

Paléontologie humaine

Un petit pas pour l'humanité



Empreintes fossilisées à Laetoli, en Tanzanie.

De puis combien de temps le pied humain est-il doté de ses caractéristiques (voûte plantaire, appui avec l'avant du pied et surtout le gros orteil...) ? L'étude d'empreintes de pied figées dans la cendre cimentée à Laetoli, en Tanzanie, avait fourni une date : au plus deux millions d'années, aux débuts du genre *Homo*. Les travaux de Robin Crompton, de l'Université de Liverpool, en Grande-Bretagne, et de ses collègues (dont ceux à qui l'on doit la première datation) ont réévalué cette estimation à 3,7 millions d'années. Les 11 empreintes, analysées à l'aide de techniques issues de l'imagerie cérébrale, seraient celles d'un *Australopithecus afarensis*, l'espèce dont fait partie Lucy.

→ L. M.

R. Crompton et al., *J. R. Soc. Interface*, prépublication en ligne, 2011

Neurosciences

Grosse tête pour vieux singes

Chez l'homme âgé, le volume de certaines régions du cerveau diminue. Mais on ignore si c'est le cas chez d'autres espèces. Des anthropologues, des neurobiologistes et des primatologues américains ont mesuré, en imagerie par résonance magnétique, le volume du cerveau de 69 chimpanzés âgés de 10 à 51 ans, et l'ont comparé à celui de 87 hommes adultes âgés de 22 à 88 ans. Ils ont notamment examiné la taille du néocortex (la couche la plus externe du cerveau), du lobe frontal et de l'hippocampe.

Si ces structures diminuent avec l'âge chez l'homme, elles conservent le même volume chez les chimpanzés. Toutefois, lorsque les chercheurs ont réduit l'échantillon humain pour avoir une durée de vie équivalente à celle des chimpanzés, ils n'ont plus observé d'atrophie des structures cérébrales chez l'homme. Cette différence d'évolution cérébrale serait liée à la différence de longévité entre les deux espèces, et la diminution de volume cérébral n'interviendrait chez les êtres humains que dans la tranche de vie gagnée par rapport aux chimpanzés.

→ B. S.-L.

C. C. Sherwood et al., *PNAS*, en ligne, 25 juillet 2011

Géophysique

Des diamants vieux comme la tectonique

Il y a 4,5 milliards d'années, la Terre se forme. Très vite, le feu qui couve à l'intérieur met le manteau en mouvement et la planète se couvre d'une croûte, qui accueille dans ses creux de l'eau où naît la vie. Mais les océans ne datent pas de plus de trois milliards d'années : Steven Shirey, de la *Carnegie Institution* de Washington, et Stephen Richardson, de l'Université du Cap, ont montré que c'est à cette époque que s'enclenchent les cycles de Wilson, terme qui désigne le ballet des continents à la surface de la Terre sous l'influence de la convection sous-jacente.

Ces mouvements de convection fragmentent les continents, les dispersent, puis les rassemblent en un supercontinent, avant de recommencer. Comme ce processus dure 400 à 600 millions d'années, on pensait que 8 à 12 cycles de Wilson s'étaient succédés en 4,5 milliards d'années.

En fait, il y en aurait eu moins, cinq ou six. S. Shirey et S. Richardson ont étudié les datations de 4000 inclusions au sein de diamants provenant de cratons hérités de cinq anciens continents. Les cratons sont de très anciens fragments épais de croûte continentale, qui ont la particularité d'être prolongés par des « quilles » plongeant jusqu'à 200 kilomètres. Là, la pression est assez élevée pour que se forment des diamants. Transportés en surface par le volcanisme, ces diamants y apportent des inclusions minérales anciennes.

Celles-ci sont formées soit de péridotite, la roche mantellique de base, soit d'éclogite, roche créée lors de la plongée (subduction) d'une plaque océanique dans le manteau, donc au cours d'un cycle de Wilson. Les chercheurs ont constaté qu'au-delà d'un âge de 3,2 milliards d'années, toutes les inclusions sont formées de péridotites. Explication la plus simple : la première subduction s'est produite il y a 3,2 milliards d'années au plus. Ce serait l'âge de la tectonique.

→ F. S.

Science, vol. 333, pp. 434-436, 2011



Stephen H. Richardson, Université du Cap

Cette inclusion de péridotite dans un diamant de deux millimètres de diamètre provenant du craton d'Udachnaya, en Sibérie, a probablement été conservée pendant plusieurs milliards d'années.

DERNIÈRE minute ...

LES SAVANES-FORÊTS DE NOS ORIGINES

Nos ancêtres sont-ils devenus bipèdes parce qu'ils ont investi la savane ? Cerling Thure, de l'Université de l'Utah, a un élément de réponse à cette question. À partir de clichés satellitaires, son équipe a relié l'intensité lumineuse reçue par un sol au rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Elle en a déduit que plus des deux tiers des sols ayant livré des fossiles humains étaient peu arborés (les arbres

couvrant moins de 40 pour cent de la surface) au cours des six derniers millions d'années.

TRANSPORT SUR RÉSEAU IRRÉGULIER

Izaak Neri et deux collègues, à l'Université Montpellier 2, ont montré sur un modèle de trafic qu'un réseau irrégulier, où le nombre de routes qui se croisent dans une jonction est aléatoire, conduit à des routes soit à forte densité de cir-

culution, soit à faible circulation. Dans un réseau régulier, en revanche, le trafic est uniformément dense. Des résultats surprenants, utiles par exemple à l'étude du trafic routier ou à celle du transport des protéines au sein d'une cellule.



Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LA LUMIÈRE ACTIVE DES GÈNES

Depuis une dizaine d'années, une nouvelle technique, l'optogénétique, associe les outils de l'optique et de la génétique pour contrôler l'activité électrique de neurones *in vivo*. On insère dans des cellules cérébrales de souris le gène codant une opsine, un canal ionique activé par la lumière, de sorte que l'opsine y est synthétisée. Sous l'effet de la lumière, le canal opsine s'ouvre et laisse entrer des ions dans les neurones, ce qui modifie leur activité électrique (voir *Les neurones sous l'emprise de la lumière*, *Pour la Science*, mars 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer401). Haifeng Ye, à Bâle en Suisse, et ses collègues suisses et français étendent la technique à n'importe quelle cellule en utilisant une protéine de l'œil, la mélanopsine, qui s'ouvre quand une lumière bleue l'éclaire (*Science*, juin 2011). Dans la cellule, ce canal laisse entrer des ions calcium, qui provoquent une cascade de signalisation aboutissant à la production d'un facteur nommé NFAT. Les biologistes ont introduit le gène codant la mélanopsine dans des cellules en culture, ainsi qu'un autre gène, inséré de façon à pouvoir être activé par NFAT. Les gènes étudiés sont ceux de la glycoprotéine SEAP humaine et d'une autre protéine, shGLP-1, qui régulent la glycémie, la concentration de sucre dans le sang. Ainsi, chaque gène était contrôlé par la mélanopsine, *via* le facteur NFAT. Les biologistes ont greffé de telles cellules modifiées à des souris diabétiques, sous la peau ou dans l'abdomen avec une fibre optique délivrant de la lumière bleue. En éclairant réguliè-



Une lumière bleue éclaire des souris : les cellules greffées produisent alors des molécules de régulation de la glycémie.

→ L'HOMME A-T-IL UNE BOUSSOLE NATURELLE ?

Certains animaux, par exemple les tortues marines, perçoivent le champ magnétique terrestre et l'exploitent pour s'orienter. Si l'on ignore en grande partie comment ils font, on sait que ces animaux ont, dans des structures particulières, des nanocristaux de magnétite dont l'organisation dépend du champ magnétique. Et la lumière interviendrait aussi chez des espèces migratoires : en étant captée par une protéine particulière de l'œil, le cryptochrome, la lumière engendrerait des réactions chimiques intervenant dans la sensibilité magnétique (voir *Des boussoles chez les animaux*, *Pour la Science*, octobre 2006, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer348). Qu'en est-il chez l'homme ? La protéine cryptochrome 2 existe dans la rétine humaine. Pour tester si cette molécule engendre une sensibilité magnétique dépendant de la lumière, Lauren Foley, de l'Université du Massachusetts aux États-Unis, et ses collègues ont créé des mouches (*drosophiles*) transgéniques ne possédant pas leur cryptochrome (qui leur permet de s'orienter avec le champ magnétique), mais exprimant la protéine humaine. Les mouches restent sensibles au champ magnétique et l'utilisent pour s'orienter, preuve que la protéine humaine confère une sensibilité, faible cependant, au champ magnétique. Reste à savoir si l'homme l'utilise...

rement les souris pendant 48 heures (*voir la photo*), les scientifiques ont constaté une amélioration de leur glycémie après l'injection de sucre. Preuve que les protéines de régulation ont été produites sous l'effet de la lumière bleue.

→ NOUVEAUX REGARDS SUR LE MÉGASÉISME JAPONAIS

En mars dernier, le quatrième plus grand séisme jamais enregistré, au Nord-Est du Japon, provoque un raz de marée gigantesque atteignant 20 mètres de haut à certains endroits. Les conséquences : plus de 20 000 victimes et un désastre nucléaire. Personne ne s'attendait à un séisme de magnitude 9 dans cette région du Japon. Si l'on n'a pas pu prévoir un tel séisme, on en tire aujourd'hui des leçons (voir *Le mégaséisme de subduction du Japon*, *Pour la Science*, mai 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer403). Notamment, trois groupes de chercheurs, principalement japonais et américains, apportent un éclairage scientifique sur ces rares mégaséismes (*Science*, juin 2011). Chacun utilise des méthodes différentes, mais les résultats sont cohérents. D'une part, une zone de très fort mouvement sur le plan de faille est iden-

tifiée en mer, près de la fosse du Japon. Une équipe japonaise présente des mesures de déplacement du fond de la mer qui atteignent 24 mètres horizontalement et trois mètres verticalement, quatre fois plus que ce qui a été mesuré sur la côte. Il s'agit des premières mesures de ce type jamais réalisées en mer. Les calculs effectués par l'équipe du Caltech à partir du GPS terrestre et des enregistrements du tsunami indiquent un mouvement sur la faille dépassant 50 mètres à certains endroits, ce qui est un record. Cependant, il reste possible que la partie Sud du plan de faille joue à nouveau. La troisième étude reconstitue l'histoire de la rupture en s'appuyant sur le dense réseau de sismomètres et d'accéléromètres installé au Japon. La rupture s'est effectuée en plusieurs étapes : elle s'est développée d'abord en profondeur, s'est élargie près de la fosse jusqu'à 60-70 secondes, puis ne s'est poursuivie qu'en profondeur au-delà de 100 secondes. Ces deux dernières études concluent que les ondes sismiques de haute fréquence, à l'origine des secousses ressenties à terre, proviennent de la partie profonde du plan de faille, et non de la zone de déplacement maximal. Cette zone proche de la fosse est à l'origine du tsunami, mais reste relativement silencieuse, ce qui peut poser problème pour une alerte précoce.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle