

Les plus anciennes mains



L'art pictural est censé être né en Europe au Paléolithique supérieur, comme en témoignent de nombreuses grottes ornées. Toutefois, Maxime Aubert, de l'Université de Wallogong en Australie, et ses collègues viennent d'établir que des dessins de mains réalisés « au pochoir » découverts dans des grottes de l'île de Sulawesi, en Indonésie, datent d'environ 40 000 ans, ce qui en fait les plus anciennes œuvres figuratives connues de l'humanité. Ainsi, il y a quelque 40 000 ans, des hommes ou des femmes pratiquaient des arts picturaux figuratifs semblables aux deux extrémités de l'Eurasie.

Médecine

Des bactéries qui modulent l'appétit

Anorexie, boulimie... Les troubles alimentaires sont fréquents et constituent une véritable épidémie. Qu'est-ce qui dérègle à ce point notre comportement alimentaire ? L'équipe de Sergueï Fetissov, de l'Inserm (UMR 1073 Inserm/Université de Rouen) a mis au jour l'influence de certaines bactéries intestinales sur la sensation de faim.

Les biologistes ont montré que les colibacilles (*Escherichia coli*) de la flore intestinale fabriquent une protéine nommée ClpB, dont la structure est voisine de celle de la mélanotropine, une hormone impliquée dans la satiété. En présence de la protéine ClpB, le système immunitaire produit des anticorps pour la neutraliser, mais ces derniers se lient aussi à la mélanotropine et modifient son effet sur la satiété. Les biologistes ont ainsi constaté que le com-

portement alimentaire de souris changeait lorsqu'ils introduisaient des bactéries *E. coli* dans leur intestin. En revanche, des bactéries mutées qui ne fabriquaient pas la protéine ClpB n'avaient pas cet effet.

Les anticorps n'empêchent pas la mélanotropine d'agir, mais ils modifient ses interactions avec son récepteur cellulaire. Cela pourrait conduire tantôt à l'atténuation de la sensation de faim, tantôt à son augmentation. Les mécanismes, complexes, sont à l'étude.

Pour confirmer l'existence de ce phénomène chez l'homme, les biologistes ont effectué des prélèvements sanguins chez des patients souffrant de troubles alimentaires. Ces patients présentaient un taux anormalement élevé d'anticorps dirigés contre la protéine ClpB, ce qui suggère que ces anticorps sont liés à

la perturbation de la sensation de faim. En outre, la concentration d'anticorps variait de conserve avec la gravité des symptômes cliniques, identifiés grâce à un questionnaire standardisé.

G. J.

N. Tennoune et al., *Translational Psychiatry*, en ligne le 7 octobre 2014



Technologie

Un mur intelligent pour contrôler les ondes

Nous vivons aujourd'hui dans un monde connecté. Tous nos appareils – ordinateurs, téléphones, tablettes, etc. – exploitent des technologies sans fil, mais nous nous agaçons souvent d'avoir un signal trop faible ou erratique. L'équipe de Geoffroy Lerosey et Mathias Fink, de l'Institut Langevin à Paris (ESPCI ParisTech et CNRS), a mis au point un système qui pourrait grandement améliorer les performances des systèmes sans fil utilisant des micro-ondes, tel le Wi-Fi.

Lorsqu'un signal émis par une antenne se propage dans un bâtiment, il est réfléchi par

de nombreux obstacles – murs, meubles, etc. Ainsi, le signal capté par une antenne réceptrice est la somme des différentes ondes arrivant par des chemins variés. L'inconvénient est que ces ondes arrivent avec un certain déphasage les unes par rapport aux autres. Celui-ci influe sur l'intensité du signal et en moyenne, comme les déphasages sont aléatoires, le signal est dégradé et souvent d'amplitude faible.

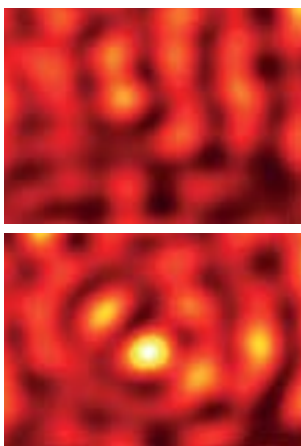
M. Fink et ses collègues ont développé un système qui recycle l'énergie électromagnétique incidente dans une pièce en augmentant l'amplitude du signal au point où se trouve le

récepteur. L'idée est d'introduire dans la pièce un miroir composé d'une centaine de réflecteurs qui corrigent le déphasage des différentes ondes réfléchies afin que l'intensité du signal soit maximale au niveau du récepteur.

Les chercheurs ont montré qu'ils peuvent multiplier l'intensité du signal reçu par un facteur proche de 10. Il est alors possible de diminuer la puissance de l'émetteur. De nombreux développements sont possibles : gérer plusieurs fréquences d'émission, plusieurs récepteurs...

S. B.

N. Kaina et al., *Scientific Reports*, vol. 4, article 6693, 2014



L'intensité du signal au niveau de l'antenne de réception sans le miroir (en haut) et avec (en bas).

Planétologie

Un volcanisme lunaire récent

Les géologues vont devoir réécrire une partie de l'histoire de la Lune. On pensait que l'activité magmatique de notre satellite s'était déroulée surtout il y a entre 3,9 et 1 milliards d'années. Une coulée basaltique, nommée Ina, avait été observée en 1971. Elle semblait récente, mais unique. Cependant, grâce à de nouvelles observations de la sonde *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO), Sarah Braden, de l'Université d'État de l'Arizona, et ses collègues ont mis au jour 70 structures similaires et datées de moins de 100 millions d'années.

Pour les expliquer, il faut supposer que la Lune s'est refroidie plus lentement qu'on ne le pensait. D'autres éruptions pourraient avoir lieu, mais la probabilité d'assister à un tel spectacle est très faible!

S. B.

S. E. Braden et al., *Nature Geoscience*, en ligne le 12 octobre 2014

Paléontologie humaine

L'ADN de l'oncle d'Ust'-Ishim

Le plus ancien ADN d'homme moderne que nous connaissons provient d'un fémur sibérien. Cet os trouvé près du village d'Ust'-Ishim est daté de 45 000 ans. Une équipe internationale a montré que son génome contient environ 2 % d'ADN néandertalien, à peu près comme dans notre génome, mais en séquences plus longues. C'est logique, puisque l'homme d'Ust'-Ishim a vécu à une époque plus proche de celle du métissage des hommes modernes avec les Néandertaliens. Mais à quel point? Les chercheurs se sont appuyés sur une modélisation de l'érosion et de la dérive génétiques qui ont réduit la longueur des séquences d'ADN héritées des Néandertaliens, et sont parvenus à la conclusion que les ancêtres de l'homme d'Ust'-Ishim se sont métissés avec les Néandertaliens il y a 60 000 à 50 000 ans environ, soit à peu près au moment de l'expansion majeure de *Homo sapiens* hors d'Afrique et du Proche-Orient.

François Savatier

Qiaomei Fu et al., *Nature*, vol. 514, pp. 445-449, 2014

Archéologie

Un trésor viking en Écosse

Si la loi ne les retenait pas, les chasseurs de trésors amateurs seraient des pillards comme les Vikings... Ce n'est pas le cas de Derek MacLennan qui, après avoir découvert des objets vikings enfouis depuis 1 000 ans dans un champ du district de Dumfries and Galloway, en Écosse, a immédiatement prévenu la *Treasure trove unit*.

Cette «équipe des découvertes de trésor», dirigée par Stuart Campbell, est un service public écossais chargé d'intervenir en cas de fouilles sauvages. Les archéologues sont donc venus poursuivre la fouille entamée, et ont mis au jour plusieurs dizaines d'objets en argent. L'un des plus notables est une croix pectorale ornée d'émaux du IX^e ou du X^e siècle, ayant appartenu à un dignitaire du clergé au Moyen-Âge. On reconnaît là

un butin viking typique! Lors de leurs raids, les Scandinaves visaient en effet prioritairement les riches monastères, d'autant que depuis la christianisation sanglante des Saxons et des peuples proches du Danemark par les Francs, ils haïssaient farouchement la religion chrétienne.

De quel monastère provient la croix pectorale? Difficile à dire, mais une étonnante découverte suggère que ce pourrait être d'un monastère carolingien. Les archéologues ont mis au jour un grand vase en argent. Décoré d'animaux, il renferme nombre d'objets entourés de textiles, qui seront révélés par radiographie avant d'être extraits. Selon les archéologues, il provient de la partie allemande de l'empire de Charlemagne.

F. S.



Parmi le butin viking exhumé, cette croix pectorale probablement carolingienne, accompagnée de sa corde en fils torsadés.

Nouvelle alerte climatique

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a publié une synthèse de son cinquième rapport le 2 novembre. Ses conclusions sont de plus en plus fiables et alarmantes. Si rien n'est fait, le réchauffement pourrait atteindre 4 °C d'ici la fin du siècle et avoir de multiples impacts négatifs, notamment sur la biodiversité et la sécurité alimentaire mondiale. Son origine anthropique est désormais probable à plus de 95 %. Cependant, il est encore temps d'agir, selon le GIEC.

Un ancêtre amphibie des ichtyosaures

Comment les reptiles terrestres ont-ils conquis les océans? Un fossile d'il y a environ 248 millions d'années découvert en Chine par Ryosuke Motani, de l'Université de Californie à Davis, et ses collègues pourrait être la clé. Il ressemble

à un ichtyosaure, ces reptiles marins disparus il y a 90 millions d'années, mais certains traits suggèrent qu'il pouvait se déplacer sur terre: des nageoires relativement larges et des poignets flexibles permettant de ramper, un museau court et des os plus épais que ceux des reptiles marins.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

POINT DE VUE

Quelle transition énergétique pour la France ?

Le projet de loi donne de bonnes orientations ; mais elles sont très ambitieuses quant aux réductions attendues des demandes d'énergie.

Patrick CRIQUI

Aboutissement d'une concertation nationale commencée à l'automne 2012, le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte a été adopté par le Parlement français le 14 octobre 2014 et doit être examiné par le Sénat. Parmi les cinq grands objectifs chiffrés de ce projet de loi (*voir ci-contre*), l'un d'eux est particulièrement ambitieux : la consommation d'énergie doit être réduite de moitié d'ici 2050. Or les moyens économiques, politiques et financiers mis en œuvre pour y parvenir ne sont pas à la hauteur.

Lors de la concertation, 16 scénarios avaient été retenus pour leur pertinence et leur cohérence, et quatre familles avaient été identifiées, correspondant à quatre trajectoires énergétiques : *Sobriété, Efficacité, Diversité, Décarbonisation* (*voir la figure*). C'est la trajectoire *Efficacité* qui a été retenue.

Pour les porteurs du scénario, dont l'Ademe (l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) qui l'a imaginé, l'objectif de réduction de la demande énergétique est atteignable en mobilisant toujours et partout, dans tous les secteurs concernés (rénovation thermique des bâtiments, développement des transports en commun et de véhicules moins énergivores, industrie), les technologies les plus efficaces. L'objectif est louable, mais on peut s'interroger sur sa faisabilité, car même si des progrès considérables ont été effectués depuis 40 ans – depuis le premier choc pétrolier –, il existe et existera toujours un écart entre l'efficacité énergétique optimale souhaitée et les résultats obtenus dans les systèmes réels.

Les cinq grands objectifs du projet de loi

- Une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % en 2030 et de 75 % en 2050 par rapport à 1990
- Une réduction de la consommation d'énergie de 25 % en 2030 et de 50 % en 2050 par rapport à 2012
- Une réduction de la consommation d'énergie fossile de 30 % en 2030 par rapport à 2012
- Une part des énergies renouvelables s'élevant à 23 % de la consommation en 2020, puis à 32 % en 2030
- Une part du nucléaire dans la production d'électricité réduite de 75 % à 50 % en 2025.

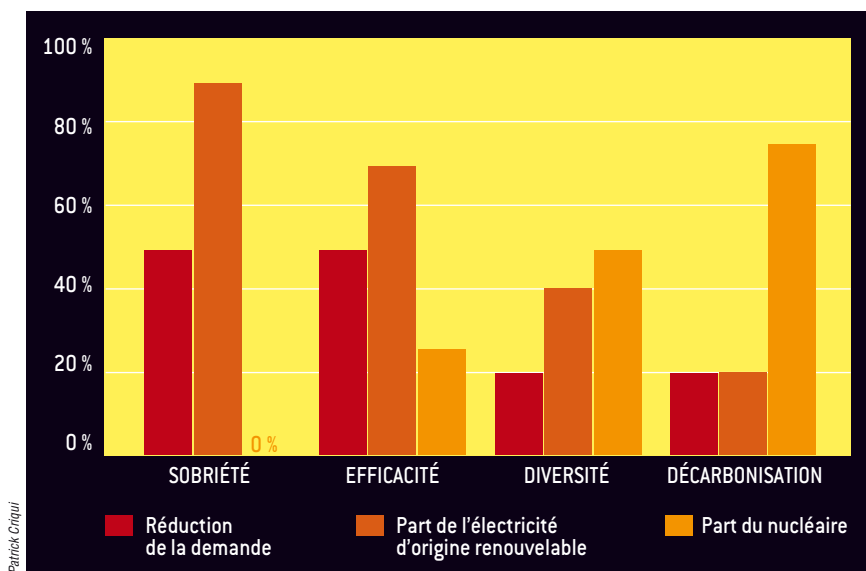
■ SUR LE WEB

Deux interviews de P. Criqui sur la transition énergétique, parues l'une sur le site de Futuribles (bit.ly/1tuIAAtT) et l'autre sur le site de Pour la Science (bit.ly/1s8paYU12).

Trois facteurs en particulier expliquent cet écart. Premièrement, les acteurs économiques – les ménages et les entreprises – ne sont en général pas prêts à faire individuellement les investissements qui seraient nécessaires pour réduire la consommation énergétique globale, car le temps de retour de l'investissement est jugé trop élevé. Par exemple, en France, la facture énergétique moyenne d'un ménage pour le bâtiment est de 1 500 euros par an, soit environ 4 % de son budget. Pour économiser les deux tiers des consommations du bâtiment, soit 1 000 euros par an – ce qui correspond déjà à une rénovation très poussée –, les ménages vont accepter d'investir de l'ordre de 5 000 à 10 000 euros par logement, mais pas plus, alors que du point de vue de l'économie publique, des investissements de 15 000 à 20 000 euros resteraient justifiés.

En d'autres termes, les acteurs économiques ont des horizons de temps d'investissement courts. Leurs comportements correspondent ainsi à des calculs économiques dont les taux d'intérêt réels sont supérieurs à 15 %, alors que les solutions qui se justifieraient d'un point de vue collectif ont des taux d'intérêt relativement faibles (de l'ordre de 4 %).

Deuxièmement, pour des raisons historiques, on manque en France d'une culture et d'une expérience de la gouvernance territoriale de l'énergie. Les structures institutionnelles françaises sont telles que les collectivités locales n'ont pas toujours les marges de manœuvre qui leur permettraient de développer des stratégies intégrées pour le bâtiment, les systèmes



LES QUATRE TRAJECTOIRES énergétiques identifiées lors du débat national, à l'horizon 2050. *Sobriété* et *Efficacité* supposent une forte réduction (50 % par rapport à 2012) de la consommation d'énergie en 2050. Mais alors que *Sobriété* vise une sortie du nucléaire d'ici 2050 et revendique des comportements plus sobres de consommation, *Efficacité* garde une part significative de nucléaire dans la production d'électricité et envisage une réduction des consommations due avant tout aux avancées technologiques. *Diversité* et *Décarbonisation* conservent des parts de nucléaire plus importantes et sont moins ambitieuses pour la réduction des consommations.

de transport, le développement de systèmes énergétiques locaux, de chauffage urbain ou de récupération de chaleur. Cela découle des lois de nationalisation après la guerre et du fait que les collectivités se sont dessaisies des compétences de distribution de l'énergie, en particulier de l'électricité. Quelques-unes sont restées avec des régies locales, mais ce sont des exceptions en France, alors que c'est la règle dans les pays de culture germanique.

Cet élément est présent dans le projet de loi, mais il reste des pesanteurs institutionnelles importantes à vaincre. En particulier, il s'agit de construire un rapport différent entre les grands opérateurs de l'énergie (EDF, ERDF, Suez, GRDF...) et les collectivités locales, afin de faciliter l'aménagement urbain, le développement de systèmes de transport et la mobilisation des sources d'énergie locales.

Le troisième facteur est l'absence d'un signal-prix adapté, c'est-à-dire d'une façon de payer les émissions de carbone que l'on produit, qu'il s'agisse d'une taxe carbone

ou d'un autre système. Les déboires de la fiscalité énergétique, notamment l'abandon de l'écotaxe poids-lourds, font qu'il n'y a toujours pas moyen d'indiquer aux acteurs économiques les vrais coûts de la consommation des énergies fossiles pour la société.

Il manque en France une vision du rôle que pourrait avoir une fiscalité environne-

LES MÉNAGES ET LES ENTREPRISES ne sont pas prêts à faire tous les investissements nécessaires pour réduire la consommation énergétique globale.

mentale pour rééquilibrer en profondeur la fiscalité dans son ensemble : les recettes potentielles d'une fiscalité environnementale sont importantes et permettraient d'alléger la fiscalité dans d'autres domaines, en particulier le travail. Le projet de loi d'introduction de la contribution climat-énergie qui avait été voté par le Parlement à l'automne 2009 donnait les moyens d'un tel rééquilibrage. Son annulation par le Conseil constitutionnel (deux jours avant son entrée en vigueur,

le 1^{er} janvier 2010) a été une occasion manquée de premier ordre.

Cependant, il ne suffirait pas d'introduire une fiscalité carbone. Des actions d'accompagnement seraient nécessaires. Notamment, il faudrait envisager de compenser l'augmentation des impôts des ménages en situation de précarité énergétique (le chèque vert du projet de loi de 2009, mais restreint aux ménages en précarité). De façon générale, la recette d'une fiscalité environnementale peut servir à trois choses : compenser auprès des ménages l'impôt énergétique qu'ils ont payé, alléger le poids des autres fiscalités et financer des investissements de transition énergétique. L'arbitrage est ici fondamentalement politique.

Pour toutes les raisons évoquées, le scénario *Efficacité* semble difficile à atteindre en France. Par conséquent, il faudra un suivi attentif et continu des résultats, des difficultés et de la manière dont on peut lever ces dernières. On sera peut-être conduit, dans cette gestion dynamique de la transition, à adopter des objectifs de réduction de la demande moins ambitieux, mais en compensant cet ajustement par une offre « décarbonée » (c'est-à-dire, en France, une offre d'énergies renouvelables et nucléaire) plus grande. Certains pays considèrent comme une solution majeure la capture et la séquestration du dioxyde de carbone émis. Compte tenu de la capacité de la France à gérer la production nucléaire, développer cette stratégie n'est sans doute pas la meilleure option pour notre pays. Garder une part de nucléaire un peu plus importante tout en poursuivant le développement des énergies éolienne et solaire serait plus judicieux.

La part du nucléaire après 2025 reste d'ailleurs un point aveugle du projet de loi. Le scénario *Efficacité* suggère que le nucléaire continuerait à diminuer après 2025 pour atteindre 25 % de la production énergétique en 2050. Mais ni l'Ademe ni le projet de loi ne se prononcent explicitement sur ce point. La question reste entière... ■

Patrick CRIQUI est économiste au laboratoire Pacte-Edden (CNRS, Université Pierre-Mendès-France), à Grenoble.

ENTRETIEN

Publication scientifique : vers l'accès ouvert institutionnel ?

Entretien avec Denis JEROME

Le système de publication des travaux scientifiques, fondé sur l'évaluation des articles par des pairs (relecteurs spécialistes anonymes), est en crise. Les coûts d'abonnements n'ont cessé d'augmenter ces dernières décennies, au point de devenir insupportables pour les laboratoires et les universités. En outre, l'accès payant aux articles publiés freine la diffusion des avancées

scientifiques, pourtant indispensable à l'activité des chercheurs. Diverses solutions pour mettre en place un accès libre, ou *open access*, aux publications ont été proposées depuis le début des années 2000. Il en est ainsi du modèle « vert » (libre accès après un embargo de durée variable) ou du modèle « doré » (report des coûts de publication du lecteur vers l'auteur, en échange de l'accès libre). Mais

ces solutions sont encore loin d'être satisfaisantes. Dans un rapport paru le 24 octobre 2014, l'Académie française des sciences prône l'évolution vers un nouveau modèle : un système d'*open access* institutionnel, où les coûts de publication seraient mutualisés et négociés au niveau national, en échange d'un accès libre aux articles. Denis Jerome, président de la Section de physique, nous explique la teneur de ce projet.



POUR LA SCIENCE

Pourquoi le modèle actuel de la publication scientifique n'est-il plus satisfaisant ?

DENIS JEROME : L'un des piliers de l'activité scientifique est l'examen critique des travaux des chercheurs par des rapporteurs spécialistes du domaine et anonymes, avant leur publication. Les éditeurs scientifiques jouent ainsi un rôle vital dans le processus de validation et de diffusion des résultats scientifiques. Cependant, depuis des années, les tarifs d'abonnements à ces revues ont explosé : une souscription annuelle à une revue de chimie coûte en moyenne 4 450 dollars ! Les éditeurs tirent parti du fait que les universités et les laboratoires sont une clientèle captive. Mais cette situation économique est devenue intenable.

PLS

Qu'est-ce qui justifie ces coûts ?

D. J. : L'organisation des relectures et l'édition des articles représentent un réel travail, qui

mérite salaire. Mais bien que les chiffres précis soient difficiles à établir, on estime à 105 millions d'euros par an les frais d'abonnement en France. Ramenés aux quelque 100 000 articles publiés, cela équivaut à des frais d'environ 1 000 euros par article. Le marché de l'édition scientifique, qui pèse sept à dix milliards d'euros au niveau mondial, réalise dans certains cas des marges de plus de 30 pour cent ! Dès lors, on peut légitimement se demander si de tels coûts sont justifiés, alors même que l'avènement des technologies numériques a facilité le travail des éditeurs.

Ils sont d'autant plus inacceptables que les publications scientifiques sont en quelque sorte payées trois fois par des fonds publics : des chercheurs produisent le contenu des articles et les rédigent, d'autres chercheurs les expertisent – bénévolement – et, enfin, d'autres encore les achètent ! Par ailleurs, les prix devenus prohibitifs sont un frein à la circulation de l'information scientifique, indispensable au travail des chercheurs. D'autres modèles plus équitables doivent être mis en place.

PLS

L'avènement du numérique a justement permis l'émergence de nouveaux modèles ces dernières années. Sont-ils une solution ?

D. J. : Internet et la publication numérique ont en effet considérablement facilité et accéléré la diffusion des connaissances. Cette évolution laisse entrevoir, à court terme, la possibilité d'un accès gratuit pour toute la communauté scientifique à l'ensemble des publications. Cet objectif est d'ailleurs soutenu par les pouvoirs publics des grandes nations scientifiques.

Le premier modèle fondé sur ce principe d'accès libre est celui des archives ouvertes. Il consiste à déposer les articles – avant publication dans une revue, ou après levée de l'embargo – sur des serveurs Internet accessibles à tous, sur le modèle du portail arXiv, lancé en 1991 au Laboratoire américain de Los Alamos. Cependant, en l'absence de validation par les pairs, les prépublications sur des archives ouvertes ne présentent aucune garantie de sérieux. Et