

■ POUR LA SCIENCE

Avril 1996

édition française de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

L'ENSEIGNEMENT
DES SCIENCES
PAR C. ALLÈGRE,
P.-G. DE GENNES,
J.-M. LEHN, J.-C. YOCCOZ

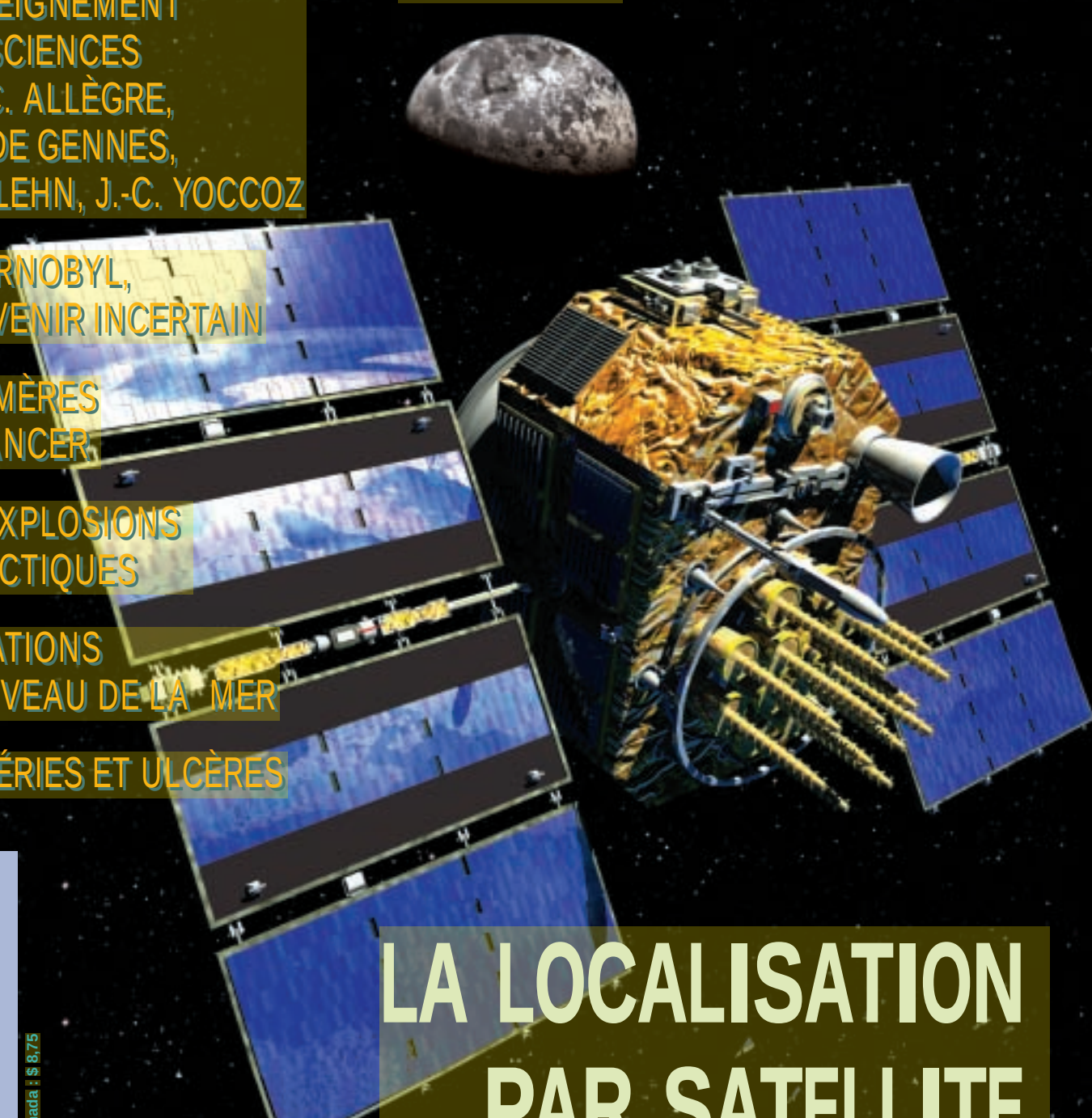
TCHERNOBYL,
UN AVENIR INCERTAIN

TÉLOMÈRES
ET CANCER

LES EXPLOSIONS
GALACTIQUES

VARIATIONS
DU NIVEAU DE LA MER

BACTÉRIES ET ULCÈRES



**LA LOCALISATION
PAR SATELLITE**

Bloc-notes de Didier Nordon

Tribune des lecteurs

Les impossibles en physique des particules

par Michel Spiro

Point de vue

Les comités d'éthique servent-ils la démocratie?

par Philippe Lazar



Présence de l'histoire

Les tables astronomiques

par Denis Savoie

Science et gastronomie

La cuisson des pâtes

L'enseignement des sciences

par Pierre-Gilles de Gennes, Jean-Marie Lehn,

Claude Allègre et Jean-Christophe Yoccoz

Jeu-concours : Billards de mathématicien

Perspectives scientifiques :

Le trait retrouvé

Gènes anciens

Striga et lutte biologique

Le Grand Attracteur débusqué?

Un bruit précieux

Dopamine et comportement

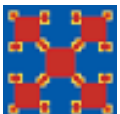
La pollution radio

Vitamines : pas d'abus

Art et culture préhistorique

Surfaces minimales

Les tornades de la turbulence



Visions mathématiques

Quads et quazars

par Ian Stewart



L'expérience du mois

Des pois sans poids

par Shawn Carlson

L'image du mois

Du mouvement dans la roche, par Domingo Aerden



Analyses de livres

– *L'art juif*, par Gabrielle Sed-Rajna

– *L'inscription corporelle de l'esprit*, par F. Varela, E. Thompson et E. Rosh

– *La chimie dans la société*, sous la direction de G. Bram, F. Chamozi, A. Fuchs, A. Grelon, C. Lanciano-Morandat et L. Mordenti

Tchernobyl : avenir incertain

44

par Daniel Robeau

Les effets sur l'environnement et la santé de cette catastrophe nucléaire, qui précipita la chute du régime communiste, restent difficiles à évaluer, ce qui alimente les débats entre alarmistes et optimistes.



Les variations passées du niveau des mers

52

par Jacques Rey et René Cubaynes

Les nouvelles méthodes d'analyse des couches sédimentaires nous révèlent les montées et les descentes du niveau de la mer au cours des temps géologiques.



La localisation par satellite

60

par Thomas Herring

À quelques milliers de kilomètres au-dessus de nos têtes, 24 satellites permettent une localisation à un millimètre près.

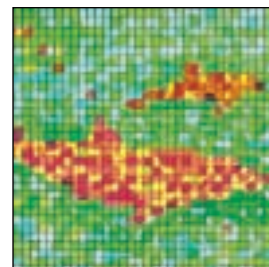


L'imagerie acoustique dans l'océan

66

par Michael Buckingham, John Potter et Chad Epifanio

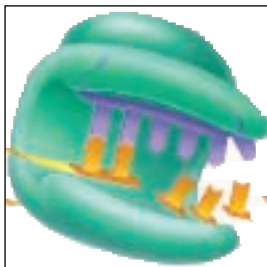
En enregistrant les réflexions et les diffusions des bruits de la mer sur les objets immergés, on forme des images en couleurs de ces objets sans recourir à des sonars.



Télomères, télomérase et cancer 72

par Carol Greider
et Elizabeth Blackburn

La télomérase est une enzyme qui agit sur les extrémités des chromosomes. Détectée dans de nombreux cancers humains, elle serait une cible nouvelle pour les traitements.



Des explosions au cœur des galaxies 78

par Sylvain Veilleux,
Gerald Cecil et Jonathan
Bland-Hawthorn

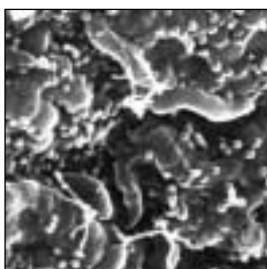
Les flots de gaz brûlants qui s'échappent du centre des galaxies proches seraient à l'origine des étoiles et du milieu intergalactique.



L'origine bactérienne des ulcères 86

par Martin Blaser

La bactérie *Helicobacter pylori* infecte l'estomac d'une personne sur trois de par le monde ; elle déclenche souvent des ulcères et des cancers.



Quarks et simulation numérique 92

par Donald Weingarten

Des années de calculs numériques ont confirmé la théorie qui décrit les quarks. Simultanément les physiciens ont identifié une nouvelle particule dans des enregistrements anciens.



L'enseignement des sciences

Les moyens modernes de transmission de l'information aident-ils l'enseignement des sciences? Dès qu'un nouveau média apparaît, téléphone, radio, télévision, ordinateur, vidéo, CD rom, etc., l'espoir naît : ces nouveaux supports amélioreront, pense-t-on, la transmission des connaissances. Espoir toujours déçu. Qu'est devenue l'Université mondiale imaginée aux premiers temps de la radio et de la télévision? Une utopie. Nous continuons à enseigner par cours magistral, et à apprendre par la lecture.

En revanche, le savoir scientifique augmente. Et nous nous y adaptons. À la Renaissance, pour apprendre les techniques de la multiplication, il fallait aller à l'Université de Bologne suivre les cours des spécialistes de la multiplication. Aujourd'hui les bambins, dès l'école primaire, savent multiplier deux nombres. Toutefois certains résultats se transfèrent moins bien : les lois de la dynamique, léguées par Newton, restent non maîtrisées.

Les théories élaborées par les sciences de la connaissance sont des constats. Leur contribution à une meilleure maîtrise de l'apprentissage n'est pas déterminante.

Aussi la question reste entière. Pouvons-nous optimiser l'enseignement scientifique et faciliter l'assimilation des progrès scientifiques? Nous est-il possible d'améliorer le contenu de la matière enseignée? Quels choix faire? Nous avons interrogé les brillants scientifiques qui ont renouvelé leur discipline, Claude Allègre, Pierre-Gilles de Gennes, Jean Marie Lehn et Jean-Christophe Yoccoz. Les scientifiques améliorent la connaissance en bouleversant les habitudes de pensée ; ils ne procèdent pas autrement dans leur vision d'un renouvellement de l'enseignement, et leurs points de vue sont source d'inspiration. Toutefois la méthode scientifique, par essais et erreurs, peut être douloureusement pénalisante : nous avons vécu ce traumatisme avec l'enseignement des «mathématiques modernes». Les scientifiques interrogés le savent : leur point commun, à travers leurs différences, est le pragmatisme.

Philippe BOULANGER

Le cas favorable

Le crocodile, si habile à happer ce qui bouge et passe à sa portée, semble incapable de voir ce qui est immobile. D'où l'efficacité de la tactique consistant à faire le mort, plutôt qu'à fuir.

On ne sait jamais quelles rencontres on peut faire : ce renseignement, tiré de *L'empreinte des sens* de Jacques Ninio (réédition Odile Jacob, 1996) est bon à retenir. Pourtant, le livre de J. Ninio n'est pas à mettre entre toutes les mains. Imaginons qu'un théoricien tombe dessus. On peut être théoricien et ignorer la zoologie, mais on ne peut pas être théoricien et lire un ouvrage sans en tirer une méthode. Méthode, donc, pour déterminer si tel animal est ou non un crocodile. Allongez-vous à côté, et abstenez-vous de tout mouvement. De deux choses l'une.

– Ou l'animal vous laisse tranquille. Il peut alors s'agir d'un crocodile. Mais il peut s'agir d'un autre animal, un animal inoffensif par exemple. La méthode ne permet pas de conclure. Le théoricien appellera donc ce cas «le cas douteux».

– Ou l'animal vous mange. C'est alors une certitude : l'animal n'est pas un crocodile. Là, la méthode aboutit à une conclusion sûre, montrant ainsi toute sa puissance. Le théoricien appellera donc ce cas «le cas favorable».

Mauvais caractères

Bien plus précis que le nombre de pages, c'est en nombre de signes que les éditeurs mesurent la taille d'un ouvrage. «Un million et demi de signes !», diront-ils par exemple, pour désigner ce que le langage courant appelle un pavé. Curieusement, un espace entre deux mots compte pour un signe, au même titre qu'une lettre ou un... signe de ponctuation. C'est que saisir sur ordinateur une lettre, une virgule ou un espace demande exactement le même travail. Or le signe est une unité de travail.

Dans une grande librairie, quelque 50 milliards de signes vous attendent, vous entourent, tentent chacun d'attirer le regard. Parmi eux d'ailleurs, plusieurs centaines de milliers sont faux, les techniques modernes n'ayant certes pas rendu caduque l'antique et mélancolique constatation des éditeurs : un livre sans coquille, c'est plutôt rare. Cinquante milliards de signes ? Vingt ou trente années de lecture ininterrompue. À eux seuls, les espaces vides entre les mots doivent bien exiger une année.

Une librairie est un temple où de lourdes étagères laissent parfois sortir de confuses paroles. L'homme y passe à travers des forêts de signes qui l'observent avec des regards familiers...

Et cela continue !

Au cours de telle ou telle période, diront par exemple les journaux, la courbe du chômage a été continue. Cette formulation signifie que la croissance n'a pas connu d'interruption. En cela, le terme «continu» n'est pas complètement inapproprié. Cependant, en toute rigueur scientifique, on ne peut pas dire que la courbe du chômage soit continue. Il s'agit d'une courbe monotone.

Faut-il alors se battre pour que les journaux renoncent à l'habitude fautive de dire «continu» ? Non. Il faut se résigner : il n'y a pas de mot satisfaisant. Car le mot «monotone», à son tour, a tout à la fois un sens savant et un sens courant. À supposer que le nombre de chômeurs se mette à diminuer sur une longue période, personne n'aurait le cœur d'appliquer à ce phénomène heureux un qualificatif chargé, par le langage courant, de connotations aussi négatives que celui de monotone.

Quant aux enseignants, qu'ils continuent de lutter contre la tendance estudiantine à confondre «continu» et «monotone».

L'ère du temps

Un nouveau virus a été découvert chez les théoriciens du cybermonde : le N.E.D. La revue *Écrire & Éditer* (janv.-fév. 1996) l'a mis en évidence.

Le N.E.D., c'est le tic de langage – et de pensée – qui consiste à dire à tout bout de champ «Nous Entrons Dans...» Exemples, tirés de l'échange entre J. Attali et A. Finkelkraut («La guerre du virtuel et du réel», *Le Nouvel Observateur*, 9-15 novembre 1995) :

Nous entrons dans une société du nomadisme des objets, des valeurs, du travail.

Nous entrons dans l'ère de la mobilisation totale.

Nous entrons dans un monde de masques et de labyrinthes.

Nous entrons dans un village planétaire.

Nous entrons dans l'ère de l'écran total.

Nous entrons dans un monde d'une plus grande diversité que par le passé.

Au cours de ce brillant échange, A. Finkelkraut a battu J. Attali par 6 N.E.D. à 4. Qu'importe. Ces penseurs sont l'un et l'autre à la pointe des modes intellectuelles. Je démontre donc que nous entrons dans l'ère du N.E.D. Q.E.D.

Le darwinisme selon singeant

Comment préférez-vous Darwin : à la sauce américaine, ou à la française ? L'Américain mêle une conception victorienne du couple à un réductionnisme pur et dur : tout est dans les gènes. Dans *L'Animal moral*, de R. Wright, la bande du livre («L'infidélité est-elle inscrite dans nos gènes ?») en exprime déjà les obsessions :

«Aucun comportement humain n'affecte autant la transmission des gènes que la sexualité. Commandées par les différents états qui gouvernent le sexe, les pulsions propres aux individus du monde entier, Charles Darwin compris, sont arrivées à maturité. Quand Darwin quitte l'Angleterre, il a 22 ans. Comme tous les jeunes gens, il est doté d'une certaine quantité d'hormones.»

«Si, pour l'homme, le grand péril darwinien est le cocufiage et, pour la femme, l'abandon, alors leurs jalousies respectives ne doivent pas être de la même nature.»

Vous préférez les saveurs de chez nous ? Les Français ont réussi à croiser Lacan avec Darwin. Cela a donné naissance à un hybride viable, qui a reçu le nom de Patrick Tort. Il s'exprime ainsi dans l'avant-propos du *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution* (PUF, 1995).

«Le *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution* n'a pas d'antécédent. Aucun essai d'encyclopédie historique et critique embrassant le darwinisme et l'étendue presque inassignable de ses résonances extra-biologiques n'a jusqu'ici été tenté.»

«Cette "condition d'inexistence" rendait souhaitable une telle synthèse, mais ne fut pas toutefois l'instance première à signaler l'urgence de son passage à l'être.»

«La conscience du manque à savoir sur ces matières fut en effet seconde par rapport à celle de la pléthore, devenue insupportable, des convictions vulgaires attachées au nom, à la personnalité scientifique, au discours et à l'œuvre de Darwin.»

LA BOTANIQUE REDÉCOUVERTE



Un ouvrage d'une conception neuve, qui permet à tous d'accéder à la compréhension du monde végétal.

La Botanique redécouverte montre l'acquisition progressive de la diversité et du succès biologique des végétaux modernes.

De nombreux dessins et documents originaux contribuent à faire de *La Botanique redécouverte* un instrument indispensable pour les botanistes, les biologistes, et tous les esprits curieux.

A. Raynal-Roques est professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

512 pages – 170 F
Code 1610



Bon de commande en p. 98

Spin et particules

L'illustration de l'article *Le spin du proton* (voir *Pour la Science*, octobre 1995) montre, à l'intérieur d'un proton, trois quarks et dix gluons, dont cinq ont un spin orienté comme celui du proton et cinq ont un spin en sens inverse. Combien y a-t-il réellement de gluons dans un proton ? Comment connaît-on le spin d'un quark ou d'un gluon ?

Bernard POUIT, Soues

Réponse de Vincent Breton

Dans un proton, des gluons sont produits, sont absorbés ou se désintègrent en permanence. L'expérience permet seulement de mesurer des densités moyennes de gluons. Par ailleurs, les quarks ont eu une existence théorique avant que des expériences ne vérifient leur existence. Dans le cadre théorique, le spin des quarks avait nécessairement la valeur 0,5 pour constituer les briques élémentaires des protons ou des neutrons. L'interprétation des expériences qui, à la fin des années 1960, ont révélé les quarks, reposait sur cette hypothèse, confirmée par les expériences ultérieures. Le gluon n'a été mis en évidence dans des expériences qu'à la fin des années 1970. Son spin a été déduit indirectement : il vaut 1.

Science et conscience

David Chalmers compare un cerveau humain et un réseau de puces électroniques (voir *Qu'est-ce que la conscience ?*, *Pour la Science*, février 1996). C'est absurde, car, dans un cerveau, de nouvelles connexions s'établissent sans arrêt, ce qui n'est pas le cas dans un réseau de puces artificielles. En outre, un humain n'est pas seulement un cerveau. Il a de nombreux autres organes : il serait réducteur d'affirmer que la conscience vient seulement du cerveau. La conscience est l'organisme tout entier et tous les phénomènes physiologiques et chimiques qui s'y déroulent.

Cédric ROUX, Montreuil

La première erreur de D. Chalmers est de penser que la science peut rendre «pleinement compte» d'un phénomène. L'épistémologie a depuis longtemps dépassé la position positiviste en reconnaissant le caractère approché et temporaire de toute théorie. Les scientifiques ont abandonné l'espoir de dire la réalité telle qu'elle est et se contentent aujourd'hui de penser qu'ils en donnent une description plus ou moins conforme à l'expérience.

On ne peut pas réduire la charge électrique à quoi que ce soit de plus fondamental : cela signifie qu'on ne peut rien dire de sa nature. La charge électrique est simplement un paramètre de la théorie qu'il est indispensable d'introduire pour reproduire les constatations expérimentales. En revanche, lorsque D. Chalmers introduit la conscience comme paramètre d'une théorie psychophysique, il précise qu'elle n'interfère pas avec les lois physiques. C'est donc l'opposé d'une grandeur physique, analogue aux attributs métaphysiques.

La conscience n'est pas un phénomène objectivement mesurable. Elle n'est que perçue subjectivement, et nous inférons la conscience des autres par la similitude de nos comportements. Quelle conscience a un chimpanzé qui répond à son nom ? Il n'y a aucun moyen de le savoir, puisque la notion n'est pas définie par un phénomène extérieur : c'est affaire de conventions. La sensation subjective de la conscience n'apparaît que lorsque le sujet et l'objet coïncident, ce qui est, par essence, hors du propos de la science. En revanche, se demander à quelles conditions un système physique produit des phénomènes objectifs que nous attribuons à la conscience (des paroles qui expriment des sensations ou des créations artistiques) est du plus haut intérêt. Les «problèmes faciles» de D. Chalmers sont de vrais problèmes, mais ils sont difficiles à résoudre. Ce qu'il nomme le «problème difficile» est, en revanche, impossible à résoudre, parce qu'il est posé en termes non scientifiques.

Gilles HENRI, Crolles

Pour l'allaitement

Comme Jack Newman l'évoque dans son article *L'allaitement maternel protège le nourrisson* (voir *Pour la Science*, février 1996), l'Organisation des Nations unies pour l'enfance et l'Organisation mondiale de la santé se mobilisent depuis plus de 20 ans pour redonner à l'allaitement maternel la place perdue au profit du lait artificiel. En France, à l'heure où les réductions des dépenses de santé semblent prioritaires, une action en ce sens serait salutaire (48 pour cent seulement des enfants de huit jours sont allaités par leur mère, au moins partiellement). De nombreux textes, tels le Code international de commercialisation des substituts du lait maternel et une directive européenne, demandent aux états signataires (dont la France) d'encadrer rigoureusement les pratiques commerciales des industries d'aliments infantiles et de s'assurer de l'information des familles des avantages et de la supériorité de l'allaitement maternel.

Nathalie ROQUES, Lyon