCP et PATMOS-x. Les relevés mettent en évidence des changements dans les motifs de la répartition des nuages au cours des dernières décennies.

Ainsi, les couloirs atmosphériques dans lesquels se déplacent les tempêtes se décalent vers les pôles, tandis que les zones subtropicales arides, dépourvues de

nuages pluvieux, s'étendent ; et le sommet de la couche nuageuse est de plus en plus haut.

Par ailleurs, les chercheurs ont relié ces données à l'évolution de l'albédo (le caractère réfléchissant d'une surface) de la planète, directement lié à la présence de nuages. Ils ont ainsi constaté que la quantité de nuages a augmenté au nord-ouest de l'océan Indien et sur une ligne nord-ouest/sud-est dans la partie australe de l'océan Pacifique.

Ces changements sont-ils la conséquence d'une variabilité naturelle des systèmes nuageux ou bien du réchauffement climatique comme le suggèrent les simulations ? Pour évaluer la première hypothèse, les climatologues ont examiné les tendances de l'évolution de la couverture nuageuse sur des périodes de vingt-sept ans dans des simulations climatiques portant sur 15000 ans, avec des conditions qui correspondent à celles de l'ère préindustrielle (notamment une concentration de CO₂ inférieure de moitié à celle d'aujourd'hui). Ils ont constaté

qu'aucune de ces périodes ne ressemble, sur le plan de la couverture nuageuse, à celle allant de 1983 à 2009. Cette absence de similitude suggère que le réchauffement climatique provoqué par l'activité humaine et les émissions de gaz à effet de serre sont à l'origine de l'évolution de la distribution des nuages actuellement observée.

Quelles sont les conséquences de ces modifications ? L'expansion des zones subtropicales arides pose des problèmes aux populations locales confrontées à des pénuries en eau. Par ailleurs, ces zones, dépourvues de nuages, réfléchissent moins le rayonnement solaire. Enfin, la hausse du sommet de la couche nuageuse augmente l'effet de serre. Pour Joel Norris, ces reconfigurations de la couverture nuageuse, qui contribuent au réchauffement climatique, se poursuivront dans les années à venir en raison d'une concentration toujours croissante des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

W. R.-P.

J. R. Norris et al., *Nature*, en ligne le 11 juillet 2016

Biophysique

Le céphalopode voit les couleurs... sans les voir !

Les seiches, pieuvres et poulpes ont plus d'un tour dans leur sac. Ces mollusques marins sont capables de modifier la coloration de leur peau pour se camoufler. Mais comment font-ils pour s'adapter aux couleurs environnantes alors que la rétine de leurs yeux ne distingue pas les couleurs ? Alexander et Christopher Stubbs, de l'université de Californie à Berkeley, suggèrent qu'ils exploitent un phénomène optique : l'aberration chromatique.

La rétine des yeux de ces animaux ne présente qu'un type de photorécepteurs (l'homme en a plusieurs) et ne peut donc pas distinguer les couleurs. Cependant, la pupille de l'œil est désaxée et est en forme de U. Cette structure maximise la séparation des couleurs, aux dépens de la résolution de l'image, par le phénomène d'aberration chromatique. Ce dernier survient lorsqu'un rayon lumineux traverse une lentille loin de l'axe central : les différentes longueurs d'onde qui le composent convergent alors à



Chez les céphalopodes, les couleurs interviennent dans le camouflage, l'accouplement, l'intimidation... Pourtant, la rétine de leurs yeux ne les distingue pas ! Leur système visuel utiliserait un autre stratagème.

des distances différentes, ce qui provoque l'apparition de bandes colorées sur les bords de l'image.

Selon l'hypothèse des deux chercheurs, les céphalopodes ajusteraient la focale de leurs yeux, c'est-à-dire la distance entre la lentille et le point de convergence des rayons lumineux, pour détecter les différentes longueurs d'onde de la lumière. Ils reconstitueraient ainsi une image en couleur de leur environnement. Pour étayer leur hypothèse, les chercheurs ont mis au point un

modèle informatique de l'œil d'un céphalopode et ont montré que leur proposition fonctionne. Mais il reste à comprendre comment ces mollusques ajustent la focale.

Pour Alexander Stubbs, ce phénomène suggère que la forme complexe des yeux des céphalopodes est issue d'un cheminement évolutif différent de celui des yeux des vertébrés, ce qui explique pourquoi leur mode de perception des couleurs n'est pas le même.

W. R.-P.

PNAS, vol. 113(29), pp. 8206-8211, 2016

Un mutualisme sauvage

« Il en faut peu pour être heureux : quelques rayons de miel et de soleil » chante Baloo dans *Le Livre de la jungle*. Cet adage n'a jamais été aussi vrai que pour les chasseurs de miel de la tribu Yao, au Mozambique, et pour les grands indicateurs (*Indicator indicator*), des oiseaux qui les aident à dénicher les ruches dans les arbres.

La biologiste Claire Spottiswoode, de l'université de Cambridge, et ses collègues ont montré qu'un son spécifique émis par les chasseurs de miel mozambicains est à la base de cette coopération.

Sur plusieurs sons testés, c'est celui utilisé traditionnellement par les chasseurs de miel qui mobilise le mieux les oiseaux. Les humains récupèrent alors le miel et laissent la cire d'abeille, pour le plus grand bonheur de leurs guides à plumes.

Cette coopération est un exemple rare de mutualisme entre des humains et des animaux sauvages en liberté et montre que ces derniers interprètent correctement un signal donné par un humain. Jusqu'à présent, cela n'avait été observé qu'avec des animaux domestiqués, tels que les chiens ou encore les faucons.

Neurobiologie

Des oméga-3 contre le stress

Nous ne sommes pas égaux face au stress ; certains réagissent bien, d'autres perdent leurs moyens et deviennent anxieux. D'où viennent ces différences ? Des chercheurs de l'Inra et de l'Inserm ont identifié un mécanisme cérébral de résistance au stress chez les souris, ainsi qu'un facteur de résilience : les oméga-3, les « bons » acides gras que l'on trouve dans les poissons gras, les noix, le colza...

Les chercheurs ont induit un stress chez des souris en les plaçant en compagnie d'un mâle agressif. Malgré le stress, la moitié des rongeurs ne développaient pas de comportements anxieux,

tels qu'éviter d'explorer un lieu inconnu. Les neurobiologistes ont analysé leur noyau accumbens, une structure cérébrale qui régule les émotions et où interviennent les endocannabinoïdes. Ces molécules proches du cannabis sont produites naturellement dans le cerveau, en particulier quand on consomme des oméga-3. Elles participent à la plasticité synaptique, c'est-à-dire à la force des connexions entre neurones, *via* un mécanisme dit de dépression à long terme (LTD).

Résultat ? Chez les souris normales, les endocannabinoïdes provoquent la LTD dans tous les neurones. Or cette plasticité ne concerne plus que 55 % des

neurones chez les souris stressées non anxieuses, et seulement 11 % chez les rongeurs stressés et anxieux. Or en stimulant la production d'endocannabinoïdes chez les souris anxieuses, les chercheurs ont rétabli la LTD, et ces animaux se sont apaisés.

Cela prouve que les endocannabinoïdes, que nous ne produisons pas tous en même quantité, améliorent la résistance au stress, tout comme les oméga-3 qui augmentent leur sécrétion cérébrale. Ces acides gras n'ont pas fini d'être « bons » pour la santé.

B. S.-L.

Cl. Bosch-Bouju et al., *Cell Reports*, vol. 16, pp. 1-6, 2016



Les oméga-3 nous aideraient à mieux gérer les situations stressantes. Une nouvelle bonne raison pour en consommer.