

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ NOS ANCÊTRES CARNIVORES

Lucy et son bébé Selam vivaient dans un delta est-africain, où ces australopithèques avaient un mode de vie en partie arboricole, expliquait Kate Wong en 2007 (voir « Le bébé de Lucy », *Pour la Science*, février 2007, http://bit.ly/PLS352_Wong). Sans doute avaient-ils de ce fait un régime alimentaire opportuniste mêlant fruits, racines, feuilles, charognes...



José Braga et Didier Descouens

Avec des collègues français et sud-africains, Vincent Balter, de l'École normale supérieure de Lyon, vient de le confirmer dans le cas des australopithèques sud-africains (*Nature*, 9 août 2012). Les chercheurs ont mesuré les proportions de baryum, de strontium et de calcium dans l'émail dentaire d'australopithèques ayant vécu dans la région il y a plus de deux millions d'années, puis dans celui des premiers humains et de leurs contemporains paranthropes (genre éteint d'hominidés), il y a quelque 1,5 million d'années. Baryum et strontium sont en effet métabolisés par l'organisme comme le calcium, de sorte que les carnivores en contiennent moins que les herbivores, qui en ont moins que les végétaux, qui eux-mêmes en sont moins riches que le milieu où ils croissent.

Il ressort de ces mesures que, conformément à ce que l'on pensait, le régime alimentaire des australopithèques sud-africains était aussi sans doute omnivore opportuniste, tandis que leurs descendants se sont spécialisés. Ainsi, alors que les paranthropes étaient clairement herbivores, les premiers humains étaient beaucoup plus carnivores, probablement parce qu'en plus de charogner, ils chassaient déjà à l'aide de leurs outils de pierre.

→ LE TERRIFIANT SUPERVOLCANISME ARCHÉEN

Le volcanisme massif perturbe fortement l'atmosphère, expliquait Ilya Bindeman en 2006 (voir « Les ravages des supervolcans », *Pour la Science*, janvier 2006, http://bit.ly/PLS346_Bindeman). Aujourd'hui, les mégaéruptions sont rares, mais à l'Archéen, il y a 4 à 2,45 milliards d'années, le centre de la Terre dégageait quatre fois plus de chaleur qu'aujourd'hui et elles étaient fréquentes. C'est à partir de cette remarque que Pascal Philippot, de l'Institut de physique du globe de Paris, et ses collègues ont élaboré une explication simple de l'existence de dépôts épisodiques de sulfates à l'Archéen (*Nature Geoscience*, août 2012).

Les sulfates (XSO_4) sont produits dans la haute atmosphère par photolyse (réaction aux ultraviolets) du dioxyde de soufre d'origine volcanique. Dans l'atmosphère anoxique archéenne, ils étaient toutefois immédiatement réduits en sulfures (XS), de sorte qu'en bonne logique chimique, il n'aurait pas dû y avoir de dépôts de sulfates dans les roches archéennes. Pourtant, à trois reprises – il y a 3,5, 3,4 et 3,2 milliards d'années –, des sulfates s'y sont déposés. Pour expliquer cette anomalie, les géochimistes ont proposé divers mécanismes compliqués, voire évoqué de brèves « oasis de vie », c'est-à-dire des apparitions brèves, massives et locales d'oxygène.

Par des analyses pétrographiques et isotopiques de carottes de sédiments prélevées dans des terrains sud-africains, australiens et indiens, l'équipe de P. Philippot a pu établir que dans les roches sulfatées archéennes, les proportions de sulfates et de sulfures sont les mêmes que celles produites aujourd'hui par photolyse quand de grands panaches volcaniques (tel celui du Pinatubo) atteignent la haute atmosphère, où ils sont bombardés d'ultraviolets. Cela suggère qu'à trois reprises, les supervolcans archéens ont émis tant de dioxyde de soufre que le processus qui faisait normalement disparaître les sulfates – leur réduction en sulfure au sein de l'atmosphère anoxique archéenne – est devenu négligeable. Des sulfates ont alors précipité dans les océans, où ils se sont incorporés aux roches sédimentaires archéennes.

→ UN NOUVEAU BIOCIDÉ

Les maladies nosocomiales sont des infections contractées à l'hôpital en respirant ou absorbant les spores de bactéries apportées par les autres patients, rappelait Bernard Régnier en 2005 (voir « Les infections à l'hôpital », *Pour la Science*, mai 2005, http://bit.ly/PLS331_Regnier).

L'équipe de Mathias Oulé, de l'Université de Saint Boniface, à Winnipeg au Canada, vient de tester un biocide commercial de la famille de la guanidine nommé *Akwaton* et produit par la Société *Fosfaton Akwaton International* (à Winnipeg). Les chercheurs affirment que ce composé cristallin obtenu par oxydation de la guanine – une base azotée que l'on rencontre notamment dans l'ADN sous forme de nucléotide – dilué à seu-

lement 0,05 pour cent dans l'eau perce en moins de deux minutes à 20 °C les membranes des staphylocoques dorés (intoxications alimentaires), de *Pseudomonas aeruginosa* (diverses graves infections), de *Salmonella choleraesuis* (salmonelloses), de colibacilles (diarrhées), de *Clostridium difficile* (inflammation du côlon) et même du staphylocoque doré résistant à la méthicilline (*Journal of Medical Microbiology*, 9 août 2012). Pour comparaison, les solutions à base d'eau oxygénée (volatile) communément utilisées sont à 3 pour cent et celles d'alcool (très volatil) à 70 pour cent. Inodore, incolore, non corrosif et non toxique, ce biocide a déjà été largement utilisé dans l'industrie agroalimentaire et... pour élaborer des bains de bouche. Il devrait maintenant se mettre au service de la lutte contre les maladies nosocomiales.

François Savatier

POINT DE VUE

L'imagerie cérébrale au tribunal ?

L'imagerie anatomique est fiable, alors que l'imagerie fonctionnelle ne répond pas (encore) aux exigences requises par la justice. Les recherches doivent se poursuivre, et les juristes être formés au « neurodroit » – l'usage des sciences du cerveau dans les prétoires.

Olivier OULLIER

Le 17 février 2008 vers minuit, Jonathan Donahue entre dans un fast-food armé d'un pistolet semi-automatique. Face au refus du gérant de lui remettre l'argent de la caisse, J. Donahue le force à se mettre à genoux, puis le frappe violemment à la tête avec son arme avant de s'enfuir sans argent. Arrêté, il reconnaît l'agression du gérant, resté 20 jours dans le coma, et souffrant désormais de troubles cognitifs et moteurs. Au cours du procès, une expertise psychiatrique conclut que J. Donahue est psychopathe et précise la composante génétique et cérébrale de cette pathologie.

Un procès sert à mettre au jour la vérité judiciaire. Pour ce faire, les propos des témoins, des accusés comme des experts sont évalués par des êtres humains qui écoutent l'exposition de faits et d'éléments contradictoires dont certains sont issus de travaux scientifiques et médicaux. La psychopathie de l'accusé constitue-t-elle un facteur à charge, car l'individu représente un danger pour la société ? Ou à décharge, car il n'est peut-être pas responsable de ses actes ?

Dans le cadre d'une vaste expérience réalisée par des chercheurs en psychologie, droit et philosophie de l'Université de Salt Lake City, dans l'Utah, près de 200 juges américains ont dû statuer sur le cas J. Donahue (fictif, mais inspiré de faits réels). Rendus publics en août dernier dans la revue *Science*, les résultats montrent que les éléments neurobiologiques présentés changent la perception que l'on a de la responsabilité et de la dangerosité de l'accusé. Les juges qui ont

bénéficié d'informations relatives à sa psychopathie, présentée comme incurable, ont tendance à diminuer la peine en comparaison de ceux qui n'en ont pas eu connaissance.

Divers travaux scientifiques ont mis en évidence l'influence de la présentation de résultats d'imagerie cérébrale sur les différents acteurs du procès ou encore la fluctuation des décisions de juges en fonction de l'heure de la journée. Ces nouveaux travaux s'inscrivent dans un champ pluridisciplinaire en plein essor : le neurodroit, néologisme désignant les travaux de recherche et de réflexion en psychiatrie,

TOUTE INTERDICTION NOUS PRIVERAIT peut-être d'outils permettant de mieux rendre la justice dans quelques années.

neurosciences, pharmacologie, psychologie, philosophie et droit sur l'utilisation des sciences du cerveau dans le cadre légal.

Les neurosciences cognitives et sociales, qui ont connu un formidable développement depuis les débuts de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) il y a plus de 20 ans, informent chaque jour un peu plus les scientifiques, les médecins, voire les juristes, sur le comportement humain. Ces travaux et les techniques d'imagerie cérébrale ont-ils leur place dans les prétoires ? Pour le législateur français, la réponse est positive. L'article 45 de la loi (révisée) de bioéthique promulguée le 7 juillet 2011 précise : « Les techniques d'imagerie cérébrale ne peuvent être employées qu'à des fins médi-

cales ou de recherche scientifique, ou dans le cadre d'expertises judiciaires. » Cette disposition légale est une première mondiale. La loi ouvre ainsi la porte au recours à l'imagerie cérébrale dans les tribunaux.

Cette décision encourage à connecter deux niveaux liés, mais distincts : le neurobiologique et le comportement. Toutefois, il existe une difficulté de taille : il n'y a pas de relation directe entre une aire cérébrale et un comportement (anti)social. La complexité structurelle et fonctionnelle du cerveau ainsi que l'interdépendance de la neurobiologie et des facteurs contextuels présents et passés sont trop importantes pour qu'une telle relation linéaire existe.

En 2012, plusieurs institutions publiques françaises ont travaillé sur l'utilisation des neurosciences hors des laboratoires, notamment le Comité consultatif national d'éthique (CCNE), l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques (OPECST) et, plus récemment, le Centre d'analyse stratégique (CAS). Les faits sont là : les données d'imagerie cérébrale peuvent être produites devant un tribunal dans de nombreux pays. Et très récemment, en Italie, une peine pour meurtre a été réduite après que la défense a produit des informations cérébrales et génétiques censées indiquer que l'accusée souffrait de troubles mentaux.

Des voix suggèrent que le recours à l'imagerie cérébrale permis par la loi ne soit fait qu'à décharge dans le cadre d'un procès. Mais cela fait-il sens de considérer l'imagerie cérébrale fonctionnelle comme fiable uniquement pour une utilisation à décharge ?