

Pour la Science



POUR LA

SCIENCE

Octobre 1997

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

Meurtrières
coulées de boue

Présents nuptiaux
d'insectes

L'archéologie à distance

Éclairs entre ciel et terre

ADN, maladies
et vieillissement

Le quark top

Résistance au SIDA

Le laser, maître des éclairs

Canada : \$ 8,75

Bloc-notes de Didier Nordon

Tribune des lecteurs



Les inattendus de la science

Qu'est-ce que la vie artificielle?
par Francisco Varéla

Point de vue

Jeune biologiste, quel avenir?

par Alain Prochiantz et Henri Korn

ITER...ations

par Francis Troyon



Présence de l'histoire

Les chimistes et l'affaire Dreyfus

par G. Bram, M.-P. Hamache et N. Pigéard

Jeu-concours

De l'art de demander son chemin

par Pierre Tougne

Science et finance

De Saint-Petersbourg à Miami

par Christian Walter

Science et gastronomie

Le froid et le chaud

par Hervé This



Perspectives scientifiques :

Explosion de poussières

Mucoviscidose

Les adhésifs néolithiques

Vers des mers

Qui vivra verra

Poches d'ozone

Sons rugueux, sons tendus

Virus artificiels

Les feuilles de coca

Les langues européennes dans le monde

Chant meurtrier

Défense du territoire

Oscillations du Pacifique



Visions mathématiques

La quadrature du carré

par Ian Stewart



Logique et calcul

L'art du tri

par Jean-Paul Delahaye

L'Image du mois

Discrimination sexuelle

Savoir technique

Les détecteurs de fumée

Analyses de livres

– *La revanche des sorcières*, de Pierre Thuillier

– *La chimie exocharmique*, de Paul Depovere

– *Chemical Curiosities*, de H.W. Roesky et W. Möckel

– *Scientific Unit Conversion*, de François Cardarelli

– *La révolution alimentaire*, de Philippe Vasseur

7

8

10

14

16

20

23

24

27

28

Des lasers pour déclencher la foudre

42

par Jean-Claude Diels,
Ralph Bernstein, Karl Stahlkopf
et Xin Miao Zhao

Afin de protéger les équipements industriels, on cherche à dévier les éclairs dangereux à l'aide de lasers.



La foudre au-dessus des nuages

48

par Stephen Mende,
Davis Sentman
et Eugene Wescott

Les physiciens observent une curieuse activité électrique au-dessus des nuages, par temps d'orage.



ADN mitochondrial, maladies et vieillissement

52

par Douglas Wallace

Des anomalies de l'ADN présent dans des structures nichées au cœur des cellules, nommées mitochondries, sont responsables de diverses maladies et peut-être des pathologies de la vieillesse.



Les coulées de boue

62

par Philippe Coussot

Les coulées de boue en montagne, des laves torrentielles dévastatrices charriant blocs de rochers, graviers et particules argileuses, ont un comportement étrange : elles se déversent par vagues et peuvent s'arrêter à mi-pente.

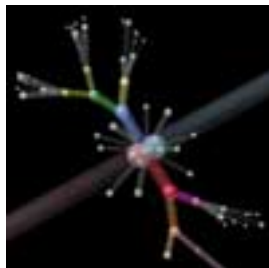


La découverte du quark *top*

68

par Tony Liss et Paul Tipton

L'accélérateur de particules le plus puissant du monde, conduit par des milliers de personnes, a identifié le sixième et dernier quark.

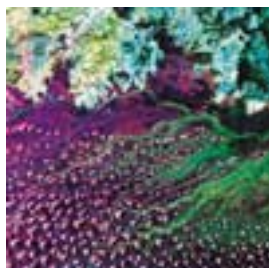


L'archéologie à distance

76

par Farouk El-Baz

Les techniques de télédétection transforment le travail des archéologues, qui n'ont plus à creuser la terre pour comprendre le passé.

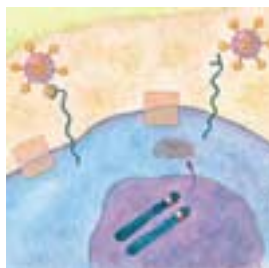


Pourquoi certaines personnes résistent au SIDA

82

par Stephen O'Brien et Michael Dean

La découverte d'un gène qui protège contre le SIDA ouvre de nouvelles voies de recherche sur le traitement et sur la prévention.



Les offrandes nuptiales des insectes

90

par Darryl Gwynne

Les sauterelles mâles donnent, en même temps que du sperme, des sécrétions nutritives qui sont consommées par les femelles.



Impénétrables voies de Zeus?

Puissance de l'esprit. Dans la touffeur des salles de classe, la distraction apportée par les orages était désirée et appréciée. Les cours s'interrompaient et l'instituteur incitait les élèves à compter les secondes séparant l'éclair du roulement de tonnerre. De cette mesure, ils déduisaient la distance de l'orage. Pourquoi l'éclair était instantané, et le roulement de tonnerre plus long, était d'explication plus délicate. Le professeur s'aventurait à expliquer que l'onde de choc sonore se produisait à différents éloignements le long de la trajectoire de l'éclair, et qu'ainsi, les bruits nous arrivaient décalés, une seconde correspondant à une différence de distance de 300 mètres.

Limites de l'esprit. Le mystère de ce phénomène banal subsiste. Les physiciens ignorent pourquoi la Terre est chargée positivement et les nuages négativement. Les ingénieurs ne savent pas davantage récupérer l'extraordinaire énergie dissipée lors des orages. Tout au plus pensent-ils pouvoir déclencher les orages en créant un canal conducteur entre le sol et les nuages (*Des lasers pour déclencher la foudre*, page 42).

La physique et la chimie de l'atmosphère sont champs d'études difficiles. Des phénomènes fondamentaux sont inexpliqués, comme les rayonnements émis par certains éclairs au-dessus des nuages. Les réactions entre les gaz de l'atmosphère, responsables de l'effet de serre, du trou d'ozone à haute atmosphère, de la trop forte concentration du même gaz près du sol, sont incomplètement élucidées. Les consommateurs d'atmosphère que nous sommes souhaitent qu'une mobilisation des recherches sur le sujet puisse contrecarrer les pollutions, certaines de facture humaine.

Le Perse Artanabis, conseiller de Xerxes, avait noté que la foudre divine tombait sur les gros animaux et les grands édifices, pour les punir de leur arrogance, pensait-il. Allons jusqu'au bout de nos prétentions prométhéennes.

Philippe BOULANGER

Jeu de dollars

Peut-on penser le monde ? Quand les auteurs d'un livre s'autorisent un titre aussi ronflant, ils ne doivent attendre aucune indulgence de la part du lecteur. Disons donc, sans indulgence, que ce livre répond d'une façon seulement partielle à la question posée par son titre : il démontre de manière convaincante que les auteurs du livre, eux, ne peuvent pas penser le monde – et il s'en tient là (M. Benasayag, H. Akdag, C. Secroun, *Peut-on penser le monde ?*, Félin, 1997).

On note (pp. 75-76) une remarque qui semble témoigner d'une curieuse compréhension des probabilités : « Les probabilités ont longtemps servi à modéliser des jeux de hasard et pourtant elles ne permettent pas toujours de gagner. Réciproquement, on peut se demander si la personne qui a gagné l'année dernière, en France, quelque dix millions de dollars au Loto a utilisé des outils probabilistes. L'efficacité de ces outils est donc mise en cause. »

Laissons les probabilités, que je ne connais guère, et concentrons-nous sur le Loto... que je connais encore moins ! Je puis donc me tromper, mais quand même : si le Loto français payait les heureux vainqueurs non en francs mais en dollars, je crois que cela ferait une histoire suffisante pour que j'en entende parler jusqu'en ma tour d'ivoire. Ô américanisation de la pensée, via le porte-monnaie..

La kilopage

Je pèse, sachez-le, une bonne kilo, et j'espère en peser deux, peut-être trois, le jour où je prendrai ma retraite. Le « poids » d'un universitaire, en effet, se mesure en nombre de pages publiées. J'en suis à mille et quelques – ce que j'appelle une kilopage. Abréviation : une kilo.

Cette nouvelle unité est imposée par les nécessités du temps. C'est en effet par milliards que les grandes bibliothèques entassent les pages imprimées ; c'est par millions que, chaque année, en France, naissent les pages supplémentaires. Aucun doute : la page n'est plus une unité de mesure adaptée. De même que les administrations ont pris l'habitude de parler en kilofrancis, mégafancis, introduisons une nouvelle échelle de mesure pour le papier imprimé : la kilopage, la mégapage, etc.

Les mots ont du pouvoir. L'idée qu'il paraît chaque année des milliers de livres qui vont grossir les milliards de pages dans les bibliothèques est accablante. Nous sommes bien petits, face à ce déferlement. En revanche, quelques kilolivres s'ajoutant à quelques gigapages – il n'y a là plus rien d'effrayant.

Cette obscure clarté

Est-il légitime de goûter la science comme on goûte la poésie, en se laissant aller au charme des mots sans

se soucier de leur sens précis ? A-t-on le droit de préférer la rime à la raison ?

L'étrange beauté des lignes suivantes, le vertige métaphysique que, par leur mystère, elles suscitent, donnent envie de les recopier. Mais que personne ne vienne me demander ce qu'elles signifient au juste ! « Considérons la frontière du futur d'un ensemble S. Cette frontière ne peut pas être du genre temps. Car dans ce cas, un point *q* juste à l'extérieur de la frontière serait dans le futur d'un point *p* situé juste à l'intérieur. La frontière du futur ne peut pas être non plus du genre espace. Car dans ce cas, toute courbe dirigée vers le passé issue d'un point *q* situé juste dans le futur de la frontière, traverserait la frontière et quitterait le futur de S – en contradiction avec le fait que *q* est dans le futur de S. On conclut que la frontière du futur est du genre lumière. » Ces lignes sont issues du livre de Stephen Hawking et Roger Penrose consacré à la nature de l'espace et du temps (Gallimard, 1997, pp. 42-43). Ladite nature serait donc la lumière. Reste à savoir si ce genre de lumière nous éclaire vraiment beaucoup...

Un amour capital

« **L**es langurs dorés se réconcilient en se prenant la main, les chimpanzés communs en s'embrassant sur la bouche, les Bonobos en s'accouplant, les macaques de Tankean en s'étreignant et en faisant claquer leurs lèvres. [Le phénomène de réconciliation] semble très répandu dans l'ordre des primates : il existe chez le chimpanzé, le Bonobo, le gorille de montagne, le langur doré, le capucin, le lémur à front roux, le patas, le vervet, les babouins, et toute une série de macaques. » (Frans de Waal, *Le bon singe*, Bayard, 1997, p. 223.) Dommage que le raton laveur ne soit pas un primate, lui qui doit figurer dans toute énumération digne de ce nom !

Ce qui m'intrigue n'est pas que les primates sachent se réconcilier. Des animaux aussi belliqueux que les hommes y parviennent bien – parfois. Alors, pourquoi pas les primates ? Ce qui m'étonne, c'est que, dans l'extrait ci-dessus comme dans l'ensemble du livre de Frans de Waal, le Bonobo est le seul primate qui prenne systématiquement une majuscule. Son nom, certes, a un vague air de nom de peuplade, mais ce n'est pas une raison.

Mystère de la nature...

Les rires sont passés

« **D**u mécanique plaqué sur du vivant. » Telle est, selon Bergson, la source du rire. Thèse souvent discutée. Mais pourquoi l'exemple que donne Bergson l'est-il si peu ? « Un homme, qui courait dans la rue, trébuche et tombe : les passants rient. »

Jamais je n'ai vu rire quiconque lorsque quelqu'un tombe dans la rue. C'est au contraire un moment stressant. Non seulement l'inquiétude de savoir si la personne s'est fait mal, mais aussi une espèce de crainte sacrée. La moindre des choses, quand on est civilisé, c'est de tenir debout sur ses jambes. Si, dans nos rues, un homme échoue à cela, nos efforts sont, le temps de sa chute, réduits à néant. L'homme tombe, les conventions vacillent, le malaise est là.

Pourquoi Bergson riait-il ? Était-il, secrètement anarchiste, ravi de voir l'ordre social bafoué ? J'en doute. Le plus probable est que nous ne rions pas des mêmes choses que lui. D'une époque à une autre, un événement donné n'éveille pas les mêmes échos en ceux qui en sont témoins. Ainsi, le rire naît de causes variables, sinon opposées, aujourd'hui et hier. Il y a là un impressionnant mystère. Qui sait ? Peut-être l'ouvrage de Bergson sur le rire sera-t-il un jour considéré comme un grand morceau comique.

Jeu. Essayer d'imaginer, inversement, un type d'incident qui nous fait rire aujourd'hui, mais dont on peut penser qu'il n'aurait fait rire personne à l'époque de Bergson – pas même Bergson.

Trou ou noyau ?

Il existe une célèbre définition du trou : c'est rien, avec quelque chose autour. Le trou noir des astrophysiciens (voir *Dossier Hors-série Pour la Science*, juillet 1997) ne correspond pas à cette définition. C'est même l'inverse : beaucoup de choses avec, relativement, rien autour. Il s'agit donc de faux trous, que l'on pourrait appeler des Sombres Noyaux. Le mot noyau est très utilisé en économie politique. Il désigne une concentration d'argent et de pouvoir analogue aux objets célestes qui se cachent au cœur des galaxies. Le noyau dur économique attire lui aussi tout ce qui se présente à sa portée : les accrétions des épargnants – qu'il engloutit sans retour. Rien n'en resurgit, et la lumière elle-même n'éclaire plus les comptes.

Jean PAULHAC, Montreaux

Les prépas évoluent

Je déplore, comme Pierre-Gilles de Gennes (voir *Grandes écoles ou Facultés?*, *Pour la Science*, août 1997), la tendance à l'immobilisme pédagogique qui règne dans le milieu des classes préparatoires. Néanmoins nous avons, cette année, introduit les TIPE (travaux d'intérêt personnel encadrés), et on peut en tirer quelques enseignements. Cette introduction prouve que lorsqu'existe une volonté commune de quelques «sages», de quelques directions d'écoles, de l'inspection générale et d'une fraction suffisamment grande des enseignants de classe préparatoire, un mouvement est produit qui permet un changement de méthode et d'état d'esprit.

Les TIPE ne sont restés fidèles au projet initial que dans la filière biologique (ailleurs, ils sont devenus une simple compilation bibliographique). Cela prouve une particulière ouverture d'esprit des biologistes et des géologues. Cela prouve aussi que les pesanteurs sont difficiles à vaincre et que cela a été plus facile dans une filière qui compte moins de classes que les autres filières scientifiques.

L'enthousiasme spectaculaire dont ont fait preuve nos élèves montre (mais qui en doutait?) qu'ils sont plus portés au changement que les adultes chargés de leur formation.

Les difficultés rencontrées ici et là dans les concours montrent qu'une nouveauté n'est pas acquise lors de sa mise en place : les tenants de l'immobilisme guettent et sont prêts à employer tous les arguments (notamment financiers) pour revenir en arrière.

Contrairement à P.-G. de Gennes, je ne suis pas convaincu du caractère aléatoire des concours des grandes écoles. Ce système a l'avantage d'être très démocratique et de laisser peu de place aux influences individuelles. Par ailleurs, si la malchance existe, les rudiments de calcul de probabilité que je possède et l'observation de mes élèves pendant plusieurs années me font penser que la malchance ne survient que rarement deux ans de suite pour un même élève. Cette remarque suffirait, il me semble, à justifier les redoublements. En revanche, c'est vrai, on observe des coups de chance spectaculaires. Mais la vie ne sourit-elle pas notamment à ceux qui savent exploiter un coup de chance?

J'ai souvent observé des élèves qui avaient seulement réussi à comprendre en classe de «spéciales» et qui n'ayant plus à apprendre l'année de leur redoublement en profitaient pour assimiler, dominer le savoir scientifique acquis. En prenant du recul, ils pouvaient faire les rapprochements utiles entre différents aspects du savoir scientifique, réfléchir à la signification des mécanismes qui avaient été simplement compris l'année d'avant. Plusieurs de mes élèves sont ainsi entrés dans une École normale supérieure et se sont lancés dans la recherche alors qu'ils ne l'auraient pas pu (pas seulement pour des questions de réussite au concours) à la fin de l'année de leur première «spéciales».

P.-G. de Gennes critique le programme d'enseignement des classes préparatoires : «Il y a autre chose à apprendre». C'est probablement souvent vrai. Mais les classes préparatoires ne sont que des prestataires de service qui répondent à un cahier des charges fixé par leurs clients, les écoles. Si le programme n'est pas satisfaisant, pourquoi les écoles ne participent-elles pas plus activement à sa rédaction, au lieu de pratiquer trop souvent la politique de la chaise vide, laissant finalement aux professeurs de classes préparatoires le soin de rédiger les programmes et, en grande partie, de constituer les jurys de concours? Les professeurs de classe préparatoire ne demandent pas mieux que d'être utiles aux écoles, encore faut-il que celles-ci définissent leurs besoins. Nous avons souvent l'impression décourageante qu'elles n'attendent rien d'autre qu'une sélection selon des critères qui importent peu, et que certaines remplaceraient volontiers un coûteux concours par la récitation de l'annuaire téléphonique qui permettrait un efficace classement des candidats.

Dominique ROJAT, La Murette

Cook astronome

À la suite de Denis Savoie (voir *La prévision des éclipses*, *Pour la Science*, juillet 1997), on pourrait faire un parallèle entre Le Gentil, dont la vie fut dominée par deux observations ratées d'éclipses, une de Soleil en 1761 et la conjonction avec Vénus à Pondichery en 1769 et James Cook le bienheureux (du moins avant qu'il ne revienne aux îles Hawaïi).

D'après Beaglehole, ce dernier dut sa future carrière au fait que, alors qu'il cartographiait au St-Laurent, puis à Terre-Neuve et au Labrador, il y observa une éclipse de Soleil en 1766. Le rapport de ces observations fut tellement apprécié de la Société royale et de l'Amirauté, que son nom fut retenu quand il s'agit d'organiser et de conduire une expédition pour observer le passage de la planète Vénus sur l'île paradisiaque d'«Otaheite», que Wallis venait de découvrir. Bien qu'il soit entouré d'une équipe prestigieuse de scientifiques dirigée par le brillant Joseph Banks, Cook fut chargé personnellement, avec l'aide de Charles Green, de l'Observatoire de Greenwich, d'effectuer les observations de Vénus. Il choisit comme lieu d'observation ce qu'on nomme depuis la pointe Vénus. Apparemment l'observation, le même 3 juin 1769, se déroula sans histoire.

L'intérêt que porta l'Angleterre à cette conjonction est notable, car elle envoya deux autres équipes de deux observateurs, l'une dans la Baie d'Hudson et l'autre en Laponie. Comparativement, Le Gentil avait l'air plus isolé...

Gaston PICHON, Bondy

Le temps était beau, le 3 juin 1769, à Tahiti, mais les instruments apportés par Cook, bien qu'anglais, et donc les meilleurs de l'époque, ne permirent pas de déterminer la distance au Soleil. Voilà qui a dû consoler Le Gentil.

Pierre GANGER, Louveciennes

Asymétrie climatique

Jean-Claude Duplessy écrit (voir *Les inattendus en climatologie*, *Pour la Science*, juillet 1997), qu'«il y a 11 000 ans, la Terre était loin du Soleil pendant l'hiver et près du Soleil pendant l'été». Cette phrase semble décrire la situation de l'hémisphère Nord. Dans l'hémisphère Sud, la situation était exactement inverse.

Les rayonnements solaires reçus par l'hémisphère natal des climatologues détermi-

neraient-ils seuls la météorologie de toute la planète ? Je ne doute pas de l'importance du phénomène de précession des équinoxes, mais je m'étonne qu'il consacre autant d'anthropique attention à nos *a priori* géopolitiques.

AYERDHAL, Ecully

Réponse de Jean-Claude Duplessy

Les deux hémisphères sont très dissymétriques. L'hémisphère Sud a un continent englacé en permanence, l'Antarctique, lui-même entouré d'un océan froid. Les variations de volume des glaces sur l'Antarctique sont donc très limitées. Au contraire, l'hémisphère Nord dispose de continents aux hautes latitudes, aujourd'hui libres de glace, mais susceptibles de s'englaiser facilement si la température y baisse un peu (de vastes zones du Canada sont juste au-dessus des températures moyennes annuelles négatives et peuvent garder des « neiges éternelles » si les températures s'abaissent de moins de un degré). C'est pourquoi l'hémisphère Nord est particulièrement sensible aux variations de l'insolation aux latitudes de 65°N. En plus, deux phénomènes amplifient cette sensibilité :

- le ralentissement du Gulf Stream qui remonte moins au Nord et provoque une baisse des températures de la mer de Norvège et du Groenland, ce qui contribue à amplifier le refroidissement des hautes latitudes de l'hémisphère Nord ;

- la disparition de la forêt boréale si la température de l'air diminue un peu. Cette forêt disparaît pour se transformer en toundra qui absorbe moins le rayonnement solaire et facilite le développement d'un manteau neigeux qui lui aussi réfléchit le rayonnement solaire. Tout cela amplifie le refroidissement dû à la baisse de l'insolation.

La climatologie ne connaît donc ni anthropocentrisme, ni *a priori* géopolitique, mais répond strictement aux lois de la physique.

Les vrais ancêtres

La première pièce d'hominidé (un fragment d'humérus), découverte à Kanapoi au Kenya en 1965 par Bryan Patterson, fut publiée dans *Science* en 1967 par ce dernier et son collègue Howells. Meave Leakey et Alan Walker affirment que l'importance de cette découverte ne sera reconnue qu'une trentaine d'années plus tard (voir *Les premiers hominidés en Afrique*, *Pour la Science*, août 1997). Il n'en est rien ! Les nouvelles découvertes réalisées sur le site

de Kanapoi confirment des travaux français réalisés à la fin des années 1970. C'est notamment cette pièce réétudiée en 1977, et que j'ai attribuée à *Homo*, en 1979, qui a été à l'origine du débat sur la présence d'un type d'hominidé très humain vers quatre millions d'années en Afrique orientale. Cet homme ancien aurait coexisté avec des australopithèques : avec l'étude du matériel de Hadar, depuis 1978, de nombreux auteurs ont émis un doute sur le fait que les fossiles regroupés sous le nom d'*Australopithecus afarensis* appartenaient à une seule et même espèce. Ils montraient qu'il y avait deux hominidés mélangés dans l'espèce *afarensis*, un australopithèque et un *Homo* ancien.

Dans l'article, il est clairement précisé que les éléments postcrâniens d'*Australopithecus anamensis* sont très humains, et que ses éléments craniodentaires sont identiques à ceux des hominidés de Laetoli. Or, ces derniers, rapportés à *Australopithecus afarensis* en 1978 devaient, en fait, être attribués à *Praethropus africanus* (défini à partir d'un maxillaire trouvé à Garusi dans les gisements de Laetoli en 1938), mais lorsque l'espèce *afarensis* fut créée, ses inventeurs pensaient que ce matériel appartenait à un australopithèque. Les découvertes récentes de Kanapoi confirment que le praeanthrope a existé, que le matériel de Laetoli n'appartient probablement pas à un australopithèque et que la démarche bipède de type humain est très ancienne.

Les travaux de M. Leakey et A. Walker sous-tendent l'idée que les australopithèques ne sont pas nos ancêtres directs, bien qu'ils n'en fassent pas état dans leur phylogénie, fondée sur les caractères dentaires. Si on accepte cette dernière, il faut envisager qu'un mode de locomotion aussi spécialisé que le nôtre soit apparu vers quatre millions d'années, pour disparaître chez les australopithèques, puis réapparaître chez *Homo* vers 2,5 millions d'années.

D'un point de vue évolutif, ceci est discutable. En revanche, si on utilise le mode de locomotion comme base de la reconstitution phylogénique, le schéma se clarifie. Le matériel de Kanapoi confirme que la bipédie humaine serait apparue très tôt et avec elle la lignée humaine. Les caractères primitifs mis en évidence sur les mâchoires et les dents indiqueraient que ces êtres auraient eu un type d'alimentation et de mastication peu différent des premiers australopithèques, car ils avaient accès aux mêmes nourritures. Les praeanthropes, premiers représentants de la lignée humaine, auraient côtoyé

les australopithèques, qui ne seraient pas les ancêtres des hommes ultérieurs.

Il faut relever aussi la mauvaise présentation du scénario de l'East Side Story : la séparation entre les grands singes et les hominidés se situe, selon Yves Coppens, vers huit millions d'années (voir *Une histoire de l'origine des hominidés*, *Pour la Science*, juillet 1994). Dans l'état actuel de nos connaissances, entre huit et quatre millions d'années, plusieurs spécimens et les plus anciens hominidés sont trouvés à l'Est (et exclusivement à l'Est) du Rift au Kenya. La découverte d'*Australopithecus bahrelghazali* au Tchad, ou d'ardipithèque, ou des pièces de Kanapoi ne remet pas en cause l'hypothèse d'Y. Coppens.

Même si l'environnement s'assèche et qu'une savane s'installe, à l'échelle locale, on trouve toujours une forêt-galerie près des fleuves ou en bordure de lac. Il est certain que les faunes ont changé entre huit et quatre millions d'années et que ces dernières se sont adaptées progressivement à des environnements plus ouverts, et il semble bien que nos plus anciens parents aient réagi comme les autres animaux. Les auteurs mélangent deux échelles d'étude : un concept d'assèchement global et la présence de milieu boisé local.

Brigitte SENUT, MNHN, Paris

L'énergie de SOHO

Le satellite *SOHO* (voir *SOHO révèle les secrets du Soleil*, *Pour la Science*, août 1997) contient assez de carburant pour dix ans. Les satellites fonctionnent habituellement à l'énergie solaire, alimentés par des panneaux de photopiles : de quel carburant s'agit-il et à quoi sert-il ?

J. GOURIOU, Annemasse

Le satellite *SOHO* fonctionne en effet principalement à l'énergie solaire. Toutefois, il est aussi équipé d'une turbine à gaz, mue par la combustion catalytique d'hydrazine. La mise en route régulière de ce moteur d'appoint corrige les légères déviations du satellite par rapport à sa direction idéale d'observation.

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique. Courrier électronique : 101641.3525@compuserve.com. Retrouvez la Tribune sur l'Internet à l'adresse <http://www.pourlascience.com>