



COQUILLAGES TUEURS • LES OSCILLATIONS DES ATOMES • SÉISMES ET ARCHÉOLOGIE

■ POUR LA

Pour la Science

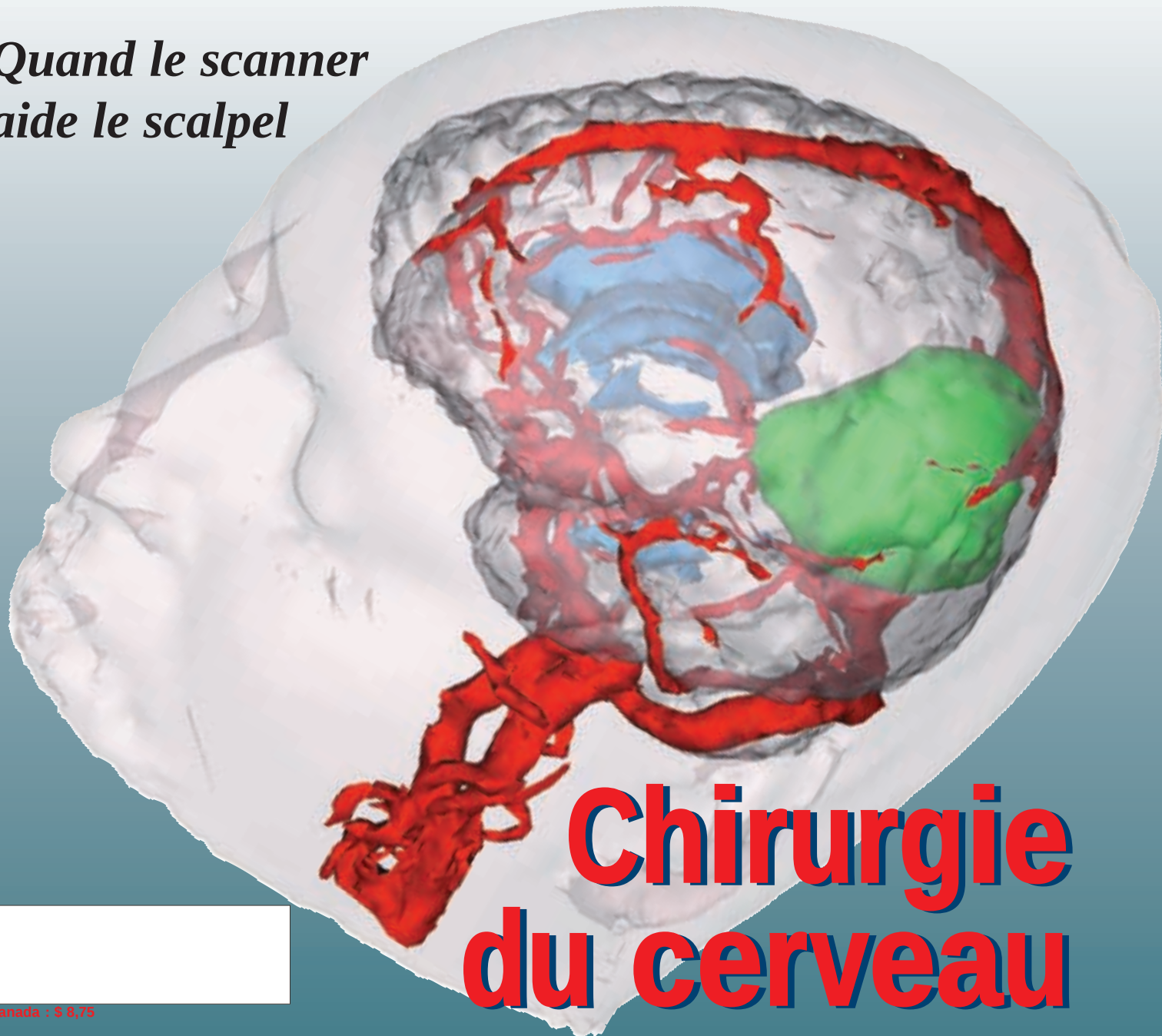
SCIENCE

Juillet 1999

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

*Quand le scanner
aide le scalpel*



Chirurgie du cerveau

Canada - \$ 8,75



BLOC-NOTES

de Didier Nordon

5

JEU-CONCOURS

Pentagonophobie

par Pierre Tougne

6

TRIBUNE DES LECTEURS



POINT DE VUE

Qui a peur de Claude Allègre?

par Henri Korn, Gérard Megie et Pierre Rouillard

8



La science et l'Europe

par Francis Bailly

9



PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Internet avant la lettre

par Paul Ries

12



SCIENCE ET GASTRONOMIE

Comment le sel modifie le goût

par Hervé This

16



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

■ Cécité et vieillissement ■ Météo dans les grottes

■ Mosaïque paléolithique ■ Voir sans voir

■ Éponges vitreuses ■ Horloge biologique

■ Relique de tectonique ■ Le jongleur d'eau

■ Origine extraterrestre?

20



IDÉES DE PHYSIQUE

Pourquoi le Soleil brille-t-il?

par Roland Lehoucq

100



VISIONS MATHÉMATIQUES

**Grilles toriques
et fabrique de briques**

par Ian Stewart

102

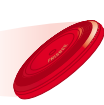


LOGIQUE ET CALCUL

Cette phrase contient exactement...

par Jacques Pitrat

104



SAVOIR TECHNIQUE

Le vol du frisbee

par Louis Bloomfield

109



ANALYSES DE LIVRES

■ Les volcans, de Claude Jaupart

■ Il pleut des planètes, d'Alfred Vidal-Madjar

■ Looking for Earths, d'Alan Boss

■ Extrasolar Planets : the Search for New Worlds, de Stuart Clark

■ Tais-toi et mange, de Guy Paillotin et D. Rousset

■ La mystique de l'ADN, de Dorothy Nelkin et Susan Lindee

■ La part des gènes, de Michel Morange

110

**La multiplication des neurones
chez l'adulte**

30

par Gerd Kempermann
et Fred Gage

Contrairement à ce qui était admis, des neurones sont produits chez l'homme même à l'âge adulte. On espère utiliser cette capacité du cerveau pour mieux traiter les maladies neurologiques.



**Tremblements de terre
et archéologie**

36

par Hervé Philip
et Arkadi Karakhanian

La sismologie rencontre l'histoire : lors des recherches sur les séismes anciens, les géologues ont découvert la ville de Behoura, en Arménie.



La datation des objets en bois

42

par Gottfried Matthaes

Une nouvelle méthode, simple, bon marché et fiable permet de déterminer l'âge de meubles, de panneaux peints, de sculptures et autres objets en bois.



Le langage XML

48

par Jon Bosak et Tim Bray

Le réseau Internet s'est considérablement développé grâce à la mise au point de systèmes «hyper-texte» qui gèrent les images, les textes, les sons. Le langage XML accentuera ce développement.



Cônes et toxines

56

par Frédéric Le Gall,
Philippe Favreau
et Georges Richard

Pour paralyser leurs proies, ces coquillages utilisent des venins qui contiennent d'innombrables toxines dont l'action est ciblée.



Lady Ada et le premier ordinateur 64

par Eugene Eric Kim
et Betty Alexandra Toole

La collaboration entre Ada King, comtesse de Lovelace, et le pionnier de l'informatique Charles Babbage a conduit à une publication qui fit date sur la manière de programmer le premier calculateur automatique.



La chirurgie assistée par ordinateur 70

par Eric Grimson, Ron Kikinis,
Ferenc Jolesz et Peter Black

Les chirurgiens utilisent la réalité virtuelle pour exciser des tumeurs avec une meilleure précision.



La culture des îles Andaman 78

par Sita Venkateswar

Les îles Andaman, dans l'océan Indien, abritent encore des chasseurs-cueilleurs traditionnels. Pour combien de temps?



Les oscillations de Bloch 84

par Maxime Dahan
et Christophe Salomon

Dans un champ électrique uniforme, les électrons d'un cristal ont un mouvement oscillant. Cet effet, prédit théoriquement dans les années 1920, n'a été détecté que récemment.



La couleur des oiseaux 92

par Maurice Pomarède

L'absorption de la lumière par les plumes et les interférences de la lumière réfléchie sur leurs structures engendrent les vives couleurs du paon, de la perruche, du colibri...



La rumeur plausible

La rumeur court et s'amplifie à mesure qu'elle s'éloigne de sa source et que sa vérification devient difficile. Les exemples de fausses légendes pullulent : les Égyptiens auraient utilisé une cordelette avec des nœuds aux pointx de longueurs 3, 4 et 5 pour former un angle droit (cette affirmation n'est pas dramatique, mais elle n'est pas attestée) ; une vieille dame aurait séché son caniche dans un four micro-ondes ; les égouts de New York seraient infestés de crocodiles encombrants jetés par leurs propriétaires ; des films d'assassinats associés à des sévices sexuels seraient des tournages réels. Des vols d'organes, reins et cornées, ont défrayé la chronique il y a quelques années : cette dernière rumeur n'a pas été sans conséquences, car les dons d'organes, légaux et utiles, ont diminué de 90 pour cent en Colombie après la divulgation de prétendus trafics. La réaction du public à la rumeur a coûté de nombreuses vies.

Le bruit court actuellement que des œuvres d'art anciennes sont à vendre à bas prix sur les marchés d'Europe de l'Est... et les amateurs de se ruer sur le marché de Budapest pour acquérir à bas prix tableaux et icônes. Les experts auraient pu les détromper : la grande majorité des icônes sont des contrefaçons récentes, et des tests simples permettent de vérifier leur authenticité (voir *La datation des objets en bois*, page 42).

La difficulté est que ces rumeurs sont plausibles. Comment prouver leur vacuité, sinon par une rumeur opposée? Le statut de la réalité s'estompe, d'autant que des tendances philosophiques en *isme* (relativisme et autres) tendent à propager l'idée que la vérité n'est plus objective, mais dans l'œil de l'observateur. Il n'y aurait pas de réalité, mais des interprétations individuelles des faits.

La vérité ne serait-elle rien d'autre qu'un sentiment de vérité? Vieille querelle philosophique, mais l'affirmation qu'une image mentale personnelle constituerait la réalité est outrée. L'objectivité scientifique pourrait souvent statuer entre faits et opinions, mais des tendances mettent en doute ses possibilités. D'où une acceptation renforcée des rumeurs.

Philippe BOULANGER

Visions intérieures

Un géomètre aveugle ! Est-ce concevable ? Oui. Plus étonnant, le cas n'est pas unique. Au cours de l'histoire, apparaissent régulièrement des géomètres aveugles. Ce phénomène n'a pas manqué d'intriguer. Sans expliquer tout, la remarque suivante, due au mathématicien Alexei Sosinsky, est néanmoins intéressante. Les images visuelles se forment sur la rétine, laquelle est à deux dimensions : tout ce que nous voyons, nous le ramenons par ce fait à deux dimensions. Cela nous handicape pour percevoir l'espace dans ses trois dimensions. Les aveugles n'ont pas cette difficulté. Ils peuvent ainsi mieux « voir » dans l'espace que ceux qui voient. Ainsi entraînés, il conçoivent mieux que les voyants les dimensions supérieures.

«Quand l'œil du corps s'éteint, l'œil de l'esprit s'allume», disait Victor Hugo.

Bonnes conduites ?

Selon une enquête, 80 pour cent des conducteurs français s'estiment bons. Ce résultat serait, selon les commentateurs avisés, désespérant : des gens si contents d'eux ne sont pas disposés à faire des efforts pour s'améliorer, et les routes resteront aussi meurtrières.

Raisonnement bizarre. Il a l'air de sous-entendre que si ces 80 pour cent étaient effectivement prudents, la situation serait tolérable. Pourtant, il reste 20 pour cent de chauffards avoués, soit quelques millions de dangers publics. La vitesse d'un troupeau de bisons, dit-on, est celle du plus

lent des bisons ; de même, le niveau de sécurité sur les routes est déterminé par les conducteurs les moins sages. Ceux qui se croient prudents à tort me semblent plus susceptibles de faire un effort, pourvu qu'on les aide à prendre conscience de leur erreur, que les 20 pour cent qui narquent la sécurité.

Le siècle avait-il deux ans ?

Combien de temps dure un siècle ? Question plus délicate qu'il n'y paraît. Le cours d'histoire de Malet et Isaac écrit : «C'est Voltaire qui, le premier, a employé l'expression "siècle de Louis XIV" en 1751. En fait, ce "siècle" ne compte que cinquante-quatre années (1661-1715). D'ailleurs, le "siècle d'Auguste" ne comprend que quarante-trois ans (29 av. J.-C. à 14 ap. J.-C.) et le "siècle de Périclès" encore moins (environ 450 à 429 av. J.-C.).»

Ajoutons que certains historiens – qui vont vite en besogne – considèrent que le xx^e siècle, commencé en 1914, s'est achevé avec la chute du mur de Berlin en 1989 ; si on les suit, le xx^e siècle a donc duré soixante-quinze ans. De Périclès à nos jours, nous disposons, pour une fois, de renseignements nombreux, fiables et portant sur la longue durée. Une conclusion s'impose : la tendance lourde est à l'allongement de la durée des siècles. En savons-nous assez pour extrapoler, et déterminer dès aujourd'hui combien de temps durera le xxi^e siècle ? D'autre part, l'occasion sera-t-elle donnée à l'humanité de connaître un siècle dont la durée s'exprimera par un nombre rond, par exemple pile cent ans ?

Décomptes mathématiques

Les bons auteurs savent, en quelques lignes, susciter une foule d'interrogations chez le lecteur. Voici un exemple.

«Le nombre de mathématiciens actifs en recherche en 1999 est de cent mille», écrit le mathématicien Jean-Pierre Kahane. Au même moment, son collègue mathématicien Jean-Pierre Bourguignon écrit : «Le nombre de mathématiciens actifs en recherche dans le monde est aujourd'hui de l'ordre de cinquante mille.»

Aussitôt surgissent de grandes et belles questions. Les affirmations des deux Jean-Pierre sont-elles contradictoires, ou peut-on considérer que cent mille est de l'ordre de cinquante mille ? Jettent-elles une ombre sur la réputation de rigueur des mathématiciens et d'exactitude des mathématiques ? Permettent-elles d'affirmer que J.-P. Bourguignon est deux fois plus élitiste que J.-P. Kahane ? Prouvent-elles que la notion de mathématicien actif est trop vague pour qu'il y ait un sens à compter les éléments de cet ensemble ? Plus vertigineux encore : il n'y a pas plus loin de cinquante mille à zéro, que de cinquante mille à cent mille ; approximation pour approximation, peut-on aller jusqu'à envisager l'hypothèse que le nombre de mathématiciens réellement actifs en recherche de par le monde soit égal à zéro ?

Bord'eau

Voici trois renseignements éparés dont la conjonction se révèle fâcheuse.

1. Le nom «Aquitaine» signifie «pays des eaux» (latin *aqua*).

2. «Ne boivent que les êtres dont l'eau est au moins une composante. Si bien que l'on peut regarder l'univers actuel comme le combat de l'eau, qui fut désunie, pour se réunir» (Louis Scutenaire, *Mes Inscriptions*, 1945-1963).

3. La capitale de l'Aquitaine est Bordeaux.

Que le pays des eaux fasse à Bordeaux l'honneur de la choisir comme capitale ne peut avoir qu'une signification : les eaux, désunies sur la surface de l'Aquitaine, ont élu précisément cette ville pour se réunir. Capitale des eaux, Bordeaux est aussi, n'en déplaise aux Burgondes, capitale du vin. Un soupçon terrible surgit. Le vin de Bordeaux serait-il obtenu à partir d'un soigneux mélange d'eaux de l'Aquitaine : Gironde, bassin d'Arcachon, pluie, océan... ?

Scripta volant, Internet manet

Une romancière expliquait, à la radio, pourquoi elle tenait à mettre ses œuvres sur l'Internet. Les livres de papier durent, au mieux, six mois en librairie avant d'être retournés à l'éditeur, lequel les fera pour la plupart pilonner. Les textes sur l'Internet, eux, sont éternels. Auront-ils plus de lecteurs pour autant ? Ce n'est pas sûr. Mais soit : quitte à ne pas être lu, l'idée que cet état durera jusqu'à la fin des temps a quelque chose de consolant. Le pire sort pour un auteur est d'être lu, puis oublié. Perdurer à jamais dans la non existence est moins douloureux que cesser d'exister !

Seulement, je ne crois pas que l'Internet durera si longtemps. Rien n'est éternel, sauf le besoin des hommes de confier leurs œuvres à un support censé échapper à la mort. Dernière matérialisation en date de cette pulsion archaïque, l'Internet ne réussira pas là où la sculpture sur marbre et l'architecture monumentale ont échoué ! Combien d'œuvres à jamais perdues ?

Pour l'instant, je ne vois qu'une question nouvelle. On appelait «fonds de tiroirs» les œuvres manquées ou les ébauches délaissées. Les auteurs, désormais, n'abandonnent plus le fruit de leurs veilles à un papier dans un tiroir, mais à une mémoire d'ordinateur. Par quelle locution aussi expressive faut-il remplacer l'expression «fond de tiroir» ?

JEU-CONCOURS N° 61

PIERRE TOUGNE

Pentagonophobie

Soient trois points non alignés dans le plan, donc un triangle. On peut s'interroger : combien de points peut-on ajouter tels que : (a) trois points ne soient jamais alignés, (b) aucun des quadrilatères formés ne soient convexes ? Un polygone convexe est tel qu'aucun de ses côtés ou son prolongement ne coupe un autre côté autrement que par ses extrémités. On peut évidemment ajouter un point, par exemple en le plaçant à l'intérieur du triangle formé par les trois

points. En revanche, on ne peut ajouter un deuxième point sans former un quadrilatère convexe. Ainsi, si l'on ajoute ce deuxième point à l'intérieur du triangle de départ, la droite passant par les deux points ajoutés coupe deux côtés du triangle (autrement qu'en un sommet, auquel cas ces trois points seraient alignés), et le quadrilatère constitué de ces deux points et des extrémités non communes des

côtés coupés sera convexe. L'examen des autres cas est laissé au lecteur.

L'objet du concours sera d'éviter un pentagone convexe : combien de points (aucun triplet de points n'étant aligné) pouvez-vous dessiner dans le plan, de telle sorte qu'aucun des pentagones formés ne soit convexe ? Le résultat sera donné sous la forme d'une figure, la démonstration

que c'est le maximum (trop difficile) n'est pas demandée.

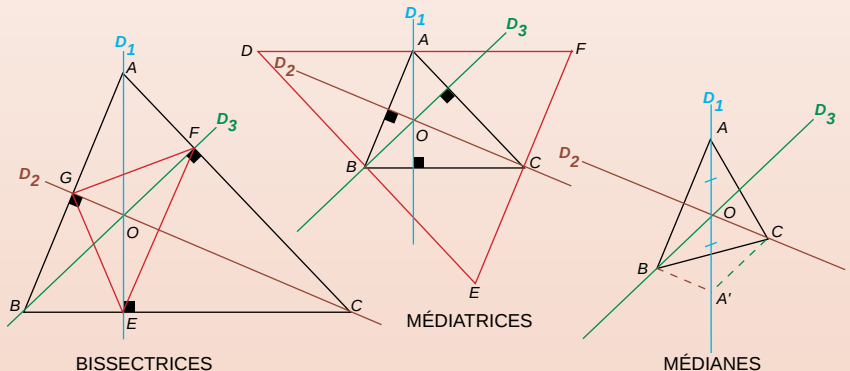
Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de juillet 1999, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 59

Il existe bien des façons de construire ces triangles. Le plus simple me semble de partir du triangle ABC , dont D_1 , D_2 et D_3 sont les hauteurs. Pour les bissectrices, un triangle cherché n'est autre que celui formé par les pieds des hauteurs E , F , G , appelé triangle orthique (voir la figure). En effet, montrons, par exemple, que la droite D_1 est bissectrice de l'angle GEF . Les quadrilatères $BGOE$, $EOFG$ et $BGFC$ sont inscriptibles dans les cercles de diamètres respectifs BO , CO et BC (car $BGO = OEB = OEC = OFC = OCF = 90$ degrés). On a par conséquent les égalités d'angles inscrits $BGO = GEO$, $OEF = OCF$ et $BGO = OCF$, d'où $GEO = OEF$.

Pour les médianes, il suffit de tracer par A , B et C , les parallèles à respectivement BC , CA et AB , qui se coupent en D , E et F (voir la figure). En effet, A est le milieu de DF , car $ABCF$ et $ADBC$ sont des parallélogrammes et, par conséquent, $DA = BC = AF$ et, d'autre part, EA est orthogonale à DF , donc D_1 est bien une médiatrice du triangle DEF , etc.

Pour les médianes (qui n'étaient pas demandées), c'est tout aussi facile. On prend un point A sur D_1 , A' son symétrique par rapport à O et l'on trace, par ce point, une parallèle à D_2 qui coupe D_3 en B et une parallèle à D_3 qui coupe D_2 en C . Le triangle ABC répond à la question.



Comptabilité génétique

L'article sur *L'hypertension chez les Noirs d'Amérique* (voir *Pour la Science*, avril 1999) indique que «Les Noirs américains et jamaïcains qui ont participé à l'étude avaient environ 75 pour cent de leur patrimoine génétique commun avec les Nigériens». Or, on lit couramment que l'homme et le chimpanzé partagent 99 pour cent de leur patrimoine génétique. Que représentent ces valeurs? On pourrait penser que les Noirs américains et les Nigériens présentent plus de différences génétiques entre eux qu'il n'y en a entre les deux espèces!

Julien GOZARD, Amilly

Réponse de Laurence Tiret, de l'INSERM

Quand on parle de 99 pour cent d'homologie entre le génome de l'homme et celui du chimpanzé, cela signifie que, lorsque l'on compare les deux génomes par des techniques d'hybridation de l'ADN, on trouve environ un pour cent de nucléotides (les briques élémentaires de l'ADN) qui diffèrent. En revanche, 75 pour cent de patrimoine génétique commun entre Nigériens et Noirs américains signifie que les Noirs américains ont 75 pour cent de leurs gènes qui proviennent d'ancêtres communs avec les Nigériens et 25 pour cent de leurs gènes qui proviennent du mélange avec d'autres populations.

Sakharov et Tchernobyl

Gennady Gorelik évoque en seulement quelques lignes les dernières années de la vie d'Andreï Sakharov (voir *La métamorphose d'Andreï Sakharov*, *Pour la Science*, mai 1999). Quelques mois avant sa mort, et quelques semaines après la catastrophe de Tchernobyl, Sakharov a été rapelé à Moscou, sur ordre personnel de Mikhaïl Gorbatchev, alors secrétaire général du Parti communiste d'URSS, afin de reprendre ses travaux sur les contaminations radioactives. C'est le savant, avant le militant des droits de l'homme, qui était ainsi réhabilité.

Tchernobyl aurait d'ailleurs servi plus largement de déclencheur à la libéralisation politique de l'URSS. À l'été 1988, M. Gorbatchev donne une conférence de presse à Varsovie, où il motive sa politique de réformes par les dysfonctionnements du système soviétique dont il a été témoin. À un journaliste qui lui demande pourquoi les réformes arrivent seulement, alors que

les dysfonctionnements sont connus depuis longtemps, il répond : «Parce que nous avons eu Tchernobyl!»

Michel BOURGUET, Mulhouse

Couches actuelles

Au XVI^e siècle, Benjamin Franklin mesurait la taille des molécules à l'aide d'une couche d'huile déposée sur de l'eau (voir *La taille des molécules*, *Pour la Science*, mai 1999). Au XX^e siècle, l'automobile offre un moyen inédit d'estimer cette taille. On change de pneumatiques tous les 50 000 kilomètres environ, après avoir usé neuf millimètres de gomme (l'épaisseur des sculptures). Si l'on suppose que la quantité de gomme déposée est identique à chaque tour de roue, l'épaisseur de la couche de gomme laissée sur le sol est, pour une roue de 60 centimètres de diamètre, 0,3 nanomètre (9 millimètres $\times \pi \times 60$ centimètres/50 000 kilomètres), soit l'ordre de grandeur d'une molécule. Conclusion : un pneu laisse sur la route une couche monomoléculaire de gomme!

Christophe DUPRAZ, Paris

De toutes les couleurs

Quelle n'a pas été ma surprise de lire que l'arc-en-ciel présente sept couleurs (voir *Bleu cerise*, *Pour la Science*, mai 1999)! Le nombre sept est, bien sûr, arbitraire. Pourquoi Newton l'a-t-il choisi, après avoir, dans son *experimentum crucis*, montré l'étalement du spectre de la lumière blanche? Six auraient suffi, mais le nombre de notes de la gamme, ou l'importance accordée au nombre sept dans son entourage maçonnique, favorisa l'invention *ad hoc* de l'indigo pour compléter la palette.

Claude LÉON, Paris

Xénogreffes?

Jean-Louis Fischer évoque (voir *Les premières xenogreffes humaines*, *Pour la Science*, mai 1999) «Un porc transgénique, modifié pour ne plus exprimer les antigènes de porc qui déclenchent le rejet chez l'homme.» Pourquoi se donner tant de peine? La compatibilité va de soi : il y a en tout homme un cochon qui sommeille. Quant aux femmes, la solution a été trouvée par un grand homme qui, bouquet à la main, attendait en vain l'arrivée de sa bien-aimée : il y a en toute femme un lapin qui sommeille.

Pierre BLANQUET, Paris

Prise de bec

Outre des kangourous, de nombreuses espèces australiennes disparues étaient carnivores, selon Stephen Wroe (voir *Les kangourous carnivores*, *Pour la Science*, juin 1999). Ainsi, l'encadré intitulé «Un oiseau tueur» propose que, au vu du volume de son bec et de la musculature associée, l'oiseau *Bullockornis planei* aurait été carnivore. Le calao, que l'on trouve dans les forêts tropicales d'Afrique et d'Asie, a un bec encore plus gros, mais n'est pas réputé carnivore : sa musculature est-elle insuffisante?

J. F. POROT, Saint-Geoire en Valdaine

Réponse de Cécile Mourer-Chauviré

Les hypothèses sur le régime alimentaire des oiseaux tiennent compte aussi de l'épaisseur des os du bec. Celui des calaos est très gros et très fort. Il est couvert d'un étui corné, mais les os qui sont à l'intérieur, le maxillaire, le pré-maxillaire et la mandibule, sont minces et légers, presque entièrement creux : lorsque l'on soupèse un crâne de calao auquel la partie cornée a été ôtée, on est stupéfait de sa légèreté. Toutefois, la plupart des espèces de calaos sont omnivores. Certaines sont entièrement carnivores, se nourrissant majoritairement d'insectes, mais aussi de petits vertébrés. La plupart des espèces forestières se nourrissent surtout de fruits, mais consomment aussi de petits animaux, particulièrement durant la période de reproduction.

C. M.-C., Université Claude Bernard Lyon 1

Causalité abusive

L'éclairage nocturne de leur chambre rendrait les enfants myopes (voir *Extinction des feux*, *Brèves*, *Pour la Science*, juin 1999)! Je ne conteste pas la corrélation établie entre l'illumination et la myopie, mais y a-t-il pour autant un lien de cause à effet? Myope moi-même, je sais que, la nuit, toutes les formes sont plus confuses. Cela s'explique par la plus grande ouverture de l'iris. En tant que père, je sais que si les enfants demandent une lumière dans leur chambre, c'est parce qu'ils ont peur la nuit. Conclusion, si 48 pour cent des enfants dormant avec la lumière sont myopes, et seulement 9 pour cent de ceux qui dorment dans l'obscurité, cela prouve que la déformation des images vues par les enfants myopes dans la pénombre peut leur faire peur. N'est-ce pas une explication plus simple que celle qui dit qu'une veilleuse modifierait le développement de la vue?

Jean-Luc OTTINGER, Bruxelles



Qui a peur de Claude Allègre?

HENRI KORN • GÉRARD MEGIE • PIERRE ROUILLARD

Les quatre objectifs d'une réforme de la recherche et de l'enseignement supérieur.

Les acteurs de la science française connaissent fort bien ses faiblesses, les périls qui la menacent et les réformes qui s'imposent. Toutefois un des traits les plus surprenants de notre pays est qu'il est inconvenant d'exprimer en public ce dont chacun convient en privé. Est-ce si grave de bousculer, même dans l'intérêt de tous, habitudes et notabilités ? C'est ce que l'on pourrait croire après avoir entendu les clameurs de ceux qu'inquiètent les propositions d'un ministre qui est pourtant un scientifique de premier plan. Confondus par une telle montée de l'irrationnel, ceux qui sont d'accord avec lui se sont encore peu exprimés. Que faut-il faire ?

D'abord, rapprocher les organismes scientifiques et les Universités. Les chercheurs statutaires des organismes publics, tels le CNRS ou l'INSERM, n'ont, contrairement à ce qui se passe dans nombre de pays industrialisés, aucune obligation d'enseignement. Cette configuration est funeste tant pour l'Université, dont la vocation universelle est ainsi battue en brèche, que pour les chercheurs eux-mêmes, qui ne peuvent transmettre leur savoir et le caractère exaltant de leur passion aux plus jeunes. De ce fait, la séparation de la recherche et de l'enseignement nuit à toute la société, qui est largement sollicitée par les sirènes de l'antiscience.

De surcroît, il n'est pas donné à chacun de rester un chercheur productif toute sa vie, et l'absence de passerelles avec l'Université ou l'industrie coupe toute possibilité de reconversion. Certes, bien des népotismes restent à vaincre, et des tâches à répartir. On doit améliorer les conditions d'accueil et d'échanges, afin de rendre aux maîtres de conférences le temps nécessaire à la conduite de leur recherche. Mais est-ce trop demander à tous que de s'atteler à cette œuvre ? L'Université est riche de talents, elle est un irremplaçable vivier pour la science du XXI^e siècle.

Il faut aussi évaluer mieux les personnels et les laboratoires. On sait fort bien à quelles règles absolues doit se plier une recherche de haut niveau : goût du risque ; imagination ; rigueur expérimentale, qui, dans les sciences exactes, consiste en une confrontation permanente du modèle avec la réalité qu'il prétend décrire ; jugement critique permanent de sa propre activité comme de celle de ses rivaux. L'évaluation de ces qualités doit être élargie à tous, quel que soit leur grade et leur niveau de responsabilité, puisque, de la science, ils ont accepté non seulement les servitudes, mais aussi les honneurs.

Or la communauté scientifique française ne peut, malgré tous ses efforts, assurer toujours un jugement impartial par les pairs : l'indépendance de jugement se heurte trop souvent à l'absence de confidentialité, inévitable dans une communauté restreinte et, souvent, partagée en groupes de pression. En outre, notre pays manque d'experts pour apprécier le bien fondé de recherches dans des domaines émergents ou qui associent des compétences de divers champs du savoir. Dans un tel contexte, proposer une évaluation par petites équipes, pour aider les meilleurs et réorienter ceux qui ne le sont pas encore, et qui fasse appel à des experts internationaux, est une garantie contre la complaisance et un impératif pour la survie des laboratoires.

Il faut, troisièmement, responsabiliser les jeunes chercheurs et leur donner leur chance. La structure des laboratoires français est telle que, même après avoir été recruté dans un organisme public, un jeune scientifique doit souvent attendre des années avant de créer son équipe et d'avoir un thème qui lui soit propre. Après sa thèse, il doit compléter sa formation lors d'un stage postdoctoral qui s'effectue obligatoirement à l'étranger. C'est ainsi que des milliers de jeunes talents sont aujourd'hui exilés, en particulier aux États-Unis, et que les plus qualifiés sont sollicités par des conditions de travail beaucoup plus attrayantes

que celles qui sont offertes en France. Or ces jeunes scientifiques sont déjà compétents dans des domaines dont nous avons grand besoin, car encore mal ou non représentés, faute d'un enseignement approprié, ou aux charnières de plusieurs disciplines (mathématiques, physique, biologie, chimie, informatique, santé publique). Est-il excessif d'envisager une actualisation des règles administratives qui permettent d'intégrer ces forces vives à notre potentiel de recherche ?

Il faut enfin rééquilibrer les disciplines prioritaires. Depuis des décennies, la répartition des moyens est restée la même entre les différents secteurs de la recherche, malgré l'apparition de nouveaux champs de la connaissance et le progrès inégal des disciplines. La biologie et la génétique moléculaires, par exemple, ont bouleversé les sciences de la vie. Elles permettent de mieux comprendre le développement, le fonctionnement et la pathologie des êtres vivants, et de développer une bio-ingénierie, en agroalimentaire et en médecine, qui voit désormais à sa portée des maladies jugées intraitables il y a seulement quelques années. L'essor des neurosciences nous permet d'explorer le fonctionnement du cerveau et de la pensée. Enfin, également proches du domaine du vivant, les techniques de l'information et de la communication, centrées autour de l'informatique, transforment chaque jour notre vie, notre vision du monde et notre économie, au même titre que les sciences de l'environnement et les sciences humaines.

Est-il inconvenant d'afficher pour ces secteurs qui décideront demain de notre place dans le monde, et sans nuire pour autant à d'autres domaines d'excellence, la priorité qu'ils méritent ?

Henri Korn est professeur à l'Institut Pasteur et directeur de recherche à l'INSERM. **Gérard Megie** est professeur à l'Université Pierre et Marie Curie. **Pierre Rouillard** est directeur de recherche au CNRS.

La science et l'Europe

FRANCIS BAILLY

Pour un service public européen de la recherche scientifique et de l'enseignement supérieur.



La recherche a considérablement évolué au cours des dernières décennies. Elle s'est d'abord fortement européanisée, les politiques de recherche s'opacifiant et les financements par contrats sans réel contrôle se substituant de plus en plus aux dotations publiques nationales. Cette transformation capitale s'évalue bien quand on compare le budget civil que la France consacre à la recherche et au développement (23 milliards de francs pour les crédits de paiement) et le budget recherche qu'attribue la Commission européenne : 25 milliards de francs environ ! Simultanément les relations de la recherche avec les universités et avec les régions se sont intensifiées, on demande une valorisation des résultats de recherche dans l'industrie privée, et certaines avancées sociales (statuts des personnels, représentation dans les instances, etc.) sont menacées.

Comme cette nouvelle situation résulte de tendances de fond des sociétés européennes, une simple défense du *statu quo* français serait inopérante. Pour promouvoir des réformes à souci collectif et à visée progressiste, nous devons avoir des projets qui tiennent compte des réalités nouvelles.

Nous proposons de fonder sans attendre un service public européen de recherche et d'enseignement supérieur. Nous voulons ainsi préserver les conditions d'emploi des personnels, tout en assurant la transparence et la démocratisation de la gestion et des attributions de moyens. Un tel système protégerait les valeurs européennes en matière de production et de transmission des connaissances.

Pour justifier cette position, précisons, que, du fait des antagonismes actuels (marchés économiques, contrôle géopolitique, valeurs culturelles), le modèle européen de citoyenneté, avec la séparation nette entre la société civile et l'État, la méfiance à l'égard du communautarisme, la laïcité, nous paraît préférable au modèle américain. Nous préférons également notre culture européenne de ser-

vices publics, notre système de protection sociale et de régulation des marchés, le type de développement culturel qui est mis en œuvre de ce côté de l'Atlantique : statut de l'intellectualité, école publique, formation continue aidée. Ce modèle européen nous semble offrir plus de garanties aux individus, à l'exercice de la citoyenneté politique, aux régulations économiques, à la justice sociale, à l'épanouissement culturel.

L'écueil contre lequel il faut lutter, dans le cas précis de la recherche, est l'opacité de la politique de recherche, de l'attribution des contrats européens et, plus généralement, de la distribution des moyens communautaires. Ces choix sont aujourd'hui effectués de façon extrêmement technocratique, car ils sont conçus et vécus comme purement techniques par nombre de responsables. Nous pensons qu'on doit restituer leurs dimensions de choix politiques à ces décisions, rendre transparentes toutes ces procédures, démocratiser les instances concernées et faire participer l'ensemble de la communauté scientifique européenne aux choix.

Plus précisément, nous pensons que le service public européen que nous préconisons sera possible si l'on constitue un Comité européen de la recherche scientifique. Ce comité ressemblerait au Comité national du CNRS, qui gère la carrière des chercheurs, élabore la prospective et définit les orientations de recherche. Réunissant des représentants de l'État, de l'administration, des représentants de la communauté scientifique, des représentants syndicaux, il remplacerait partiellement le Comité national actuel, assurant notamment la concertation, l'orientation et l'évaluation du service public européen de production et transmission de connaissances.

Une fois bien définie cette structure européenne de contrôle et d'orientation politiques, la question des découpages administratifs adéquats (organismes, universités...) et des lieux les plus adaptés pour la gestion effective (régions, état national, niveau européen) se résoudra

plus par la prise en compte de critères opératoires (taille des États membres, traditions administratives et politiques) que par une détermination rigide, dans le respect de procédures qui garantiront la transparence et qui éviteront la constitution de féodalités locales, comme il est arrivé que la régionalisation en ait produit en France.

Un statut global de titulaires de ce service public s'imposera simultanément. Regroupant dans un corps unique les personnels de la recherche et de l'enseignement supérieur, il distinguerait cinq fonctions principales : (1) une fonction de recherche à temps plein ; (2) une fonction mixte d'enseignement et de recherche, correspondant environ à un mi-temps dans chaque activité ; (3) une fonction d'enseignement à temps plein ; (4) une fonction d'accompagnement technique ; (5) une fonction de gestion administrative. Les agents devraient pouvoir évoluer dans ce cadre.

Les évaluations dans chaque fonction seraient effectuées par des instances nationales ou européennes, selon les spécialités et les tailles, et les carrières seraient gérées dans la transparence, en tenant compte de la fonction réellement occupée et du cadre où elle est exercée.

Un tel dispositif aurait de nombreux avantages : assurant la sécurité d'emploi des personnels, il tiendrait compte de leurs activités réelles et les évaluerait dans ce cadre (et non selon des critères définis pour des activités supposées) ; il faciliterait la mobilité de fonctions et pourrait assurer des carrières convenables dans un service public reconnu par la société. Il permettrait aussi de surmonter nombre d'antagonismes actuels entre institutions (organismes et universités, par exemple). Il constituerait en même temps l'indispensable assise statutaire à une communauté scientifique européenne reconnue comme telle.

Francis BAILLY est physicien au Laboratoire CNRS de physique des solides, à Meudon.

