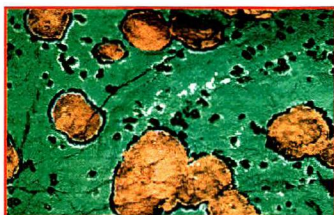
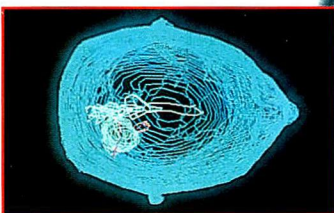


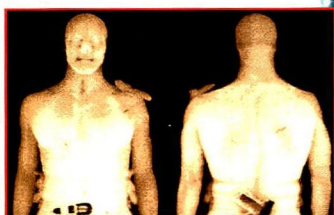
# SCIENCE & VIE



**DÉCOUVERTE**  
La vie sur Mars



**VIDÉOCHIRURGIE**  
Des opérations  
sans violence



**AÉROPORTS**  
Les failles  
de la sécurité



**ESPACE**  
La nouvelle  
navette

## L'intelligence

La découverte de  
gènes mystérieux  
relance le débat  
inné-acquis

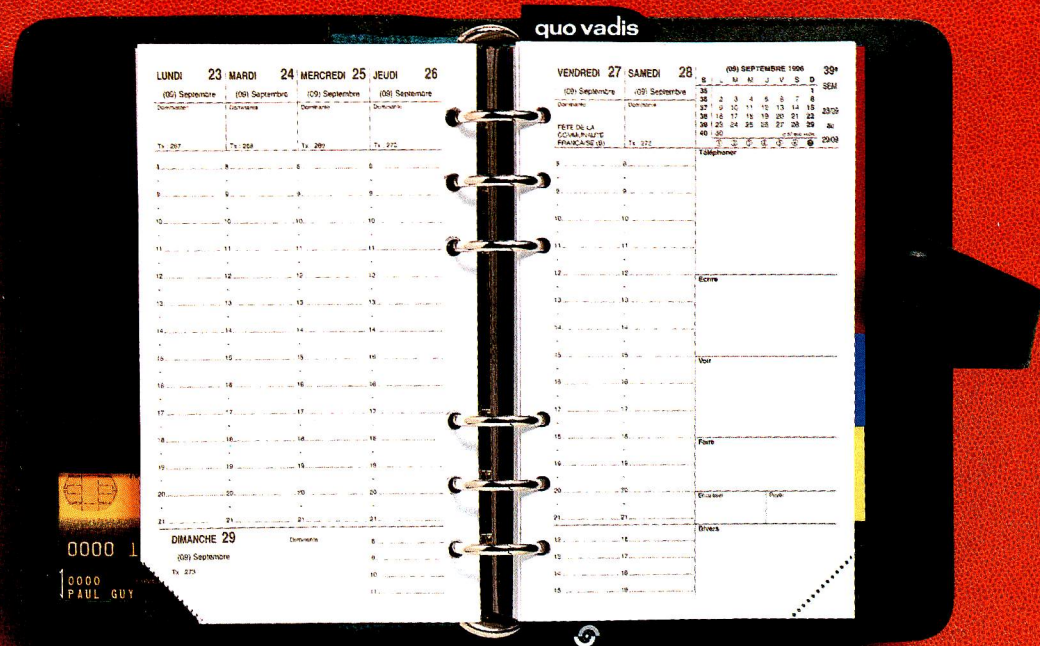


T 2578 - 948 - 23,00 F





# Visiblement, l'année se présente bien.



I.D. TIME SEPT: Spécial 16 mois



**AGENDAS  
SEPTEMBRE  
A  
SEPTEMBRE**

Pour bien  
aborder  
la rentrée,  
mieux vaut  
être bien  
accompagné.

Avec Quo Vadis à vos côtés,  
vous avez le partenaire idéal  
pour travailler. En plus de  
proposer une organisation efficace  
de gestion du temps,

**quo  
vadis**

vos agenda Quo Vadis vous donne  
le choix parmi une multitude de  
couvertures. Comme quoi on peut être  
beau et intelligent à la fois.

**Agendas "septembre à septembre"  
de Quo Vadis:**

Universitaire, Septanote,  
EU 0909, Ital Sept, Sept Bi.  
À anneaux : I.D. Time Sept  
(spécial 16 mois de septembre à décembre),  
Septimer.



**A**insi, profitant de la période estivale dans l'espoir – peut-être – que la révélation passerait inaperçue, les autorités britanniques ont reconnu que l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) peut se transmettre "verticalement" de la vache au veau,

comme le suggérait la revue scientifique *Nature* dès le mois de juin dernier. Cette information avait, bien sûr, été démentie à maintes reprises par les responsables britanniques, français et communautaires, soucieux de ne pas affoler les consommateurs et de préserver de puissants intérêts économiques. En vain. Le laboratoire vétérinaire central de Weybridge a rendu publique une étude comparative en "double aveugle" menée sur 316 veaux nés de mères malades et saines entre septembre 1988 et avril 1989. Elle montre que le risque de transmission de l'agent de l'ESB d'une mère malade à son veau est de 10 %. Si l'on ne connaît pas encore le mode de transmission de l'agent pathogène (*in utero*, lors du vêlage, ou après la naissance), si l'on ne peut dire comment la contamination se fait (par le sang, le lait ou le pâturage), ces données nouvelles accroissent l'inquiétude quant à un risque de transmission à l'homme. Une véritable catastrophe économique, qui oblige les instances britanniques et communautaires à durcir les pro-



**Le lait de vache va-t-il rejoindre la cervelle, la moelle épinière et les abats sur la liste des produits bovins interdits à la vente ?**

## La malédiction de la vache folle

grammes d'abattage et d'embargo. Ces mesures ne suffiront pas à tranquilliser les consommateurs. Risquent-ils d'être contaminés par le lait (une controverse fait rage à ce sujet), les cosmétiques, les produits dérivés ? Que fait la Communauté européenne pour les rassurer ? On est frappé par le décalage entre la période où l'étude britannique a été réalisée et sa date de parution. La Communauté dispose peut-être d'études semblables, qu'elle hésite à révéler. Il serait grand temps qu'elle prenne, dans la plus grande clarté, des mesures de surveillance des cheptels bovin, caprin et ovin, et de leurs produits dérivés. Pourquoi n'a-t-elle pas lancé le grand programme de recherche scientifique sur l'ESB qu'on attend toujours ? Ces mesures, associées à une stricte remise en ordre des filières nationales de production, sont seules susceptibles de restaurer la confiance des consommateurs. Sinon, en France comme en Europe, ils risquent de se sentir floués, abandonnés par des politiciens et des technocrates irresponsables, qui auront provoqué une catastrophe épidémiologique infiniment plus dramatique que l'affaire du sang contaminé.

**S & V**



# SCIENCE & VIE

n° 948 • septembre 1996

1 rue du Colonel-Pierre-Avia

75503 Paris Cedex 15

Tél. : 1 46 48 48 48

Fax : 1 46 48 48 67

Recevez Science & Vie chez vous. Votre bulletin d'abonnement se trouve p. 123. Vous pouvez commander les reliures de Science & Vie p. 33. Vous pouvez aussi vous abonner par minitel en tapant 3615 ABON.

Organigramme p. 140.

Encart abonnement jeté dans Science & Vie. Diffusion vente au numéro France métropolitaine.

Couverture : Halsman/AFP

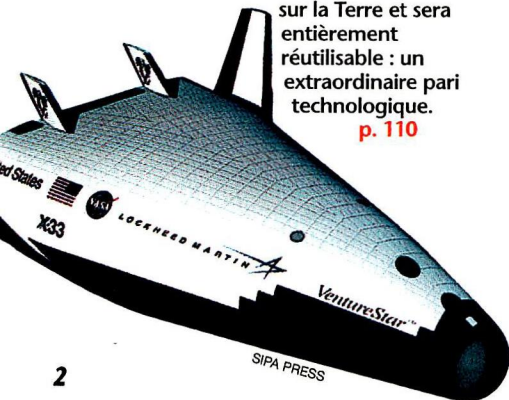
En fenêtre : DR - P. Plailly/Eurelios

■ Des chirurgiens qui opèrent en contrôlant leurs gestes sur un écran de télé, des patients qui souffrent moins et ne gardent que d'infimes cicatrices... La vidéochirurgie accomplit des prouesses. **p. 90**



A. TSIRAS/COSMOS

■ La navette spatiale du xxi<sup>e</sup> siècle reviendra intacte sur la Terre et sera entièrement réutilisable : un extraordinaire pari technologique. **p. 110**



SIPA PRESS

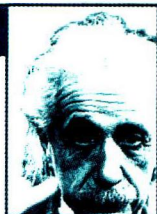
## ACTUALITÉ

- **recherche** ..... 4
- **environnement** ..... 20
- **technologie** ..... 26
- **médecine** ..... 34
- **balise** ..... 38
- Le temps des vendanges**
- **focus** ..... 40
- Les aéroports sous la menace**

## EN COUVERTURE

### L'INTELLIGENCE

La découverte de gènes mystérieux relance le débat inné-acquis **..60**



## CAHIER PHOTOS

Fleurs : les gènes de la beauté ..... **70**

## ENQUÊTE

Faut-il avoir peur des plombages ? ..... **98**

## HISTOIRES

YVES ROCARD, le "sourcier" de la science ..... **104**

## FUTURS

La communication entre le bien et le mal ..... **146**

Télétravail : une révolution en marche ..... **154**

► **c'est déjà demain !** ..... **158**



## RENDEZ-VOUS

|                       |                                       |     |
|-----------------------|---------------------------------------|-----|
| <b>quotidien</b> :    | Photo : un monstre de technologie     | 124 |
| <b>astronomie</b> :   | Lune : la deuxième disparition        | 128 |
| <b>l'expérience</b> : | Les enzymes jouent avec les molécules | 130 |
| <b>échecs</b> :       | La Voie lactée                        | 132 |
| <b>rétro</b> :        | Il y a 60 ans                         | 133 |
| <b>forum</b> :        | Folle ou pas, que mange la vache ?    | 134 |
| <b>médiathèque</b> :  | Ces bons vieux fossiles               | 138 |
| <b>internet</b> :     | La rentrée du Web                     | 144 |

## CE MOIS-CI

### EXOBILOGIE

|                       |    |
|-----------------------|----|
| La belle vie sur Mars | 46 |
|-----------------------|----|

### COSMOLOGIE

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Qu'y avait-il avant le big bang ? | 48 |
|-----------------------------------|----|

### SISMOLOGIE

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| La Haute-Savoie en tremble encore | 56 |
|-----------------------------------|----|

### SOCIÉTÉ

|                              |    |
|------------------------------|----|
| « La science est en danger » | 76 |
|------------------------------|----|

### ORNITHOLOGIE

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Comment le chant vient aux oiseaux | 80 |
|------------------------------------|----|

### POLÉMIQUE

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Les raisins de la caulerpe | 86 |
|----------------------------|----|

### CHIRURGIE

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Des opérations sans violence | 90 |
|------------------------------|----|

### ESPACE

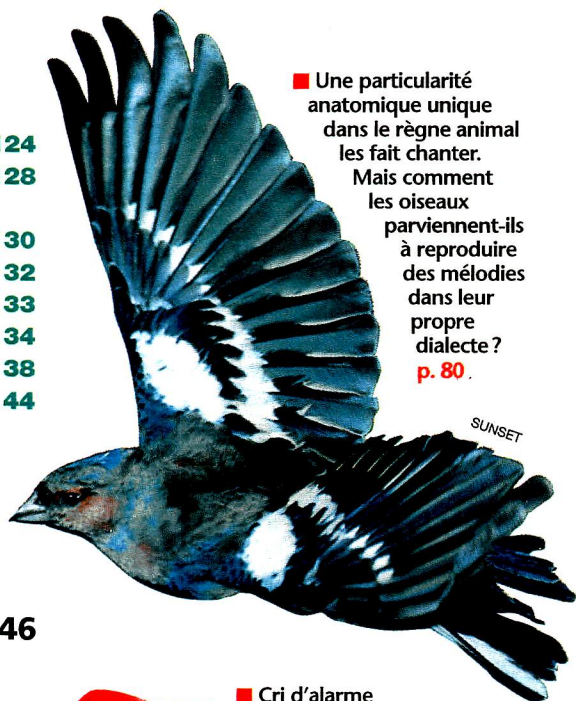
|                      |     |
|----------------------|-----|
| Un avion en orbite ! | 110 |
| Des fusées à la mer  | 114 |

### CONSOMMATION

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| La photo numérique est un peu floue | 116 |
|-------------------------------------|-----|

### ÉCLAIRAGE

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| La lumière à bon marché | 120 |
|-------------------------|-----|



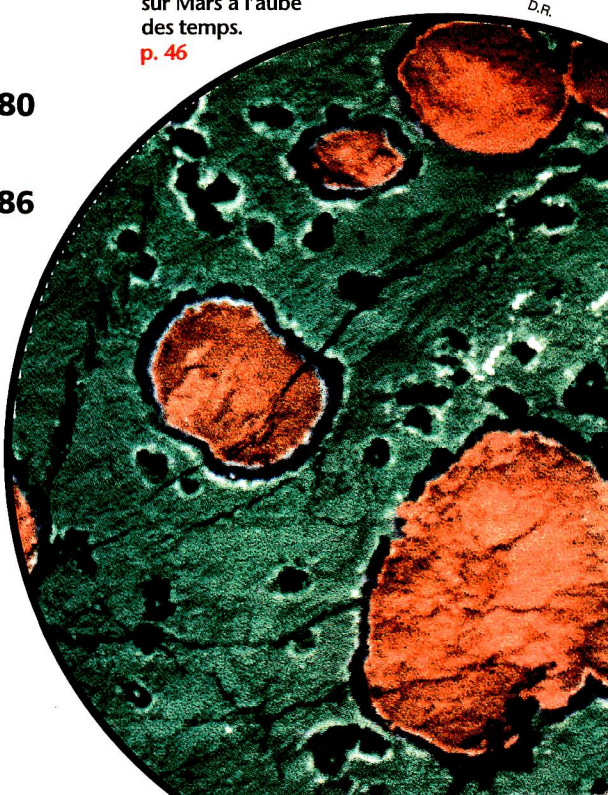
■ Une particularité anatomique unique dans le règne animal les fait chanter. Mais comment les oiseaux parviennent-ils à reproduire des mélodies dans leur propre dialecte ? p. 80.



FOTOGRAFIA  
STONE

■ Cri d'alarme d'un médecin français : les plombages au mercure seraient dangereux pour la santé. p. 98

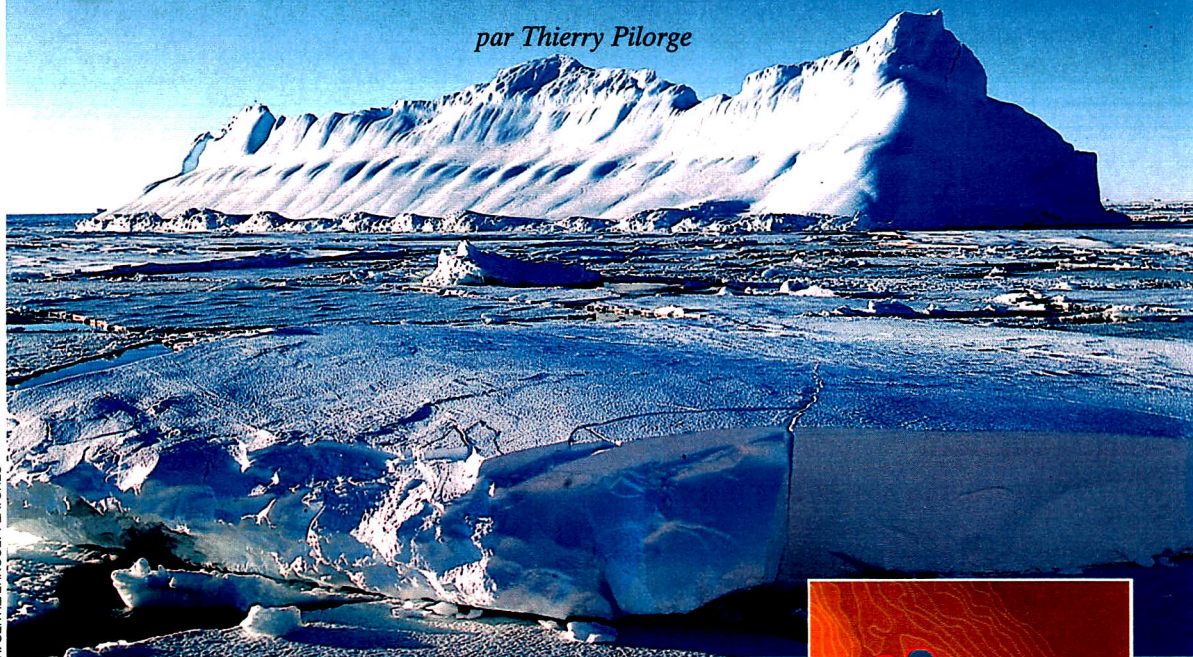
■ Une date dans l'histoire du monde : on vient d'acquiescer la preuve qu'une forme de vie s'est développée sur Mars à l'aube des temps. p. 46





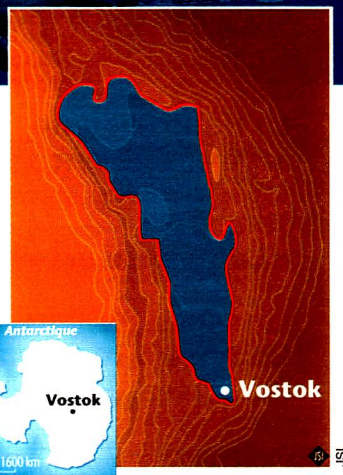
par Thierry Pilorge

R. SEITZ/ERNOUT FEATURES



## Un lac sauvé des glaces

**Un immense lac a été découvert au pôle Sud, sous la plus vieille glace du monde. Des formes de vie très anciennes pourraient y avoir trouvé refuge.**



**Sous 4 km de glace, un gigantesque lac qui, depuis un million d'années, protégerait des bactéries des changements climatiques.**

**D**es colonies très anciennes de micro-organismes pourraient avoir été préservées à l'est du continent austral, dans un gigantesque lac situé presque à la verticale de la station scientifique russe Vostok. Ce lac, qui contient vraisemblablement de l'eau douce, de la boue ou même des fluides très acides, couvre 14 000 km<sup>2</sup> et atteint par endroits la profondeur de 500 m. Il repose sur le socle rocheux

antarctique, sous une couche de glace de 4 km d'épaisseur. L'âge des premières strates de glace fluctuant autour de 500 000 ans, le lac lui-même aurait un million d'années.

Le lac Vostok fait partie d'un vaste réseau hydrologique comptant environ 70 plans d'eau dont on avait soupçonné l'existence en 1974, lors d'une campagne radar. C'est en 1993 que sa présence a été vérifiée grâce aux données du

satellite *ERS-1*. L'examen du relief de la calotte glaciaire montre en effet l'existence de grandes étendues plates qui correspondraient à des nappes d'eau profonde. Les enregistrements sismiques réalisés à la station Vostok depuis une quarantaine d'années confirment *a posteriori* leur existence. Ces lacs ne sont pas nécessairement gelés : le continent austral est chauffé par le flux géothermique émanant des couches pro-

fondes de la Terre. Et la couverture de glace l'isole des froids extrêmes qui règnent en surface.

La raréfaction des nutriments, les températures tout de même assez basses et les hautes pressions qui y règnent ne signifient pas



pour autant un environnement stérile. Des études microbiologiques menées à Vostok au cours de ces dernières années ont révélé la présence dans la glace de levures et d'actinomycètes, ainsi que d'algues unicellulaires. Des bactéries âgées de 200 000 ans ont aussi été trouvées à 2 400 m de profondeur. Ces organismes étaient viables et leur métabolisme a pu être réactivé.

Les créatures qui peuplent le lac Vostok, si elles existent, n'ont pas subi les changements climatiques auxquels ont été soumis les microbes qui nous entourent. Leur étude pourrait avoir des applications médicales ou industrielles dans le domaine des enzymes et des antibiotiques. Mais un danger les guette... Depuis trois ans, des carottes de glace sont prélevées à proximité de la station russe en vue d'étudier l'évolution du climat. Ces forages, qui déboucheront dans le lac, constituent un risque de contamination pour ce milieu fermé. Le Scott Polar Research Institute de Cambridge, qui étudie les caractéristiques du lac (1), préconise l'arrêt des forages à 25 m au-dessus de celui-ci. Ils ont été stoppés à 250 m avec la suspension de la campagne pendant l'hiver austral, mais devraient reprendre dans quelques semaines. D'ici là, le Scientific Committee on Antarctic Research devrait avoir programmé le prélèvement, par des procédés "propres", d'échantillons d'eau et de sédiments du lac. I. B.

(1) *Nature*, vol. 381, 20 juin 1996.

## ÉTHOLOGIE

# De l'intérêt du cocufiage

**L**es oiseaux, même ceux réputés fidèles, trompent continuellement leur partenaire sans que l'on sache vraiment pourquoi.

Dennis Hasselquist et ses collègues de l'université de Lund, en Suède, viennent de montrer que les aventures extraconjugales de la femelle de la rousserolle turdoïde, *Acrocephalus arundinaceus*, garantissent une meilleure survie à ses jeunes. Cette survie, en effet, ne peut être assurée que par un "bon" mâle, ce qui est synonyme de vieux, puisqu'il a survécu à tous les dangers de la vie. Or les vieux mâles sont rares. La meilleure solution pour une femelle est alors de s'installer officiellement avec un jeune mâle... et de lui faire élever la progéniture

re qu'elle a eu d'un vieux.

A quoi reconnaît-elle un vieux mâle ? A son répertoire de chant, beaucoup plus étendu que celui des jeunes.

Ce n'est donc pas une sérénade que les mâles chantent, c'est un bon de garantie pour les jeunes dont ils pourraient être les pères. S. D.



La morale n'est pas sauve, mais la progéniture est gagnante.

FLIPSAUNSET

## GÉOPHYSIQUE

# LE RADAR QUI NE PERD PAS LE NORD

■ La France, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la Finlande, la Norvège et la Suède se sont associées pour construire un radar. Nommé EISCAT, il a été inauguré le 22 août dernier sur l'île de Svalbard, en Norvège, à 80° de latitude nord. Il délivrera une puissance de 500 kW en des impulsions de quelques microsecondes. Les "retours" de ces impulsions lui permettront de déduire

les paramètres du plasma ionosphérique (température des ions et des électrons, vitesse et densité des électrons, collisions entre ions et particules neutres). On espère également, grâce à ces données, mieux comprendre la connexion entre champ

magnétique terrestre et champ magnétique interplanétaire, ainsi que la circulation ionosphérique globale au-dessus du pôle. F. L.



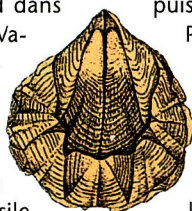
EISCAT



## PALÉONTOLOGIE

## Une balane pas banale

Une balane, petit crustacé marin conique qui vit fixé sur les coquillages, les rochers ou les coques de bateaux, vient d'être trouvée par 800 m de fond dans l'archipel des Vanuatu (anciennes Nouvelles-Hébrides). Particularité : être identique à une espèce fossile vivant il y a 25 millions d'années.



Baptisée *Waikalasma*,

elle est un témoin vivant de ce à quoi ressemblaient les balanes il y a plusieurs dizaines de millions d'années. Elle était connue comme fossile depuis 1983, lorsque le

Pr John Buckeridge (Unitec Institute of Technology, Auckland, Australie) la mit au jour en Nouvelle-Zélande. Elle

présente une forme de transition entre les balanes pédonculées qui vécurent



**Au cours du temps, les balanes ont progressivement perdu leur pédoncule. *Waikalasma* (ci-dessus et à gauche) est la seule forme intermédiaire encore vivante.**

jusqu'à la crise de la fin du secondaire (celle qui vit la disparition des dinosaures), il y a 65 millions d'années, et les balanes actuelles, sans pédoncule, qui n'apparaissent qu'après

cette crise. En effet, bien que dépourvue de pédoncule, *Waikalasma* possède deux cercles d'écailles vestiges de la "cotte de mailles" ancestrale, formée de plusieurs rangées concentriques, qui jadis enserrait l'appendice.

C'est le même Buckeridge qui vient d'identifier ce fossile vivant, récolté en 1994 lors d'une campagne océanographique du programme Musorstom, qui associe l'Orstom et le Muséum national d'histoire naturelle.

Trouvera-t-on un jour une forme vivante de balane pédonculée ? Ce n'est pas impossible, car, comme l'explique Philippe Bouchet, professeur au Muséum : « Les océans et, en particulier, les zones bathyales (entre 200 m et 2 000 m de fond) sont remplis d'une foule d'animaux à découvrir. » P. R.

## PHYSIQUE

## La sonoluminescence sous un nouveau jour

Lorsqu'un liquide est soumis à des vibrations intenses, des microbulles apparaissent : c'est ce qu'on appelle la cavitation. Ces microbulles ont une durée de vie éphémère ; en implosant, elles génèrent de la lumière : c'est la sonoluminescence. La cavitation est connue des armateurs en raison des

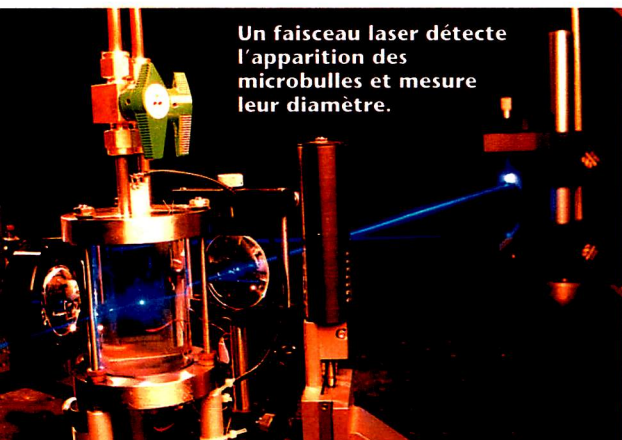
dommages qu'elle cause aux coques et aux hélices de bateaux. En laboratoire, elle est obtenue en soumettant de l'eau à des ultrasons d'une fréquence d'environ 25 kHz. Si l'émission de lumière qui en résulte est étrange en soi, elle le devient plus encore lorsque l'on mesure sa durée : environ 50 pico-

secondes ( $10^{-12}$  s) seulement. Une durée inférieure au temps nécessaire à un atome pour donner naissance à un photon. C'est donc un défi aux lois de la physique traditionnelle.

Le phénomène pourrait s'expliquer par les lois de l'optique non linéaire, où les processus de création de lumière peuvent être extrêmement rapides. En effet, en sonoluminescence, ce n'est pas un photon unique qui est émis à chaque implosion mais une véritable salve, alors que l'optique traditionnelle ne laisse même pas la chance à un atome d'émettre un seul photon. La sonoluminescence constitue donc un excellent terrain pour tester les modèles et les théories de l'optique non linéaire.

H.-P. P.

Un faisceau laser détecte l'apparition des microbulles et mesure leur diamètre.



E. KASHIRAPHO

**36 15**  
**SCV**

Questions / réponses  
à la rédaction  
(sous 24 ou 48 heures,  
selon complexité).



# 3 ARGUMENTS QUE MEME UN ENFANT DE 5 ANS PEUT COMPRENDRE.



**Tous les enfants vous le diront :** plus on tire fort sur l'élastique, plus le caillou fuse rapidement. Eh bien, votre future 806 2,1 L Turbo Diesel, c'est un peu le même principe. Son puissant moteur lui confère des reprises inégalées dans sa catégorie... Jugez plutôt : la 806 2,1 L TD passe de 0 à 100 km/h en 12,7 secondes à vide, ce qui est nettement moins que ses principales concurrentes, handicapées soit par un poids supérieur, soit par un moteur moins puissant. Que celui qui n'a jamais eu de soucis en doublant un camion en côte nous jette la première pierre !



**Ah ! La fluidité, le "moelleux" d'une bille** qui roule sur une terre bien damée ! Maintenant que vous avez légué toutes vos billes à votre fils, vous avez la 806 2,1 L TD pour retrouver ces délicieuses sensations. Grâce à son exceptionnel moteur, votre 806 vous offre un agrément de conduite unanimement salué grâce à son couple important, disponible sur une large

plage de régime. Et ce nouveau moteur a aussi permis l'installation de notre dernière génération de boîte de vitesses qui offre une précision optimale dans le passage des vitesses. En clair, vous conduisez fluide-fluide.



**A 120 km/h, devinez ce qui** fera le plus de bruit dans votre 806 2,1 L TD ?

C'est votre petit dernier en train de sucer sa totote ! La 806 2,1 L TD bénéficie en effet d'une insonorisation particulièrement efficace, à l'intérieur comme à l'extérieur. La 806, équipée du 2,1 L Turbo Diesel est sans doute le plus



## NOUVELLE MOTORISATION 2,1 L TURBO DIESEL

silencieux de tous les monospaces ! Le silence, le calme, la paix... N'est-ce pas un des plus grands luxes que l'homme d'aujourd'hui puisse s'offrir ? Et offrir à sa famille.

A 90 km/h en vitesse stabilisée : 6,1 litres aux 100 km ; à 120 km/h en vitesse stabilisée : 8,2 litres aux 100 km ; en parcours type urbain : 9 litres aux 100 km.

LA VOITURE QUE LES ENFANTS CONSEILLENT A LEURS PARENTS

**806**  
PEUGEOT

PEUGEOT, POUR QUE L'AUTOMOBILE SOIT TOUJOURS UN PLAISIR.



## BIOLOGIE

## La vache folle fait trembler moutons et singes

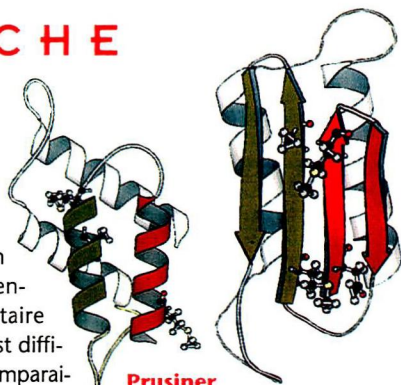
**L'**infection des bovins par des farines de viande et d'os doit se faire par un prion particulièrement apte à la transmission par voie orale. Ainsi, à l'institut de santé animale d'Edimbourg (Ecosse), l'un des six moutons à qui l'équipe de James Foster a fait consommer du broyat de cerveau d'une vache folle a "attrapé" le prion... bovin, et non l'un de ceux qui provoquent la tremblante du mouton.

Désormais, en France, chez les ovins, cette maladie est donc à déclaration obligatoire et les moutons atteints ne doivent plus être mis sur le marché. Il faut toutefois noter que la protéine du prion de la vache ne diffère de celle du mouton que par trois acides aminés. Cette similitude pourrait expliquer le franchissement de la barrière bovin-ovin. Ce qui pourrait nous rassurer. Mais, hélas, la barrière interespèces a aussi été franchie entre la vache et le singe, plus proche de l'homme !

C'est une certitude pour le passage par voie intracérébrale : des chercheurs du service de neurovirologie du CEA ont montré que les tissus cérébraux de trois macaques à qui ils avaient injecté des broyats de cervelle de "vaches folles" présentaient des lésions identiques à celles des onze britanniques officiellement morts de la

variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (vMCJ). L'ESB (encéphalopathie spongiforme bovine ou maladie de la vache folle) s'est probablement aussi transmise, cette fois par voie alimentaire, à un macaque rhésus acheté dans un zoo anglais en 1986 et mort "fou" au zoo de

Montpellier en juin 1992. L'enquête alimentaire rétrospective est difficile ; seule la comparaison des tissus du cerveau avec ceux des autres macaques et des malades atteints de la vMCJ pourra confirmer le soupçon. M.-L. M.



**Prusiner et Cohen ont reçu le prix d'honneur "Science pour l'art" 1996 pour leur modélisation de la protéine du prion (normale à gauche, déformée à droite)**

## HISTOIRE

## L'armure de la Pucelle ?

**U**n antiquaire parisien, Pierre de Souzy, prétend avoir retrouvé l'armure de Jeanne d'Arc (1412-1431). Sa taille (1,50 m), sa forme adaptée à une morphologie féminine, et des traces de coups corres-



PHOTOS  
O. JOBARD/SIPA PRESS



pondant à des blessures que reçut la Pucelle au cours de ses batailles, apportent de l'eau à son moulin.

En fait, s'il s'agit bien d'une armure fabriquée entre le <sup>xiv</sup> et le <sup>xvi</sup> siècle, on ne peut être aussi affirmatif et clamer que Jeanne la portait. Selon Philippe Fluzin, de l'université de technologie de Compiègne, en matière de métallurgie, aucune datation absolue n'est possible. On ne peut procéder que par comparaison, en essayant de situer la pièce à dater par rapport à un échantillonnage d'objets caractéristiques de différentes époques.

Un examen plus approfondi de cette armure est prévu pour le mois de septembre. V. R.

**La ressemblance est troublante, mais suffit-elle à faire de cette armure celle de Jeanne d'Arc ?**



Deux chiens gardent  
fermée notre bouteille.



( vous voilà prévenus )



**CAMPARI**



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ, À CONSOMMER AVEC MODÉRATION



## BIOLOGIE

## A l'origine de la vie...

**D**ans notre n° 935 (p. 58), nous annonçons (voir dessin ci-contre) la découverte, par une équipe de chercheurs montpelliérains, d'une "machinerie moléculaire" ayant permis la formation des toutes premières molécules prébiotiques. Par son fonctionnement continu, ce système très simple aurait progressivement construit les macromolécules nécessaires à l'apparition de l'aptitude à s'autorépliquer, considérée comme caractéristique du vivant. Le procédé devant faire l'objet d'une prise de brevet, Auguste Commey-

ras, directeur de l'équipe, n'avait pas révélé la nature du carburant indispensable au fonctionnement de la machinerie. Le secret vient d'être levé dans un article paru dans la *Lettre des sciences chimiques du CNRS* :

il s'agit du monoxyde d'azote (NO). A l'aide de ce carburant, les petites molécules simples qui existaient vraisemblablement dans l'eau des océans il y a 4 milliards d'années réagiraient ensemble pour don-

ner une autre molécule, dont le nom était également caché en août 1995 : le N-carboxyanhydride (NCA). A 25 °C et à pH 8 (censé être celui des océans primitifs), le NCA peut engendrer à la fois

des peptides (courts enchaînements d'acides aminés) et de l'ARN.

Pourquoi avoir déposé un brevet ? Le NCA intéresse particulièrement les industriels concernés par la synthèse de peptides. Connue depuis 1906, cette molécule était jusqu'à présent très difficile à fabriquer. La machinerie moléculaire prébiotique de Commeyras et son équipe permet de la produire beaucoup plus facilement, avec pour seuls rejets de l'eau, de l'azote et du gaz carbonique. Une synthèse simple et propre.

Ce système prébiotique – précurseur de la vie – est-il le fruit du hasard ou de la nécessité ? Selon Commeyras, compte tenu des conditions physico-chimiques qui régnaient sur Terre au commencement, « il était presque obligatoire que la vie apparaisse. Mais ces conditions étaient tellement étroites qu'il aurait suffi de très peu de chose, d'un grain de sable, pour qu'elle n'apparaisse pas ».



**Les deux secrets industriels de la fabrication de la vie viennent enfin d'être révélés.**

## ARCHÉOLOGIE

VISAS CULTURELS AU III<sup>e</sup> SIÈCLE

■ Encore une coup de pioche heureux ! Des ouvriers qui travaillaient à l'extension d'une route, à Lod, en Israël, ont trouvé cette superbe mosaïque de 10 m x 18 m. D'après les premières estimations, elle daterait du III<sup>e</sup> ou du IV<sup>e</sup> siècle.

A en juger par ses animaux, exotiques pour la région – notamment des éléphants et d'autres espèces d'Afrique du Nord –, les spécialistes pensent que la mosaïque a dû être élaborée, au moins en partie, par des étudiants étrangers.







# Vous avez peut-être mieux à faire que passer votre temps à calculer combien vous devez mettre de côté ?

## Pour épargner sans y penser, Eparfix de la Caisse d'Epargne.

A moins d'être passionné par les chiffres, peu de gens prennent plaisir à calculer régulièrement combien ils doivent épargner. Voilà pourquoi la Caisse d'Epargne a inventé Eparfix, un des nombreux avantages de Satellis Essentiel.

Avec Eparfix vous disposez d'un moyen simple et pratique de faire fructifier votre argent courant, même sur une courte période. Deux possibilités s'offrent à vous. Soit, chaque mois, à la même date, la somme de votre choix est virée automatiquement de votre compte-chèques sur votre compte d'épargne. Soit ce virement n'est

effectué qu'au delà d'un montant que vous aurez préalablement déterminé à une date fixée par vous.

En plus d'Eparfix, Satellis Essentiel offre les autres services indispensables à la gestion de votre argent courant : des moyens de paiements sûrs (Carte Bleue, chéquier) ; une autorisation de découvert dont le montant est déterminé avec vous. Et des services d'informations bancaires à distance (Télécurveuil, Phonécurveuil).

En résumé, Satellis Essentiel vous permet de gérer votre compte sans y penser. Pour en savoir plus, renseignez-vous dans votre agence Caisse d'Epargne ou sur le 3615 Caisse d'Epargne (1,29 F la minute).



# **CAISSE D'EPARGNE**



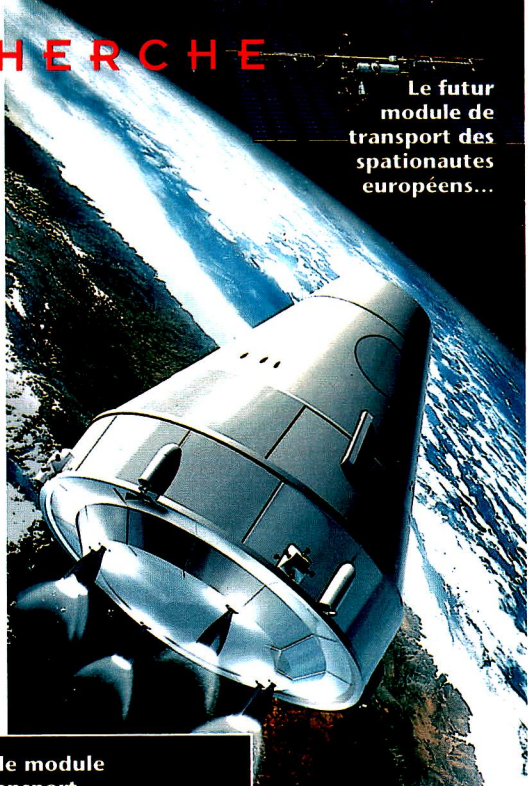
## ASTRONAUTIQUE

## La résurrection d'Hermès

**L**e projet de navette spatiale européenne *Hermès* renaît de ses cendres. L'idée de lancer une concurrente de la navette américaine avait, on s'en souvient, été abandonnée en 1993, à la suite de coupes claires dans le budget de l'Agence spatiale européenne (ESA). Toutefois, les études effectuées ne resteront pas totalement infructueuses. L'ESA tente en effet de réemployer en partie le fruit des recherches à la réalisation de deux capsules destinées à véhiculer hommes et matériel en direction de la future station spatiale internationale.

Ces capsules seraient lancées par Ariane 5. L'engin utilisé pour emporter des astronautes devrait être un module du type de ceux qui servirent aux missions Apollo. Le train d'atterrissage d'*Hermès* sera bien

sûr inutile, mais la section pressurisée et les systèmes de contrôle y auront leur place. La capsule-cargo, plus simple, sera télécommandée et... jetable. Elle servira en effet de poubelle à la station spatiale : une fois remplie des débris produits par les habitants de celle-ci, elle brûlera lors de sa rentrée dans l'atmosphère. Il y a déjà assez de débris dans l'espace!



Le futur module de transport des spationautes européens...

D. DUCROS/ESA



... et le module de transport du matériel.

## L'AUSTRALO-PITHÈQUE NOUVEAU

● Abel, l'australopithèque découvert au Tchad en janvier 1995 par l'équipe de Michel Brunet, de l'université de Poitiers, appartient à une espèce nouvelle, *Australopithecus bahrelghazali*, différente de celles trouvées jusqu'alors à l'est du Rift. Il ne s'agit donc pas d'un "émigrant", qui se serait retrouvé au Tchad à la suite de l'extension géographique de l'une des espèces déjà connues, comme l'espérait Yves Coppens. Sa théorie de l'East Side Story semble cette fois bien entamée.

## ASTROPHYSIQUE

## LES ROBOTS DÉFERLENT SUR MARS

■ Cet automne, pas moins de trois nouvelles sondes spatiales – deux américaines et une russe – vont s'élancer à l'assaut de la planète Mars. L'une d'elles, l'américaine *Mars Pathfinder*, emportera un petit véhicule tout-terrain de 30 cm de haut, qui ne pèse que 11 kg, baptisé *Sojourner*. Cet engin miniaturisé puisera son énergie dans le Soleil grâce à des cellules photoélectriques situées sur son dos; la nuit, il "hibernerait".

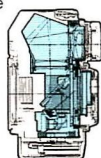
Chaque jour, il se déplacera de quelques mètres à la surface de Mars, pour analyser, à l'aide d'un petit bras mécanique, les pierres intéressantes qu'il rencontrera. Ce petit robot s'est préparé à sa randonnée dans l'Idaho, sur un terrain façonné il y a 15 000 ans par un gigantesque lac glaciaire qui présente d'étonnantes similitudes avec la région martienne d'*Ares Vallis* où il sera déposé. P. H.





Photo F. Giacobetti

# Objectif universalis



Avec le Contax AX, la révolution vient de l'intérieur. Quand les autres reflex poussent et tirent leur objectif pour effectuer la mise au point, lui, déplace sa chambre de visée : Contax invente l'autofocal™. Ici, tout l'autofocus s'intègre à la chambre reflex pour se déplacer d'un seul bloc. Pour la 1<sup>ère</sup> fois, un 24x36 combine la qualité d'une chambre grand format avec la rapidité de l'automatisme. Autre avantage, tous les objectifs et accessoires Contax créés depuis 21 ans sont compatibles et deviennent autofocus. Ce nouveau système assure ainsi

une mise au point ultra rapide sans oublier la fonction manuelle qui reste parfaitement accessible sans compromis optique ou mécanique.

Aujourd'hui, avec son capot en titane le nouveau Contax AX est sans conteste un reflex "pro" à part entière et pour longtemps.

**Carl Zeiss :**  
les prestigieux objectifs et  
accessoires deviennent aujourd'hui,  
grâce au Contax AX,  
compatibles donc autofocus !

Autofocal est une marque déposée par Kyocera Yashica France



**KYOCERA CORPORATION** - Optical Equipment Group :  
27 - 8, 6 chome Jingumae Shibuya-ku Tokyo 150, Japan.  
Tel : (03) 3797 - 4631 - Fax : (03) 3797 - 6921

**KYOCERA YASHICA FRANCE S.A. :**  
1, allée de l'Épervier - 93421 Villepinte Cedex  
Tel : (1) 49 63 89 74 - Fax : (1) 49 63 88 20

**CONTAX AX**

Les Grands Classiques sont toujours à l'Avant-Garde



(Communiqué)

## RENTÉE SCOLAIRE : COMMENT CHOISIR LA CALCULATRICE QUI CONVIENT ?



(Interview de M. Ferrant, Professeur de Mathématique  
par P. Navarre, représentant de Parents d'Elèves).

■ **PN** : De nos jours, la calculatrice fait partie des fournitures scolaires obligatoires et beaucoup de parents se demandent s'il faut en changer plusieurs fois durant la scolarité d'un élève ?

■ **MF** : Heureusement NON. Il faut cependant envisager d'en changer au moment du passage du collège vers le lycée où la calculatrice "programmable" est obligatoire.

■ **PN** : Les élèves souhaitent souvent acheter les "derniers modèles" sortis, ou la calculatrice la plus "puissante". Est-ce vraiment utile ?

■ **MF** : S'il n'est pas nécessaire d'avoir systématiquement le dernier modèle, il est par contre utile de profiter des nouvelles technologies qui rendent les calculatrices plus faciles à utiliser, plus performantes. Par exemple, le choix des fonctions au moyen "d'icônes" ou les écrans graphiques en couleur. Une machine trop puissante ne sera souvent utilisée qu'à 10 % de ses capacités. Par contre, il faut réfléchir qu'une calculatrice suffisante en seconde peut être moins performante pour les études supérieures.

■ **PN** : Les professeurs doivent-ils conseiller les élèves sur le choix d'une calculatrice ?

■ **MF** : Bien sûr. C'est même nécessaire si on souhaite travailler en groupe car il est important que le type de fonctionnement et le langage utilisés soient les mêmes pour toute la classe. Il ne faut pas oublier également que les "copains" sont d'excellents formateurs et qu'il est plus facile pour un élève d'utiliser une calculatrice dont la marque est très présente en milieu scolaire. On peut par exemple noter que près de 70 % des élèves français utilisent des graphiques de marque CASIO.

■ **PN** : Tout de même, compte tenu de la diversité, le choix d'une calculatrice paraît relativement difficile si l'on ne veut pas se tromper.

■ **MF** : C'est pour cette raison que nous avons collaboré avec plusieurs enseignants de l'Education Nationale à l'élaboration d'un guide pratique destiné aux parents et élèves.

Ce guide GRATUIT de 20 pages édité par NOBLET s'intitule "COMMENT CHOISIR UNE CALCULATRICE"

il répond aux questions que l'on doit se poser avant d'acheter la bonne calculatrice pour la bonne classe.

## MODÉLISATION

### Le joueur de tennis en équations

**A** lors que le tennisman néerlandais Krawinkel, le 7 juillet dernier, remportait le tournoi de Wimbledon, Gilles Montagne et son équipe du laboratoire "Mouvement et perception" (CNRS-Université de la Méditerranée) s'interrogeaient : que se passe-t-il dans le cerveau du joueur ?

Jusqu'ici, pour comprendre comment le cerveau appréhende des mouvements très rapides, comme ceux d'une balle de tennis, on avait le choix entre deux théories. La première, dite de la perception multiple, considère que le cerveau a recours à une multitude d'indices visuels variables pour anticiper la trajectoire de la balle. Ainsi, il évaluerait simultanément vers où

et à quelle vitesse se déplace la balle, à quelle distance elle se trouve de lui, etc. Selon la deuxième théorie, de la perception unique, le cerveau perçoit la situation de manière globale : pour le joueur il n'y a plus ni vitesse de la balle, ni direction du mouvement, mais un "tableau" de couleurs et de lumières (incluant la balle, le terrain, etc.) dont la configuration varie constamment.

Ces deux théories, réputées s'exclure comme l'huile et

l'eau, ne satisfaisaient pas les chercheurs. Ils ont donc fait appel à une troisième, dite de la "perception dirigée", qui les associe : le cerveau prendrait d'abord en compte plusieurs informations sur la trajectoire de la balle, puis en sélectionnerait une seule, considérée comme la plus appropriée.

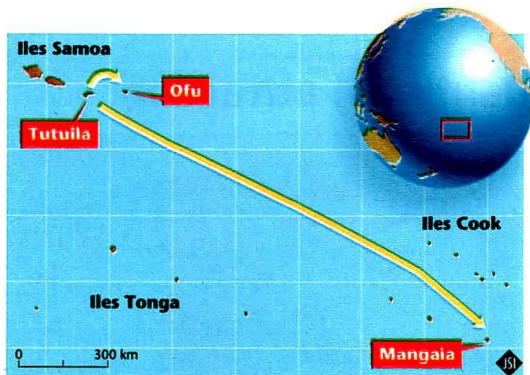
Pour tester cette théorie, Montagne et ses collègues ont élaboré une modélisation, qui, dans un premier temps, donnerait à un tennisman virtuel les moyens de bien se placer pour recevoir une balle tout aussi virtuelle. Il leur reste cependant à confronter leur modèle à la réalité de la perception humaine. R. I.

W. MORGAN/WESTLIGHT/COSMOS



La perception d'une balle de tennis en mouvement est un vrai casse-tête... pour les chercheurs.





## ANTHROPOLOGIE

# Les grands voyages des Polynésiens

**S**elon une théorie couramment admise, mais jamais prouvée, les Polynésiens auraient colonisé le Pacifique, il y a 3 000 ans, à partir d'îles situées au large de l'Asie du Sud-Est. De là, ils auraient gagné successivement, en canoë, les îles Tonga et Samoa, les îles Cook, Tahiti, Hawaï et enfin les îles de l'extrême est du Pacifique. Ils n'auraient ensuite plus bougé de leurs îles respectives jusqu'à aujourd'hui. C'est ainsi, selon les anthropologues, que s'expliqueraient les différences linguistiques et culturelles entre les sociétés polynésiennes de l'Ouest et de l'Est du Pacifique.

Tel n'est pas l'avis de Patrick Kirch (université de Californie) et de Marshall Weisler (université d'Otago, Nouvelle-Zélande). Selon eux – et en cela ils sont en accord avec la tradition orale polynésienne –, les contacts entre les différentes îles, même les plus lointaines, n'ont jamais cessé. Pour le démontrer, ils ont analysé, par la méthode de fluorescence aux rayons X à dispersion

d'énergie, la composition du basalte des outils utilisés par les Polynésiens, pour en localiser la provenance.

C'est ainsi que des herminettes, vieilles de 1 600 à 3 000 ans, trouvées sur Ofu, provenaient de Tutuila, distante de plus de 100 km. Et que d'autres, âgées de 1 000 ans, découvertes à Mangaia, étaient aussi originaires de Tutuila, située à 1 600 km ! Quand la science confirme le mythe... P. R.

## UN NOUVEAU NÉANDERTALIEN

● **La calotte crânienne d'un homme de Neandertal a été découverte à Arthenac (Charente-Maritime), au milieu de milliers de silex et de restes de mammifères herbivores.**  
**Le Pr Bernard Vandermeersch espère pouvoir reconstituer son anatomie et comprendre comment il vivait.**

**QUI ECOUTER ?  
QUI CROIRE ?  
QUE CHOISIR ?**

**GRATUIT\***

Guide de 20 pages couleur avec conseils et réponses à toutes les questions que l'on doit se poser pour faire le bon choix.

**COMMENT CHOISIR UNE CALCULATRICE**

EDITIONS NOBLET

\* Pour obtenir votre guide

**"COMMENT CHOISIR UNE CALCULATRICE"**  
il suffit de le demander.

Dans les magasins : partout où l'on vend des calculatrices.  
 Par Minitel : au 36.15 CLUB CASIO.

Par courrier : à NOBLET / GUIDE CASIO  
 1 boulevard Charles de Gaulle - 92707 Colombes Cedex,  
 en indiquant vos nom et adresse.

Demandez-le tout de suite, il est totalement gratuit.

**CASIO**

**LA BONNE CALCULATRICE POUR LA BONNE CLASSE**



## LA SCIENCE EN FÊTE

● L'édition 1996 de La science en fête, manifestation organisée dans toute la France à l'initiative du ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, aura lieu les 11, 12 et 13 octobre. Le 12 octobre, pour observer l'éclipse partielle de Soleil, on pourra notamment avoir accès à des centaines de lieux d'observation.

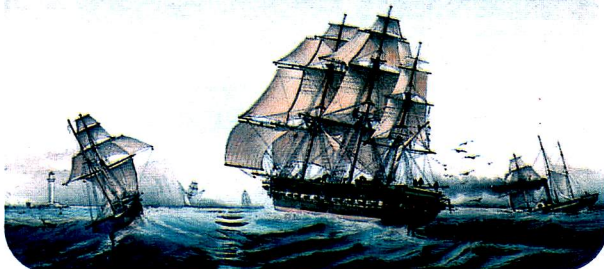
## PHYSIQUE

### Fatale (et quantique) attraction

**L**es navires du XIX<sup>e</sup> siècle, par temps calme, étaient parfois irrémédiablement et tragiquement attirés les uns vers les autres.

Un chercheur hollandais, Sipko Boersma, est allé chercher une explication à ce mystérieux phénomène... dans la mécanique quantique. Selon lui, il présenterait une grande analogie avec les forces de Van der Waals, forces électriques faibles qui collent les atomes

**Les mouvements de ces bateaux sont-ils régis par des forces quantiques ?**



LITHO. DE LE BRETON/J. L. CHARMET

entre eux. Les atomes baignent en effet dans une "mer" de particules virtuelles (d'une durée de vie de  $10^{-23}$  s) qui s'agitent autour d'eux, créant ce que l'on appelle la pression de radiation. Les bateaux, de leur côté, sont constamment frappés par les vagues, dont ils absorbent l'énergie avant de la réémettre sous forme de vagues secondaires.

Revenons à la mécanique quantique. Entre deux atomes, se crée une sorte de zone abritée où

la pression de radiation est plus faible qu'aux alentours, ce qui a pour effet de les pousser vers leur *alter ego*. Le même principe serait donc responsable de l'attraction entre bateaux. La superposition de vagues secondaires émises par chaque navire peut aboutir à leur annihilation et, donc, à la création d'une zone de pression en énergie.

Si elle avait été connue à l'époque, la mécanique quantique aurait donc pu sauver bien des navigateurs. F. L.

## CALVITIE



**Des cheveux naturels et définitifs grâce aux techniques médicales les plus modernes.**

RENSEIGNEMENTS ET DOCUMENTATION SUR SIMPLE DEMANDE  
Tél. : (1) 53 83 79 79 - Fax : (1) 53 83 79 70 - 3617 INFO CHAUVÉ



Centre Médico-Chirurgical Franklin Roosevelt

49, avenue Franklin Roosevelt - 75008 Paris

## NUCLÉAIRE

### STOCKAGE CRITIQUÉ

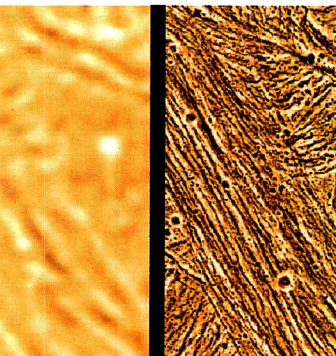
■ L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) ne pourra se contenter de recouvrir les 525 000 m<sup>3</sup> de déchets nucléaires du Centre de stockage de la Manche (CSM), à La Hague, et de les surveiller pendant 300 ans. Selon un

rapport approuvé par le gouvernement, le site présente des risques à long terme : il renferme, par endroits, des concentrations élevées en plutonium, et contient 27 000 t de plomb qui font encourir un risque de pollution chimique.



## GROS PLAN SUR GANYMÈDE

● En 1979, la sonde Voyager 2 avait photographié la surface de Ganyèmède, le plus gros satellite de Jupiter, avec une résolution de 1,3 km (ci-dessous, à g.). Malgré une avarie d'antenne limitant fortement la quantité de données transmissibles, Galileo a fait mieux. Le 10 juillet dernier, la sonde a envoyé des gros plans de Ganyèmède où les plus petits détails visibles mesurent 74 m (à dr.). Les astronomes ont vu confirmée l'image qu'ils se faisaient du satellite. Sa surface glacée est criblée de cratères et parcourue de failles. Seule découverte : l'existence d'une faible atmosphère de gaz ionisés et d'un champ magnétique dont les origines sont inconnues.



## PALÉOANTHROPOLOGIE

# Un jeune homme de 800 000 ans

Va-t-il ravir le titre de plus vieil Européen à l'homme fossile découvert en Espagne il y a presque un an dans la sierra de Atapuerca (*Science & Vie* n° 937, p. 6)? Tout est parti d'une calotte crânienne fragmentée en deux cents morceaux, trouvée par hasard lors des travaux de terrassement d'une route, près de la ville de Ceprano, dans le Latium, en Italie. Agé d'environ 800 000 ans – estimation établie d'après les couches géologiques environnantes –, son propriétaire se pose en sérieux rival de l'Espagnol, adjudé à 780 000 ans.

Une fois la calotte reconstituée, Antonio

Ascenzi, chercheur de l'Académie nationale des Lynx (l'équivalent de notre Académie des sciences), l'a attribuée à un *Homo erectus* "tardif", c'est-à-dire l'un des derniers représentants de l'espèce. Elle appartenait à un

homme adulte, mort entre 20 et 40 ans. Sa capacité crânienne devait être de 1 185 cm<sup>3</sup> – celle d'un *erectus* moyen était plutôt de 1 000 cm<sup>3</sup> –, chiffre peu éloigné des valeurs les plus basses qu'on trouve chez l'homme moderne (de l'ordre de 1 200 cm<sup>3</sup>). Selon les chercheurs italiens, cette découverte importante devrait permettre d'en savoir plus sur l'expansion en Europe d'*Homo erectus*.



**Ce crâne d'*Homo erectus* tardif découvert en Italie a été reconstitué à partir de 200 morceaux.**

## PHYSIQUE

# L'UNIVERS DANS UNE GOUTTE

● Les "cordes cosmiques" (voir *Science & Vie* n° 934, p. 69) auraient joué un rôle prédominant dans l'évolution cosmologique. Ces "défauts" topologiques seraient issus d'un changement d'état trop rapide (donc imparfait) de l'Univers, peu après le big bang. Ils viennent d'être reproduits en laboratoire par une équipe franco-britannique basée à Grenoble et à Lancaster. Les chercheurs ont utilisé de l'hélium 3 superfluide, c'est-à-dire refroidi à une température de 100 microkelvins. Ils l'ont

soumis à une irradiation ciblée de neutrons. Un petit volume de l'échantillon a alors subi une transition vers l'état normal (phase liquide et visqueuse). Lors du refroidissement, des îlots de phase normale entourés de tourbillons superfluides ont subsisté. Les chercheurs n'ont pas hésité à les comparer aux cordes cosmiques. Le nombre de tourbillons mesuré s'est d'ailleurs montré en parfait accord avec les prédictions théoriques issues du modèle de création de ces cordes. F. L.





100 milliards de degrés: c'est la température qui a été mesurée par ce détecteur Indra.

DESJARDIN

## PHYSIQUE

### Des atomes pour expliquer les étoiles

**L**a physique interstellai-  
re trouve parfois des  
explications dans l'infini-  
ment petit. C'est ce

qu'ont démontré des  
chercheurs du GANIL  
(Grand accélérateur natio-  
nal d'ions lourds), à Caen.

En propulsant les uns  
contre les autres des  
atomes à des vitesses très  
élevées, les chercheurs de  
la "collaboration Indra"  
(CEA, CNRS, plus quelques  
chercheurs étrangers) ont  
obtenu une température  
de l'ordre de 100 milliards  
de degrés. Cette chaleur a  
provoqué la vaporisation  
du liquide de Fermi du  
noyau (1) en un gaz de  
particules légères.

Si la vaporisation est un  
franc succès, si les tempé-  
ratures atteintes dépassent  
largement les limites ad-  
mises par la théorie (60  
milliards de degrés pour  
l'argon), les mécanismes  
de changement d'état de-  
meurent obscurs. Leur élu-  
cidation pourrait cepen-

dant jouer un rôle déter-  
minant dans la compré-  
hension de l'effondrement  
des étoiles (qui deviennent  
alors des supernovae). Elle  
pourrait aussi permettre de  
mieux comprendre les  
constituants de la matière  
et – pourquoi pas ? – de re-  
monter le temps...  
jusqu'au big bang. F. L.

(1) Des constituants du noyau,  
les fermions, en perpétuelle  
agitation, créent un continuum  
qui fait penser à un liquide.

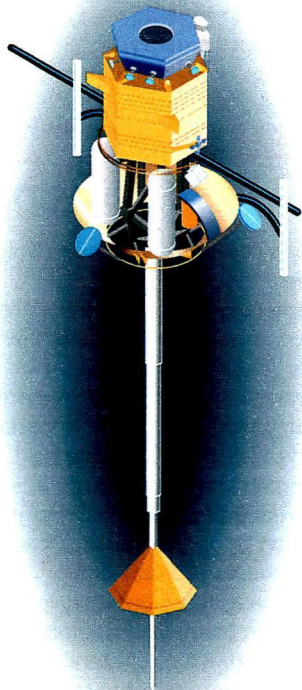
## IMAGE ET SCIENCE

● Lors des  
**13<sup>e</sup> Rencontres  
internationales  
de l'audiovisuel  
scientifique,**  
du 27 septembre  
au 13 octobre,  
une douzaine  
de manifestations  
se tiendront à Paris.  
Une centaine de  
musées français sont  
aussi associés à ces  
rencontres. Une  
occasion de dé-  
couvrir la recherche  
en images.  
Inscriptions et  
programme : CNRS  
Images/Média,  
tél. : (1) 49 60 41 20.

## ASTRONOMIE

### UN ŒIL ET UNE ANCRE POUR ROSETTA

■ La sonde européenne Rosetta, qui  
doit être lancée en 2003 à la  
rencontre de la comète Wirtanen  
a bien failli se trouver privée de  
caméra en avril dernier, faute de  
crédits allemands. Des  
membres de l'Agence spatiale  
européenne, au premier rang  
desquels l'Espagne, ont  
finalement décidé d'allouer au  
projet une rallonge d'environ  
50 millions de francs, afin  
qu'une caméra scientifique soit  
embarquée. Simultanément, la  
forme définitive du module  
Champollion, qui doit se poser  
sur la comète, a été adoptée. Il  
sera doté d'une pointe  
télescopique qui se plantera  
dans le sol de glace au moment  
de l'atterrissage pour l'empêcher  
de rebondir – la gravité est  
en effet si faible qu'on peut  
craindre que le contact ne renvoie  
Champollion dans l'espace. P. H.



JSI

● Ont collaboré  
à cette rubrique :  
Isabelle  
Bourdial,  
Stéphane  
Durand, Philippe  
Henarejos,  
Roman Ikonicoff,  
Fabrice Laurent,  
Marie-Laure  
Moinet, Henri-  
Pierre Penel,  
Véronique  
Rochewsky et  
Pierre Rossion.





TECHNICIEN  
DU SPORT



Si vous promettez de ne pas vous laisser aller  
sur le "Big-Gras-Chicken",  
Technicien du Sport et adidas vous emmènent  
au marathon de New York.

**GAGNEZ AVEC LES MARQUES**

**Pour gagner une semaine à NEW YORK et  
assister au Marathon**

(cadeau d'une valeur de 20 000F), rendez-vous du 3 au 28 septembre dans un Technicien du Sport affichant l'opération (liste 3615 TECSPORT 1,29 F la minute), remplissez un bulletin de participation et déposez-le dans l'urne de votre magasin. Et surtout découvrez GALAXY, une chaussure de running adidas pour route et sous-bois, avec renforts synthétiques, intercalaire EVA, insert adiPRENE au talon et semelle équipée du système "Torsion"...

**adidas**

Jeu loterie sans obligation d'achat, tirage au sort le 14 octobre.  
Règlement complet sur demande à Technicien du Sport,  
Z.A.C. des Plans, 38600 FONTAINE.



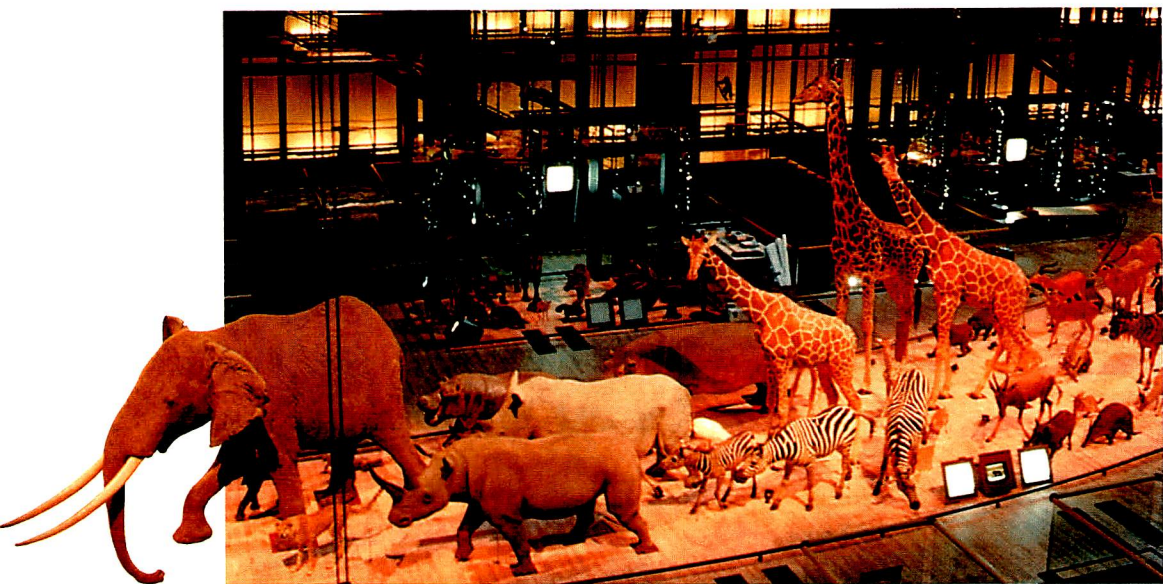
TECHNICIEN  
DU SPORT



# ACTUALITÉ

## ENVIRONNEMENT

par Didier Dubrana



F. LE DIASCORIM/PHOTO

## Biodiversité : des hauts et des bas

Les extinctions massives qui ponctuent l'histoire de la Terre seraient un moteur de l'évolution des espèces.

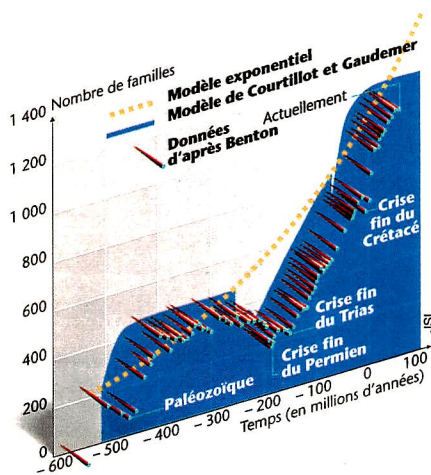
L'évolution des espèces soulève de nombreuses questions, notamment celle de savoir

comment la biodiversité (le nombre de familles qui cohabitent sur Terre) a fluctué dans le temps. Se-

lon l'une des théories les plus répandues, développée par le paléontologue britannique M. J. Benton,

« la biodiversité a connu une croissance exponentielle continue (voir la courbe ci-contre). Il n'y aurait eu aucune période de stabilité du nombre de familles, et les extinctions massives (causées, par exemple, par des changements climatiques) n'ont été que des incidents de parcours qui n'ont pas perturbé le cours de l'évolution. »

Faux ! rétorquent deux chercheurs de l'Institut de physique du globe de Paris, Yves Gaudemer et Vincent Courtillot, après avoir minutieusement épluché les données de M. J. Benton. « Il y a eu une redistribution des cartes de



Selon Courtillot et Gaudemer, la première étape, de - 500 millions à - 250 millions d'années, est caractérisée par une relative stabilité de la biodiversité. Elle se termine par une extinction massive : le nombre de familles chute à 250. Les deuxième (de - 250 millions à - 210 millions) et troisième étapes (de - 210 millions à - 63 millions) s'achèvent aussi par une crise d'extinctions. La dernière période va du Crétacé à nos jours. L'évolution ne s'est donc pas faite de façon exponentielle, mais de manière plus discontinue.



l'évolution après chaque grande crise (éruption volcanique, chute d'une météorite, etc.), explique Yves Gaudemer. L'évolution de la diversité biologique peut être décrite comme une succession de quatre périodes étalées sur 500 millions d'années, du Paléozoïque à nos jours. Chacune d'entre elles a vu la mort de centaines de familles. Or, loin d'être négatives, ces grandes extinctions s'avèrent bénéfiques pour l'évolution de la biodiversité, qui est repartie de plus belle à chaque fois (voir la courbe ci-contre). Aujourd'hui, l'évolution semble marquer une inflexion, annonçant peut-être un prochain niveau d'équilibre, comme à la fin du Paléozoïque. »

Pour les deux chercheurs, « les extinctions sont un véritable moteur pour l'évolution ; l'humanité n'aurait sans doute pas vu le jour sans elles ». L'époque que nous vivons semble proche d'un état d'équilibre où le nombre de familles pourrait atteindre un maximum, et resterait constant pendant des dizaines de millions d'années. A moins qu'un nouveau cataclysme ne redistribue les cartes de l'évolution... L'homme sera-t-il responsable de la prochaine catastrophe planétaire ?

## DÉCHETS

# Décharges hors la loi

**L**a plus grande décharge d'Europe est illégale : un millier de tonnes d'ordures ménagères provenant de la ville de Marseille sont déversées chaque jour à Entresen, sur un plateau clôturé par un simple grillage, où rongeurs et volatiles se disputent les immondices.

Moins de 2 % des décharges autorisées respectent la réglementation environnementale. Neuf sur dix ne récupèrent pas le biogaz issu de la décomposition biologique des déchets, principalement composé de deux gaz à effet de serre, le méthane et le dioxyde de carbone.

**La plus grande décharge d'Europe, près de Marseille.**



E. TSOHAEN/SIPA PRESS

Et 85 % d'entre elles n'effectuent ni contrôle de la qualité des eaux, ni captage, ni traitement des lixiviats – ces " jus d'or-

dures " qui suintent des déchets et qui polluent les eaux souterraines.

Tolérées jusqu'à présent par les communes qui les accueilleraient comme par les préfectures chargées de leur contrôle, les quelque 5 600 décharges sauvages (ainsi que les 1 200 décharges autorisées) sont désormais condamnées à disparaître. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) publie un guide méthodologique sur la résorption de ces sites, qui devront fermer... ou bien se mettre aux normes d'un prochain arrêté ministériel d'ici à 2002, date à laquelle ne seront plus enfouis que les déchets inertes et ultimes.

A. R.

## AUTOMOBILE

# LE PRIVÉ INVESTIT DANS L'ÉLECTRIQUE

■ L'Oréal est la première entreprise privée à avoir investi dans les voitures électriques. Sept AX Citroën électriques relient désormais ses différents sites de production en région parisienne. L'intérêt est surtout "écologique" : le prix de revient d'un véhicule électrique équivaut à celui d'une voiture thermique, grâce aux primes d'Etat accordées depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1995 pour l'achat d'un véhicule électrique.

V. R.

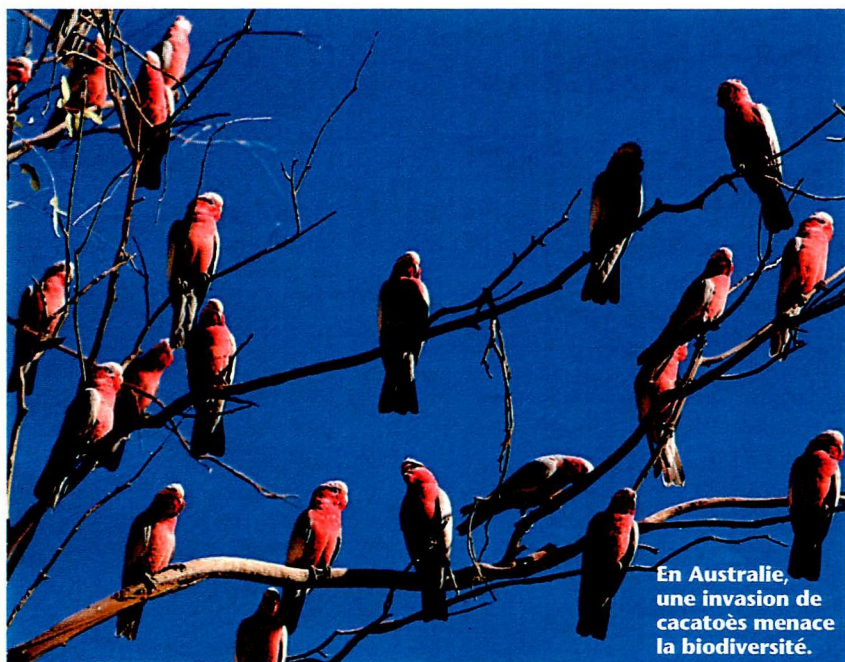


**36 15**  
**scv**

**Questions/réponses à la rédaction**

(sous 24 ou 48 heures, selon la complexité).





En Australie, une invasion de cacatoès menace la biodiversité.

R. IAN LLOYD/WESTLIGHT/COSMOS

## ORNITHOLOGIE

### Les dégâts du galah

**D**ans le Sud-Ouest de l'Australie, le galah, une sous-espèce de cacatoès, fait des ravages : il chasse les autres espèces (le carnaby, par exemple) et détruit leurs œufs pour construire son nid. Dans un récent rapport commandé par le gouvernement australien, les scientifiques précisent les motivations de l'envahisseur. Ce charmant oiseau au plumage rose et gris est victime de la déforestation, et il se réfugie sur les cours d'eau entourant les fermes et les abreuvoirs, loin de son habitat naturel. Le rapport souligne que les espèces autochtones, hors de leur territoire habituel, peuvent constituer un fléau aussi sérieux que les espèces exotiques...

Plus alarmantes encore que les conséquences de

ce désordre écologique en sont les causes. Depuis l'arrivée des Européens en Australie il y a deux siècles, 75 % de la forêt tropicale a disparu. Le rythme de

destruction est de 6 600 km<sup>2</sup> par an. La menace du cacatoès sur la biodiversité paraît donc bien dérisoire face à ces statistiques... V. R.

## AGRICULTURE

### Piège en herbe

**D**ans les régions agricoles, le ruissellement est responsable d'une large part de la pollution des rivières : la pluie entraîne directement vers les cours d'eau les pesticides fraîchement appliqués.

Il existe un moyen simple de limiter cette diffusion : la "bande enherbée". C'est ce que démontrent deux études – l'une menée dans le Gers par le service régio-

nal de Protection des végétaux, et l'autre conduite en Bretagne par l'Institut technique des céréales et des fourrages. Les techniciens ont disposé une simple bande d'herbe entre champs et cours d'eau, puis mesuré la concentration de l'eau de ruissellement en amont et en aval de celle-ci.

**Une bande d'herbe entre les cultures piège les pesticides.**

## AVIS DE PLUIES ACIDES

● Les pluies acides menacent toujours. La pollution soufrée d'origine terrestre aura diminué de 87 % dans quinze ans, mais les bateaux, eux, passent à travers les mailles du filet... Oublié par les textes de la réglementation internationale, le trafic maritime représente en effet à lui seul 7 % des émissions de soufre. Or, « il ne cesse de se développer », constate Jan Thompson, le président norvégien de la convention sur la Pollution aérienne transfrontalière : « D'ici à l'an 2000, les émissions de soufre risquent de doubler. »

Suffisamment large (12 m au minimum), la bande enherbée se révèle capable d'intercepter plus de 90 % des pesticides contenus dans l'eau de ruissellement. Les molécules piégées par l'herbe sont dégradées sans risque de diffusion vers le sol.

C. P.



SRP/É. BOURGOIN

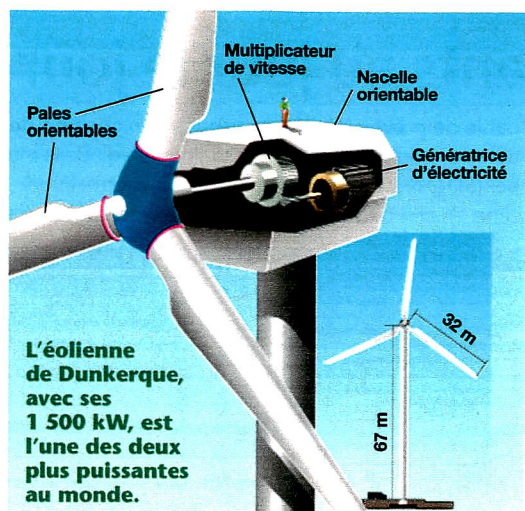


## ÉNERGIE

# La force d'Eole

**L**e dieu Eole revient hanter les plages de la mer du Nord. Au souffle rageur du vent va bientôt venir se mêler le vrombissement de trois pales de 32 m de long, tournant à 67 m de hauteur. La ville de Dunkerque se dote en effet d'un aérogénérateur – une éolienne – d'une puissance de 1 500 kW.

De fabrication allemande (70 % des constituants sont cependant d'origine française), celle-ci devrait voir le jour d'ici à la fin de l'année. Ce sera alors l'éolienne la plus puissante du monde avec celle



d'Emden, en Allemagne.

Destinée à suppléer le réseau électrique national pendant les pointes hivernales, cette forme d'énergie renouvelable connaît aujourd'hui un regain

d'intérêt en Europe. Le prix du kilowatt éolien devrait baisser de 40 % d'ici à dix ans si les installations se développent et si l'on en simplifie la machinerie.

F. L.

## KLAXON À ULTRASONS

● L'Association pour la protection des animaux sauvages met en vente (120 F) un avertisseur à ultrasons. Il émet, à partir de 50 km/h, des ultrasons de haute fréquence (18 000 Hz), inaudibles pour les humains mais terrifiant pour les animaux sauvages dans un rayon de 400 m. L'ASPAS espère ainsi enrayer l'hécatombe : 15 000 chevreuils, cerfs et sangliers sont tués chaque année sur les routes de France. Tél. : (16) 75 62 64 86.

## Plateforme Scientifique TI-92



4 ouvrages  
disponibles  
dès maintenant



2,23 Francs la minute

Ou demande d'information par fax (04)\* 93 22 22 98

TEXAS  
INSTRUMENTS



\* Nouvelle numérotation à 10 chiffres à compter du 18/10/96



## MODÉLISATION

## Les polluants au jour le jour

L'Institut national de l'environnement industriel et des risques expérimente un outil ca-

pable de prévoir l'évolution de la pollution urbaine ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , CO, benzène...), afin d'évaluer les

risques d'exposition des citoyens. Il s'agit de la modélisation informatique.

Quatre types de données

sont stockés et analysés simultanément sur un logiciel spécialisé : la topographie du site étudié (formes du terrain, y compris les constructions artificielles) ; les sources de pollution industrielle et celles liées aux transports ; les caractéristiques des polluants ; et, enfin, les conditions météorologiques. S'achemine-t-on vers un bulletin quotidien de la "météo des polluants" ?

F. Z.



Des capteurs pour mesurer la pollution urbaine, un logiciel pour prévoir son évolution.

W. STEVENS/GAMMA

## FAUNE

## Loup, ours : massacre autorisé

Vingt ans après avoir promulgué la grande loi de protection de la nature (1976), l'Etat français ne dispose toujours pas de textes juridiques cohérents garantissant la survie des grands carnivores (loup, ours, lynx) et de leurs milieux naturels. Dans un maquis confus de réglementations, certains vieux articles de loi du code des communes et du code rural, au titre de la police de la chasse, prévalent toujours contre des conceptions plus modernes de la protection des espèces...

Ainsi, si l'ours est un gibier "protégé", le plan-

tigrade peut toutefois devenir "bête fauve", ce qui signifie qu'il peut être détruit, dans certaines conditions, par les propriétaires terriens ou par les fermiers.

Cet archaïsme est encore plus grave pour le loup : 15 individus seulement vivent actuellement en France à l'état sauvage (400 en Italie). Cette espèce ne dispose d'aucune protection sérieuse : maires et préfets ont le droit de prendre des arrêtés autorisant des battues sur leurs territoires, et propriétaires et éleveurs peuvent s'abriter derrière le code rural pour l'éradiquer. Force est donc de

constater que les ennemis du loup disposent, avec la police de la chasse, d'un petit arsenal juridique ancien, certes, mais efficace...

Pourtant, la convention de Berne, signée par la France, l'oblige à prendre les mesures légales propres à assurer la conservation du loup. Mais les divers textes rédigés par les législateurs successifs entendent protéger des intérêts bien différents. Les carnivores sont donc aujourd'hui les grands perdants des confrontations juridiques, en raison du flou et de l'incohérence des lois régissant la chasse et la protection de la nature. R. G.

## À LOUER, VOITURE ÉLECTRIQUE

● La société Citer Eurodollar loue désormais des AX Citroën électriques.

Le véhicule est fourni avec un câble qui permet de recharger les batteries sur le secteur en douze heures environ. Elle peut également être rechargée sur l'une des trente bornes de recharge rapide mises en place dans Paris (dans les agences Citer et dans certaines stations-service). Pour encourager cette filière, le prix de location de l'AX électrique est inférieur d'environ 100 F à celui d'un véhicule à essence.



## ELEVAGE

# Les porcs n'aiment pas les châtaignes

Une situation géologique particulière peut engendrer des phénomènes électriques naturels, capables de perturber le comportement des animaux. C'est la conclusion de Pascal Tarits, chercheur en sciences de la Terre au

Centre national de la recherche scientifique de Brest, après qu'il a étudié le cas de l'élevage porcin de Penvern (Finistère).

Les animaux y présentaient des troubles du comportement (cannibalisme), même après la suppression de tous les facteurs d'inconfort connus (température, humidité, concentration des animaux...). Une étude du bâtiment révéla l'existence de perturbations électriques continues, persistant même après coupure de l'alimentation : les porcs prenaient des "châtaignes"

■ Ont collaboré à cette rubrique : Roland Guichard, Fabrice Laurent, Henri-Pierre Penel, Catherine Perrot, Anne Reber, Véronique Rochewsky, Frédéric Zinck.



G. J. NORMAN/FOTOGRAF-STONE

**Des cochons sous tension deviennent cannibales.**

à chaque fois qu'ils entraient en contact avec un élément métallique !

« L'eau circulant dans une roche poreuse peut être à l'origine d'un potentiel électrique, appelé potentiel d'électrofiltration », explique Pascal Tarits. L'étude du sol sur lequel est bâti l'élevage a révélé la présence de roches poreuses saturées en eau et de bancs très

résistants de grès-quartzite – un ensemble capable de générer et d'amplifier des phénomènes électriques. La solution : relier à la terre, à quelques mètres des bâtiments, toutes les parties métalliques de l'élevage. Le résultat semble concluant, puisque les porcs vivent maintenant avec sérénité leur courte existence. C. P. ■

## La Picardie, il y a 1000 raisons d'y revenir.

Raison N° 16

Hôtel de ville de St Quentin

Venez séjourner dans l'Aisne et partez à la chasse aux merveilles qui composent son patrimoine, dont un étonnant musée du papillon à St Quentin. La Picardie est si étonnante et si proche de vous, que vous êtes impatient de connaître les 999 autres raisons qui vous feront revenir. Téléphonez vite au : **22 91 10 15** ou écrivez à :

**La Picardie donne vie à toutes vos envies !**

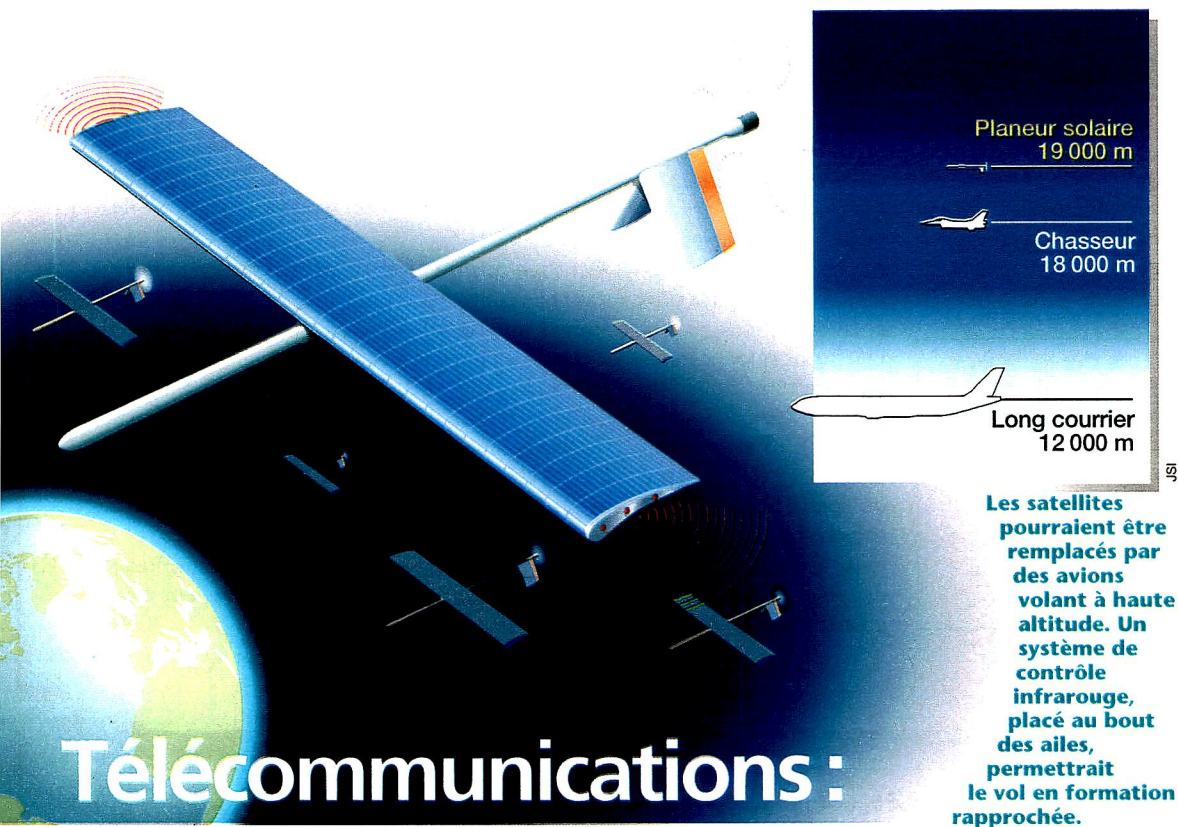


Comité Régional du Tourisme  
11, Mail Albert 1<sup>er</sup> - B.P. 2616  
80026 AMIENS Cedex



# ACTUALITÉ TECHNOLOGIE

par Germain Chambost



## Télécommunications : les avions messagers

**Des avions sans pilote équipés de cellules photovoltaïques pourraient remplacer les satellites de télécommunications. Un relais idéal pour les téléphones mobiles.**

Les résultats d'une étude effectuée par des chercheurs de l'université de Californie, aux Etats-Unis, montrent que, sur certains territoires, des avions volant à haute altitude pourraient remplacer les satellites. Un prototype a été réalisé, avec l'aide des ingénieurs de la

NASA (l'administration américaine de l'aéronautique et de l'espace) et de la société Rockwell International. Il s'agit d'un planeur solaire en matériaux composites qui ne pèse que quelque 70 kg, y compris la batterie, le moteur et la charge utile pour le relais de

télécommunications.

Constitués en véritables escadrilles et volant à très haute altitude durant des semaines – sinon des mois – sans se poser, largement au-dessus des appareils civils et militaires, ces avions tourneraient en rond sur la zone à desservir, à la vitesse de

165 km/h, et constitueraient un relais idéal pour les téléphones mobiles. Les cellules photovoltaïques fourniraient l'électricité nécessaire à l'alimentation d'un petit moteur de propulsion, de la charge utile (le relais) et des servitudes de bord. La batterie serait utilisée pour le vol de nuit. Le moteur n'a pas besoin d'être très puissant, ou de tourner à fort régime, car l'idée des chercheurs californiens est de faire voler leurs avions à la manière des oiseaux, c'est-à-dire en groupe, chacun se tenant



à proximité immédiate de son voisin et profitant du courant ascendant créé par l'aile de celui-ci dans son sillage. L'avion de tête, lui, ne bénéficiera pas de cet avantage ; il dépensera donc davantage d'énergie, car son moteur tournera plus vite, mais il sera remplacé par un autre avion toutes les deux ou trois heures.

Quant au vol en formation rapprochée, indispensable pour constituer un ensemble-relais conséquent par le nombre d'avions en jeu, il sera contrôlé par des capteurs infrarouges placés à l'arrière des ailes, qui détecteront tout rapprochement dangereux et transmettront l'information à l'avion suivant, afin de maintenir une distance sûre...

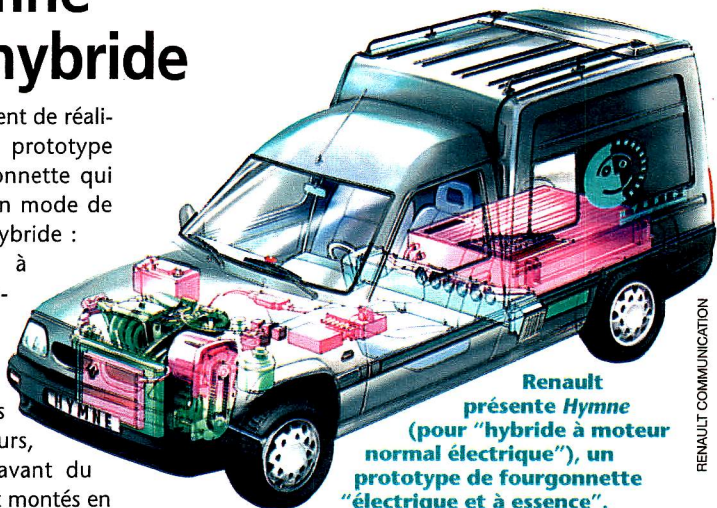
## AUTOBOMBE

# Hymne à l'hybride

**R**enault vient de réaliser le prototype d'une fourgonnette qui fonctionne en mode de propulsion hybride : un moteur à essence associé à un moteur électrique de 15 kW. Les deux moteurs, installés à l'avant du véhicule, sont montés en parallèle. Le conducteur peut ainsi choisir de faire fonctionner la fourgonnette, baptisée *Hymne* ("hybride à moteur normal électrique"), en mode hybride ou en mode élec-

trique seul. Dans ce second cas, l'autonomie est de 35 km, et la fourgonnette peut atteindre une vitesse de 125 km/h. En mode hybride, un cal-

culateur électronique adapte en permanence le mode de propulsion en fonction de la vitesse, des accélérations et du niveau de charge des batteries. Jusqu'à 60 km/h, *Hymne* fonctionne en mode électrique ; au-delà, le moteur thermique prend progressivement le relais, assurant au véhicule une autonomie de 600 km. Les batteries nickel-cadmium pèsent 235 kg. Disposées à l'arrière du véhicule sur le prototype, elles seront placées sous le véhicule pour les voitures de série, afin de ne pas empiéter sur le volume disponible dans la fourgonnette.



Renault présente Hymne (pour "hybride à moteur normal électrique"), un prototype de fourgonnette "électrique et à essence".

RENAULT COMMUNICATION

## HABITAT

# VENTILATEURS RÉDUITS AU SILENCE

■ Quel employé dans son atelier ou son bureau, quel citadin dans son immeuble n'a été importuné par le bruit lancinant d'une installation de ventilation ?

Le souffle qui se déclenche au rythme du régulateur a de quoi gâcher la vie... ou du moins les nuits ! Cet inconvénient va disparaître grâce au système antibruit actif que mettent au point les sociétés

Technofirst, d'Aubagne (Bouches-du-Rhône), et Aides Aéroligue, près de Lyon. Basé sur une licence que détient le Centre national de la recherche scientifique, le projet est soutenu par l'ANVAR (Agence nationale de valorisation de la recherche). Il consiste à capter le bruit émis par l'installation et à créer une onde acoustique de même fréquence,

mais en opposition de phase, qui neutralise le bruit importun. On obtient ainsi une atténuation de 20 décibels, dans la plage des fréquences comprises entre 125 et 250 hertz.

Un premier prototype a été fabriqué. Il s'agit maintenant de passer à la phase industrielle.



PHOTO X - TOUS DROITS RÉSERVÉS

**36 15**  
**SCV**

Questions / réponses  
à la rédaction  
(sous 24 ou 48 heures,  
selon complexité).



## NUTRITION

# Des pâtes, oui, mais enrichies au carbone 13 !

Comment suivre le parcours des pâtes que mange un individu à l'intérieur de son corps ? Comment savoir si les pâtes sont bien assimilées par l'organisme ? Comment préciser, en somme, leur effet sur la nutrition ? Jusqu'à présent, on ne savait rien faire de tout cela... Les nutritionnistes étaient dans l'incapacité d'apporter une réponse fiable, scientifiquement fondée, à cette (angoissante !) interrogation : oui ou non, les pâtes font-elles grossir ?

La société Danone et le Commissariat à l'énergie atomique (département d'écophysiologie végétale et de microbiologie de Cadarache) se sont associés pour éclaircir ces mystères.

Le CEA a tout simplement produit un blé "marqué" au carbone 13, un isotope stable, donc non radioactif. Ce blé contient dix fois sa teneur



PHOTOS X - TOUS DROITS RÉSERVÉS

**Le marquage du blé au carbone 13 permet de tout savoir sur la digestion des pâtes.**

naturelle en carbone 13. Celui-ci permet de suivre le parcours de la céréale et l'assimilation des pâtes

contenant du blé "marqué" grâce à des analyses de sang ou de l'air expiré par les personnes qui par-

ticipent à l'étude. On peut ainsi savoir si le glucose contenu dans les pâtes est stocké par l'organisme ou consommé par les tissus, sans risquer de le confondre avec les réserves de glucose de l'organisme lui-même.

A noter que les aliments enrichis au carbone 13 selon la méthode mise au point à Cadarache serviront aussi, en expérimentation clinique, à l'étude de certains problèmes de santé, comme ceux qui sont liés au diabète et à l'obésité.

## ORDINATEUR EN CAGE

● Ces robustes cages en acier sont destinées à protéger du vol les ordinateurs et autres équipements de bureau tels qu'imprimantes, télécopieurs, etc., tout en autorisant leur utilisation.

Les cages TOP-TEC de la société britannique Dalen sont fixées par des vis ou par des boulons au sol, au mur ou au bureau, l'équipement informatique étant enfermé à l'intérieur. Il ne peut être extrait qu'au moyen d'une clé de sécurité spéciale. Ces cages ont aussi l'avantage d'interdire le vol des processeurs, des circuits et des mémoires contenus dans les équipements, et de protéger ceux-ci des interventions intempestives. **G. M.**

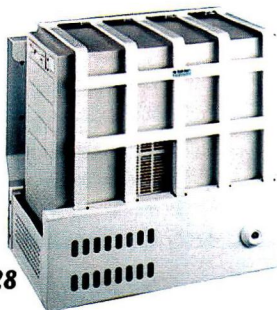


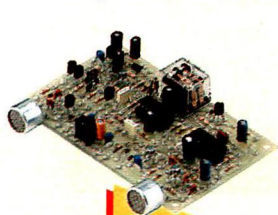
PHOTO X - TOUS DROITS RÉSERVÉS



# DÉCOUVREZ LE MONDE DE L'INNOVATION ÉLECTRONIQUE



58 pages  
de produits modélisme



196 pages  
de composants



22 pages  
de produits  
communication



24 pages  
pour l'auto et le vélo

96 pages  
d'applications  
domestiques



RECEVEZ, LE CATALOGUE  
DE L'ÉLECTRONIQUE 97  
**PLUS DE 600 PAGES !**  
PLUS DE 15 000 RÉFÉRENCES



38 pages  
d'appareils  
de mesure



76 pages  
de produits audio



44 pages  
d'informatique

32 pages  
de librairie  
technique



**POUR VOUS,  
UN ABONNEMENT GRATUIT  
AUX CATALOGUES CONRAD !**

- Applications domestiques • Modélisme
- Informatique • Télécommunication •
- Librairie technique • Composants • Audio
- Auto • Mesure ...

**UN CHOIX FABULEUX,  
DES PRIX EXTRAORDINAIRES !**



**29F**

REMBOURSÉS  
DÈS LA  
PREMIÈRE  
COMMANDE

## BON POUR UN AN D'ABONNEMENT GRATUIT AUX CATALOGUES CONRAD

A retourner à Conrad Electronic BP 78 - 59003 LILLE Cedex - Tél. 20.12.88.88  
Fax. 20.12.88.99 - Minitel 36 15 CONRAD votre mot de passe 57 W

☐ **OUI** Je désire recevoir le catalogue CONRAD ELECTRONIC 1997  
au prix de 29F (remboursés dès la première commande).

☐ Règlement par carte bancaire ☐ Règlement par chèque bancaire ci-joint

\_\_\_\_\_ Date d'expiration \_\_\_\_\_

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_ Signature : \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Code Postal \_\_\_\_\_ Tél \_\_\_\_\_



**36 15 CONRAD**  
votre mot de passe 57 W



## SÉCURITÉ

# Les mines font grise mine

**C**onçu en Grande-Bretagne, le MADZ (Moyen d'aide à la dépollution de zone) est un engin blindé équipé à l'avant d'un système à fléau tournant qui, en frappant le sol de ses chaînes, détruit les mines antichar et antipersonnel sur une bande de 3 m de largeur.

Deux modes de fonc-



L'engin blindé britannique MADZ démine en surface et en profondeur.

A. GEINAT

tionnement sont possibles : un mode tout-terrain, où le MADZ, semi-chenillé, se déplace à la

vitesse de 1 km linéaire à l'heure et frappe le sol sur une profondeur de 5 cm à 20 cm selon la nature

du terrain. Profondeur qui peut atteindre 90 cm en statique.

En mode "piste d'aviation", à 8 km linéaires à l'heure, l'engin utilise ses roues et projette ses chaînes à 1 cm au-dessus du sol afin de détruire les charges non enterrées.

## L'INVENTION DU MOIS

## LE MONDE ENTIER DANS UN ACCORDÉON

Passionné de musique, Vincent Levrey, de l'École

supérieure de création industrielle, a repensé l'accordéon, en mariant la tradition et la modernité. Ainsi est né Turbulence, un accordéon numérique léger, qui étend le champ des sonorités et des expressions musicales. Grâce à une carte numérique de 128 sons, tous les accordéons du monde sont rassemblés dans un seul instrument. D'une simple pression sur l'un des boutons du clavier chant, on est transporté à La Nouvelle-Orléans,

avec le son cajun à deux voix, ou dans le Paris du "Bal à Jo", avec les trilles musettes – ou encore en Argentine, avec le chant tragique du bandonéon...

Turbulence, c'est la rencontre de l'accordéon mécanique (il a gardé son bon vieux soufflet d'expression central) et du numérique (avec sa carte et ses deux résonateurs amplifiés).

La nouveauté n'entrave en rien le plaisir de jouer... L'inventeur cherche un fabricant-distributeur ; il est prêt aussi à céder des licences. G. M.



PHOTO X - TOUTS DROITS RÉSERVÉS

## FAÇADE ÉNERGÉTIQUE

● Un immeuble doté d'une façade qui lui fournit un tiers de l'énergie électrique dont il a besoin : c'est une réalisation de l'université de Northumbria (Grande-Bretagne). Grâce à 21 400 cellules photovoltaïques disposées sur le mur, ce bâtiment possède la plus grande façade photovoltaïque d'Europe. Elle peut produire 40 kilowatts.



30  
avec son  
CD-Rom  
[PC/Mac]

**Internet** va-t-il tuer le **CD-Rom** ?

Comment peut-on regarder un film de **cinéma** sur son **ordinateur** ?

Pourquoi les CD-Rom culturels sont-ils si souvent **nuls** ?

Comment devient-on **créateur de jeu** ?

Les logiciels **d'aide scolaire** font-ils vraiment faire des progrès ?

Que risquent les **enfants** sur Internet ?

Pourrez-vous **supporter** les nouveaux jeux **ultraviolents** ?

**Netscape Navigator** est-il encore le meilleur browser du monde ?

Comment savoir si votre micro-ordinateur a **un bon son** ?

Qui de Sony ou de Compaq peut réinventer l'ordinateur **familial** ?

La **photo numérique** remplacera-t-elle la bonne vieille pellicule argentique ?

Réponses le 11 septembre dans le **nouveau**

**SVM**  
**multimédia**  
L'explorateur des médias interactifs

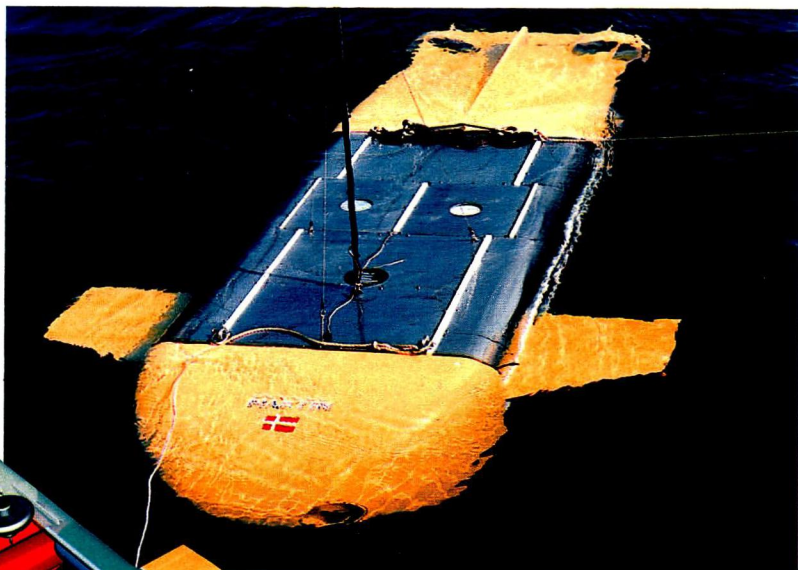


## SOUS-MARINS

## Marius, explorateur solitaire

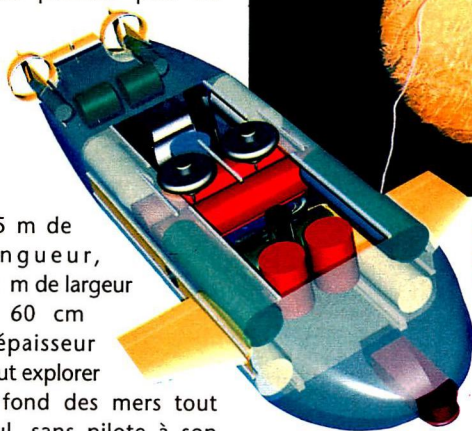
**M**arius est capable de plonger jusqu'à 600 m de profondeur dans la mer, et de s'y déplacer à la vitesse maximale de 9 km/h, sous l'action de deux hélices et de quatre propulseurs alimentés par une batterie.

Pesant un peu plus de 2,2 t, il emporte quelque 50 kg de charge utile. Ce gros poisson plat de



PHOTOS X - TOUS DROITS RÉSERVÉS

4,5 m de longueur, 1,1 m de largeur et 60 cm d'épaisseur peut explorer le fond des mers tout seul, sans pilote à son bord ! Grâce à son sonar, à un ensemble d'éléments acoustiques, à des instruments d'aide à la navigation et, surtout, à son système de gestion de mission. Ce sous-marin autonome a été



réalisé par un groupe de chercheurs danois, français et portugais. Il s'agissait de mettre au point un engin qui puisse effectuer des missions de surveillance le long des côtes, en pro-

**Marius, un petit sous-marin sans pilote à la fois danois, français et portugais, rapporte du fond des mers des données scientifiques et des films vidéo.**

fondeur, sans recourir à du personnel humain.

Le système de gestion de mission constitue le "cerveau" de Marius. Le plan de la mission de surveillance est transféré dans l'un des calculateurs de bord, le véhicule est mis à l'eau depuis un bateau, et, à partir de là, le sous-marin se

débrouille. Il calcule sa position, suit l'itinéraire qui lui a été fixé, recueille et transmet au bateau, en direct, des données sur la température, la pression, le pH, la teneur en oxygène, etc. Il effectue également des enregistrements vidéo et photographiques. La coordination s'effectue selon les séquences prévues. Grâce à son sonar, Marius peut contourner tous les obstacles. Son comportement sous l'eau s'apparente à celui d'un drone (avion de surveillance sans pilote) dans le ciel...

## ENSEIGNEMENT

## ÉTUDIANTS EN INTERNET

■ L'université d'Angers met en place, à la rentrée 1996, une nouvelle spécialité : "Informations stratégiques et innovation technologique". Elle formera des spécialistes capables de maîtriser le flux des données véhiculées

par Internet, dans le but de détecter et d'exploiter les informations les plus utiles au développement de l'innovation technologique au sein de l'entreprise. Renseignements par téléphone au (16) 41 36 57 51.

● A collaboré à cette rubrique : Gérard Morice



## BIOTECHNOLOGIES

# Cultures cellulaires sans risque d'infection

**P**our la première fois, on a utilisé des réactifs d'origine végétale à la place du sérum d'origine animale habituellement employé pour cultiver les cellules de mammifères. En raison de la menace de contamination des produits animaux par le prion, protéine infectieuse de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) dont on redoute la transmission à l'homme, cette innovation ouvre des perspectives biotechnologiques nouvelles, notamment pour la fabrication de vaccins, la fécondation artificielle et le déve-

loppement d'embryons (animaux ou humains).

Un biologiste français, Christian Rebière, a en effet isolé une molécule végétale qui déclenche la division cellulaire (mitose) de cellules de mammifères. Sa société, Bio Media, à Boussens (Haute-Garonne), a déjà fourni, à quelques clients de l'industrie pharmaceutique, un milieu de culture complet ne contenant aucune substance d'origine animale. Surnommé "Prolifix", il est plus efficace que le sérum de veau habituellement utilisé.

A. D.

## DES GANTS ANTIALLERGIQUES

● Près de 10 % du personnel hospitalier souffrirait d'allergies dues aux gants en latex naturel (issu de l'hévéa) utilisés pour les soins et les interventions. Allergies qui peuvent aller de la simple irritation nasale à la crise d'urticaire, voire, plus rarement, au choc anaphylactique.

Pour pallier ces inconvénients,

il existe aujourd'hui des gants en latex synthétique, fabriqué à partir de butadiène et d'acrylonitrile. Outre leurs qualités hygiéniques, ces gants antiallergiques présentent une résistance accrue à l'usure, aux produits chimiques, à l'allongement et à la déformation.



PHOTOS X - TOUTS DROITS RÉSERVÉS

**BON DE COMMANDE**  
à compléter et à retourner paiement joint à SCIENCE & VIE  
1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 PARIS cedex 15

**COLLECTIONNEZ  
LE SAVOIR  
AVEC  
LA RELIURE  
SCIENCE & VIE**

**OUI, je commande** ..... **reliure (\*) SCIENCE & VIE**  
**au prix de 95 francs - Etranger : 100 francs \*\*\***

• Je joins mon règlement de ..... francs à l'ordre de SCIENCE & VIE

NOM ..... Prénom .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL ..... VILLE .....

(\*) Chaque reliure est conçue pour classer 12 numéros. (\*\*) Dans la limite des stocks disponibles

OFFRE VALABLE JUSQU'À FIN 96 SV 948

Avec 3615 SELF \*\*\*  
(Remplacez les pointillés par votre code)

**Ouvrez  
VOTRE PROPRE  
SERVICE TELEMATIQUE  
en 10 Minutes**

Animez  
votre service  
3615 SELF \*\*\*  
sur 3614 CREATEL

**3615 SELF**

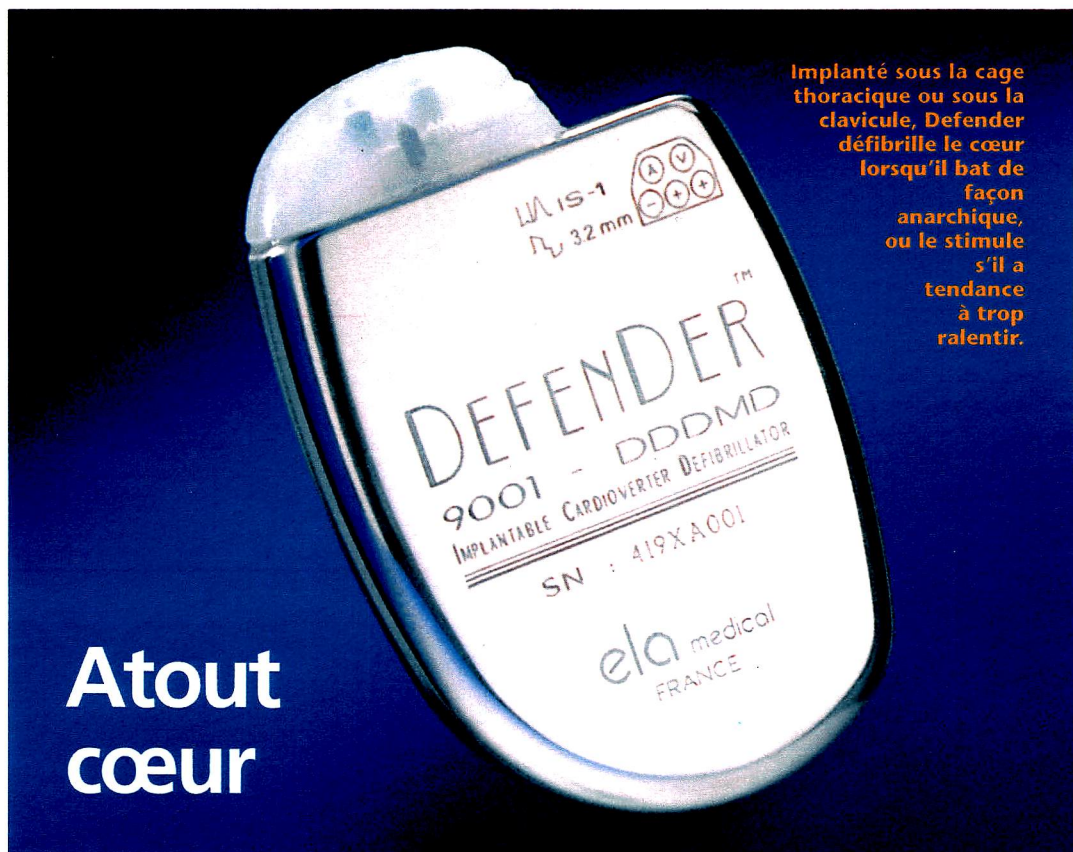
Excelsior Publications - 2,23 F TTC/Min

Les contenus de tous les services créés répondent à des règles de moralité sous la surveillance et la responsabilité de l'éditeur Excelsior Publications.



# ACTUALITÉ MÉDECINE

par Philippe Chambon



Implanté sous la cage thoracique ou sous la clavicule, Defender défibrille le cœur lorsqu'il bat de façon anarchique, ou le stimule s'il a tendance à trop ralentir.

## Atout cœur

### Une innovation française pourrait réduire de moitié la mortalité due aux perturbations du rythme cardiaque.

**C**haque année, 40 000 Français, malades du cœur, meurent subitement des suites d'une fibrillation ventriculaire, une désorganisation des contractions cardiaques. Et cela, malgré un traitement anti-arythmique. Or, une récente étude américaine montre que cette mortalité peut être réduite

de 55 % par l'implantation d'un défibrillateur. La France reste cependant réticente à l'usage de ce genre d'appareil, très coûteux (125 000 F HT environ) et non remboursé par la sécurité sociale. C'est pourquoi 300 exemplaires seulement ont été posés en 1995, contre 25 000 aux Etats-Unis.

Une innovation française va-t-elle faire évoluer cette situation ? Defender, développé par Ela, filiale du groupe Synthelabo, devrait inciter les responsables de la santé à changer d'avis. En effet, cet appareil, sans être plus cher que les modèles étrangers, présente deux avantages qui font toute

la différence : il détecte lui-même les rythmes anormaux, réduisant ainsi le nombre de chocs électriques, et, comme un pacemaker, il stimule oreillettes et ventricules lorsque les battements faiblissent. P. R.

**36 15**  
**SCV**

Questions / réponses  
à la rédaction  
(sous 24 ou 48 heures,  
selon complexité).



## LES ALCOOLIQUES MEURENT DU TABAC

● Une étude rétrospective sur les décès d'alcooliques dans un centre de désintoxication du Minnesota, montre que 50,9 % de ces morts sont liées au tabagisme (cancers, maladies cardio-vasculaires). Il semble donc nécessaire d'associer un traitement contre le tabagisme à la cure de désintoxication.

## PRÉVENTION

### Décevante vitamine A

Faut-il prendre de la vitamine A ou du  $\beta$ -carotène (précurseur de la vitamine A) pour éviter de développer un cancer ou une maladie cardio-vasculaire ? C'est inutile, selon deux enquêtes publiées dans le *New England Journal of Medicine*. L'une a porté sur 22 000 médecins américains suivis pendant douze ans, l'autre sur 18 000 fumeurs, anciens fumeurs ou travailleurs de l'amiante observés pendant quatre ans.

Les sujets étaient divisés en deux groupes. Le premier recevait une dose de vitamine A, le second un placebo. Non seulement les épidémiologistes n'ont pas constaté d'amélioration grâce à la vitamine, mais l'une des études révèle même une légère augmentation des cancers dans le groupe qui la recevait.

Si les suppléments de

**Pour réduire les risques de cancer ou de maladie cardiaque, mieux vaut un régime équilibré que la prise de vitamine A.**

vitamine A ne servent à rien, les médecins recommandent, en revanche, une alimentation variée et équilibrée, facteur incontesté de réduction des risques de cancer et de maladies cardio-vasculaires.



J. BURRESS  
SHUTTERSTOCK

## OBÉSITÉ

### Les gros n'auront plus faim

La lutte contre l'obésité bat son plein. Dernière piste en date, explorée par l'équipe de Christiane Rose (INSERM, Paris) : la cholécystokinine, un neurotransmetteur responsable, notamment, de la sensation de satiété éprouvée après un repas.

Les chercheurs se sont intéressés à l'enzyme responsable de la dégradation de cette molécule et ont réussi à en synthétiser un inhibiteur spécifique : la butabindide. L'administration de cette dernière aboutit à un prolongement de l'action biologique de la cholécystokinine, ce qui se traduit par une réduction de la prise alimentaire. Des

résultats concluants, obtenus chez le rat et la souris, pourraient entraîner la création de médicaments utiles au traitement des troubles de l'alimentation. F. Z.

**En prolongeant la sensation de satiété, l'administration de butabindide devrait aider à moins manger.**



S. MC KERNAN/  
PICTURE GROUP/  
COSMOS

## LE STRESS FAIT DU MAUVAIS SANG

● Le stress et certains traits de caractère affectent le taux de cholestérol dans le sang. Le taux de LDL, le "mauvais" cholestérol, augmente de 5 % chez des pilotes en période de stress, tandis que, dans une classe d'étudiants en médecine, les plus consciencieux et les plus travailleurs avaient un taux de "bon" cholestérol, le HDL, supérieur de 4 % à celui des autres.



## LA MALARIA MISE À MAL

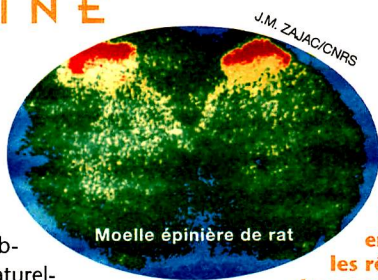
● Le simple usage d'une moustiquaire enduite d'insecticide peut réduire de 30 % la mortalité infantile due à la malaria, et de plus de 40 % le risque de développer une forme sévère de la maladie.

## ANTIDOULEUR

### Mieux que la morphine

Une équipe du CNRS de Toulouse, dirigée par Jean-Marie Zajac, vient de découvrir un antalgique qui, à moindres doses, a des effets plus durables que la morphine. Il s'agit

d'une substance naturelle, le neuropeptide FF (NPFF). Il se fixe sur des récepteurs spécifiques, au niveau de la moelle épinière, et induit la libéra-



En jaune et en rouge, les récepteurs du contrôle de la douleur sur lesquels agit le NPFF.

tion d'opioïdes endogènes (dérivés naturels de la morphine). Leur fixation sur les récepteurs du contrôle de la douleur (utilisés également par la morphine) déclencherait l'action analgésique. Le NPFF aurait donc un rôle dans la modulation de la perception de la douleur.

Des résultats concluants ont été obtenus chez le rat avec des analogues du NPFF. Plus résistants aux enzymes de dégradation que le NPFF naturel, ils agissent en outre plus longtemps.

F. Z.

## INFORMATIQUE

### CARTE SANTÉ

■ La traditionnelle feuille de soin des médecins sera-t-elle bientôt remplacée par cette carte à puce ? Le système Sésame est en cours d'expérimentation en Ile-et-Vilaine, où une centaine de professionnels de la santé participent à l'opération.



F. DURAND/SIPA

## SÉRODIAGNOSTIC

### Sida : dépistage par téléphone

Le premier test de dépistage à domicile du virus VIH est en vente aux Etats-Unis. L'utilisateur prélève une goutte de son sang, la dépose sur un support absorbant, puis l'envoie à un laboratoire agréé. Si le résultat est positif ou s'il n'est pas concluant, la personne est mise en communication téléphonique avec un conseiller qualifié. Si le test est négatif, le résultat est transmis par l'intermédiaire d'un répondeur.

Pour les autorités médicales françaises, cette démarche est inadmissible : le dépistage nécessi-

te un suivi. Elle est également inutile en France : le réseau des centres qui proposent des tests anonymes et gratuits suffit.

Ce test est néanmoins une bonne affaire pour le groupe Johnson & Johnson, chargé de sa commercialisation.

F. Z.

■ Ont collaboré à cette rubrique : Emmanuelle Eyles, Pierre Rossion et Frédéric Zinck.

## PLUS DE PIQÛRE CHEZ LE DENTISTE

● Le système 3M ADE permettrait de supprimer la douleur par électrostimulation neurologique transcutanée. Il remplacerait l'anesthésie par piqûre. L'appareil étant facile à utiliser, le patient peut régler lui-même l'intensité de la stimulation, au cours de l'intervention.



F. DURAND/SIPA



# CONTRE LA MUCOVISCIDOSE, LES VIRADES DE L'ESPOIR



**A** l'enfant qui vient de naître, la plus cruelle des maladies du souffle, la mucoviscidose, promet une vie de souffrances, un combat de chaque instant, tandis que s'amenuisent inexorablement ses facultés respiratoires. Que faire ? Comment l'aider, redonner l'espoir au malade et à ses parents ?

**E**t si l'on faisait une Virade de l'Espoir ? Pour collecter des fonds... L'idée de cette marche parrainée a fait son chemin en France. Elle a fait avancer la recherche, les soins ; et l'espérance de vie des enfants atteints de mucoviscidose a déjà gagné près de 10 ans ! Cette année, le dimanche 22 septembre, plus de cent quarante Virades de l'Espoir s'organisent en France. Pour connaître la plus proche de chez vous, pour marcher ou pour parrainer, appelez le (1) 40 78 91 91, ou tapez 36-15 MUCO \*.

## CHAQUE PAS EST UN JOUR GAGNÉ !



**Virade  
de l'espoir**



**DIMANCHE 22  
SEPTEMBRE**

# TENEZ BON LES ENFANTS !

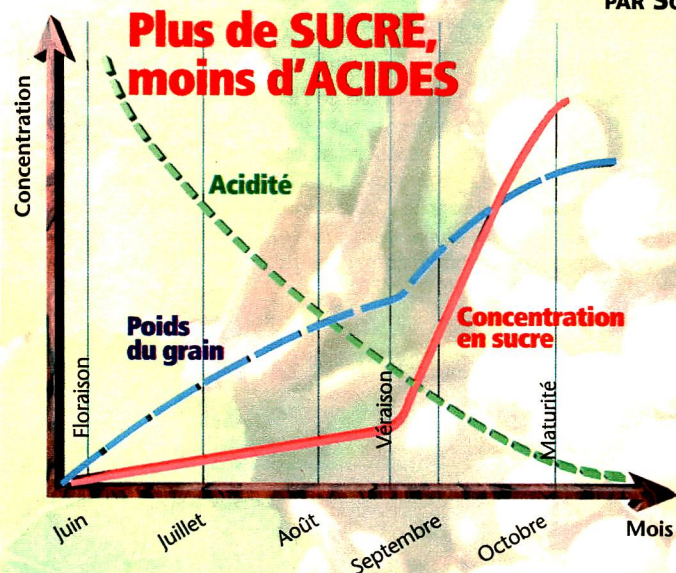
**Association Française de Lutte contre  
LA MUCOVISCIDOSE**



# Le temps des **VENDANGES**

■ A la fin de l'été, cent dix jours environ après la floraison de la vigne, commencent les vendanges. La viticulture française mise sur la qualité pour contrer la concurrence internationale et séduire des consommateurs de plus en plus exigeants.

PAR SONIA FEERTCHAK



## Les MALADIES qui menacent la récolte

**L'oïdium** blanchit les grains, qui finissent par éclater.



**Le mildiou** dessèche les grappes et attaque les feuilles.



**La pourriture grise** couvre les grains de poudre grise.



**Le black rot** dessèche le grain et le noircit.



La vigne peut être victime du climat, des virus, des bactéries... Mais les champignons sont les plus redoutables. Plus de dix traitements phytosanitaires sont parfois nécessaires pour les éliminer.

## Les constituants du RAISIN

### Eau

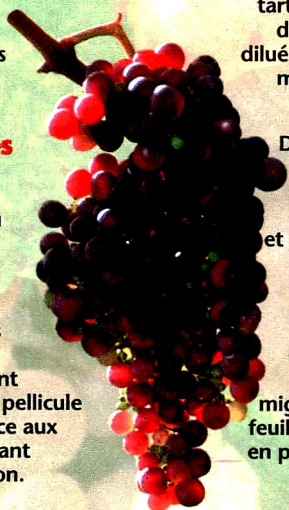
Elle s'accumule dans le grain, le fait grossir et en dilue les acides.

### Composés phénoliques

Anthocyanes et tanins donneront au vin rouge sa couleur.

### Arômes

Les molécules aromatiques (terpènes) sont libérées de la pellicule du raisin, grâce aux levures, pendant la fermentation.



### Acides

Acides malique et tartrique sont dégradés et dilués lors de la maturation.

### Hexanal

De mauvais goût, il provient des rafles et de la peau des grains pas mûrs.

### Sucres

Glucose et fructose migrent de la feuille au fruit, en passant par la sève.

## Les constituants du VIN

### Eau

Elle provient exclusivement de la pulpe du raisin.

### Alcools

L'éthanol (99 % des alcools du vin) atténue l'astringence et l'acidité. Le glycérol donne du "gras". D'autres alcools sont des supports d'arômes.

### Arômes

Primaires, ils sont issus du raisin, secondaires, de la fermentation, et tertiaires (bouquets), du vieillissement.



### Acides

Essentiellement de l'acide lactique (issu de la transformation de l'acide malique) et de l'acide acétique (synthétisé par des levures et des bactéries).

### Sucres

Selon qu'on a laissé la fermentation s'accomplir ou non, la concentration en sucre est plus ou moins forte.

### Polyphénols

Lors du vieillissement, les anthocyanes disparaissent au profit des tanins qui sont responsables de l'astringence du vin.



# Les grandes RÉGIONS VINICOLES

Production en 1995 et superficie des AOC (appellation d'origine contrôlée) et VDQS (vin de qualité supérieure)

Exportations 6,7 millions d'hectolitres (en 1995)



SOURCE : INSTITUT NATIONAL DES APPELLATIONS D'ORIGINE (INAO)

**Bordeaux**  
6 605 782 hl  
113 692 ha

**Sud-Ouest**  
1 514 601 hl  
29 641 ha

**Languedoc-Roussillon**  
2 471 755 hl  
66 787 ha

**Val de Loire**  
2 793 793 hl  
52 175 ha

**Champagne**  
2 146 106 hl  
30 659 ha

**Bourgogne**  
1 447 208 hl  
26 782 ha

**Vallée du Rhône**  
3 688 874 hl  
76 758 ha

**Beaujolais**  
1 317 702 hl  
21 885 ha

**Alsace**  
1 092 151 hl  
14 337 ha

**Jura/Savoie**  
227 219 hl  
4 283 ha

**Provence**  
1 051 066 hl  
23 478 ha

**Corse**  
92 874 hl  
2 694 ha

Importations 1 million d'hectolitres (en 1995)

**La PRODUCTION**  
(AOC et VDQS, en 1995)

24 576 530 hl  
463 730 ha



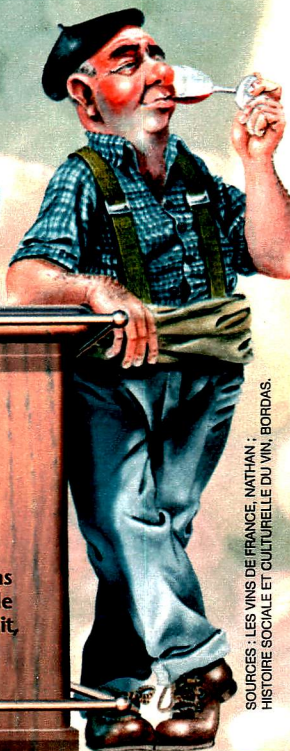
**La CONSOMMATION**  
(par habitant)



1935: 170 l  
1950: 150 l  
1975: 110 l  
1988: 85 l  
1992: 65 l  
1994: 62 l  
2021: 0 l

En volume, les Français boivent beaucoup moins qu'autrefois, mais ils consomment davantage de vins de qualité. Si la baisse actuelle se poursuivait, le dernier verre de vin serait bu en 2021.

Poulain

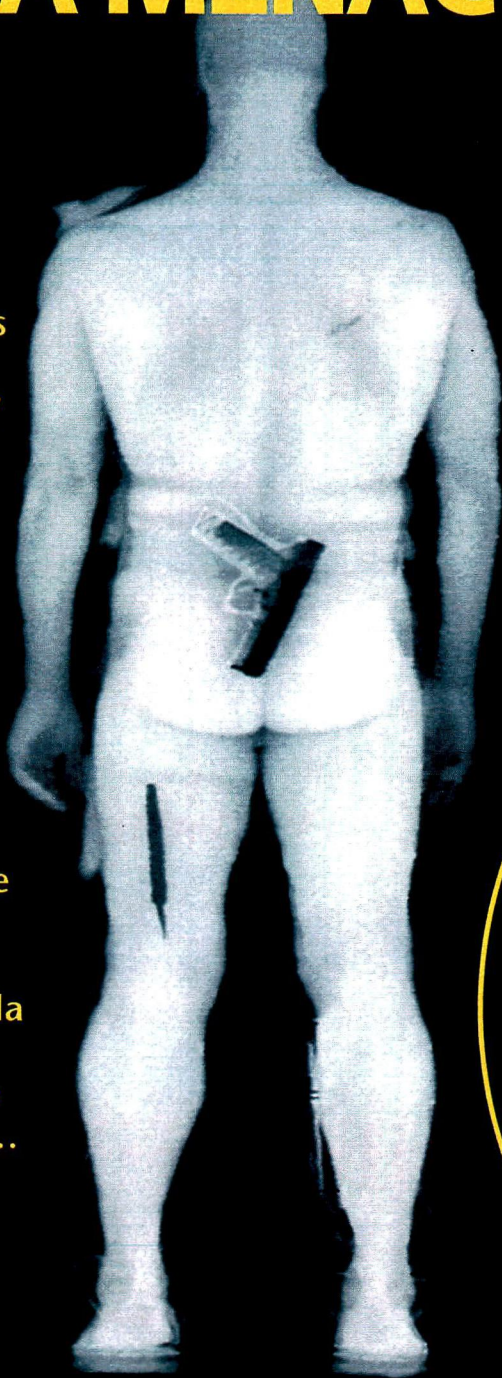


SOURCES : LES VINS DE FRANCE, NATHAN ; HISTOIRE SOCIALE ET CULTURELLE DU VIN, BORDAS.



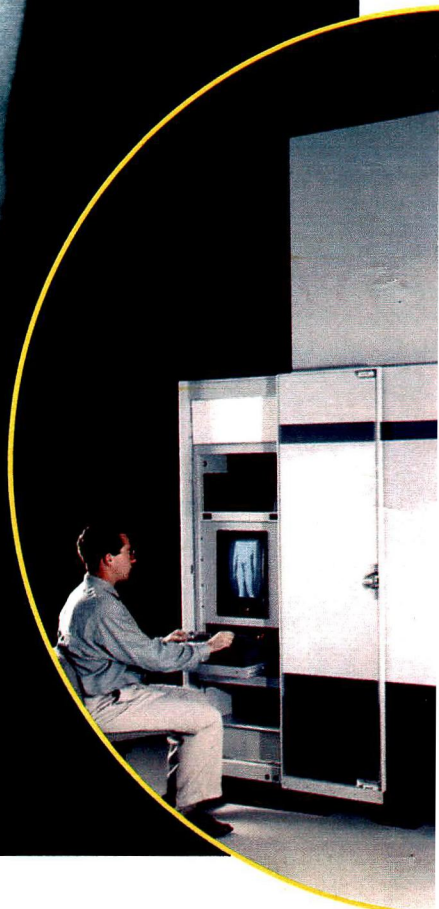
# Les aéroports sous LA MENACE

■ Les aéroports sont-ils bien surveillés? Le drame du Boeing qui a explosé en vol près de New York, en juillet dernier, soulève cruellement la question. Les systèmes de contrôle sont de plus en plus élaborés. Mais la technologie est aussi l'alliée des terroristes...



PAR **BERNARD MARCK**  
ET  
**HUGO MARCK**

PHOTOS X - TOUTS DROITS RÉSERVÉS





**E**n 1995, la société Aéroports de Paris (ADP) a enregistré, sur ses aéroports d'Orly et de Roissy-Charles-de-Gaulle, 55,1 millions de passagers, 558 000 mouvements d'avions commerciaux et traité 1,2 million de tonnes de fret et de poste. Comment assurer la sécurité parfaite de ces véritables ruches bourdonnant des activités les plus diverses ? La tâche paraît surhumaine. En règle générale, la question de la sécurité est taboue, confidentielle. On l'évoque un peu pour rassurer le public, mais pas trop afin de ne pas l'inquiéter inutilement et de ne pas fournir des informations "sensibles" aux terroristes potentiels. Comme nous le confiait récemment l'un des directeurs d'ADP, « nous nous efforçons de faciliter au maximum le déplacement des voyageurs, entre le moment où ils arrivent à l'aéroport et celui où ils le quittent. Nous ne tenons pas à ajouter aux angoisses de

certains d'entre eux – un sur quatre selon les statistiques – que tenaille la peur de l'avion ».

L'explosion en vol, à 80 km de New York, le 17 juillet dernier, du Boeing 747-100 de TWA, qui a provoqué la mort de 230 passagers, a cruellement rallumé la polémique autour des défaillances (technologiques ou humaines) des systèmes de sécurité des aéroports. Comment les terroristes s'y sont-ils pris pour introduire une bombe dans l'avion ? L'enquête le dira peut-être.

La bête noire des experts de la sécurité, c'est donc l'explosif. Pour désamorcer ce risque, ils misent sur la prévention, grâce au marquage – l'intégration dans les explosifs, par les fabricants, de matières volatiles identifiables par un détecteur de vapeur. Cependant, pour que cette précaution soit fiable, elle doit être universelle, ce qui n'est pas le cas si l'on considère le nombre d'Etats qui méritent l'étiquette de "terroristes". La mesure fait néanmoins partie de la liste des dispositions antiterroristes mises en œuvre par la dernière réunion du G7 (les sept pays les plus riches du monde). En outre, l'agence nationale de sécurité américaine demande l'interdiction des poudres sans fumée.

Malheureusement, le progrès se fait parfois l'imprévisible allié des terroristes. Il existe en effet des bombes à base d'explosif liquide (tel que la nitroglycérine "stabilisée") qui échappent aux contrôles scientifiques et au flair des chiens policiers. De même, lors du récent Salon de l'armement de Satory, une expérience a démontré que, si le dernier-né des pistolets en polymères – le



PHOTO X - TOUS DROITS RÉSERVÉS

## Un flair infatigable

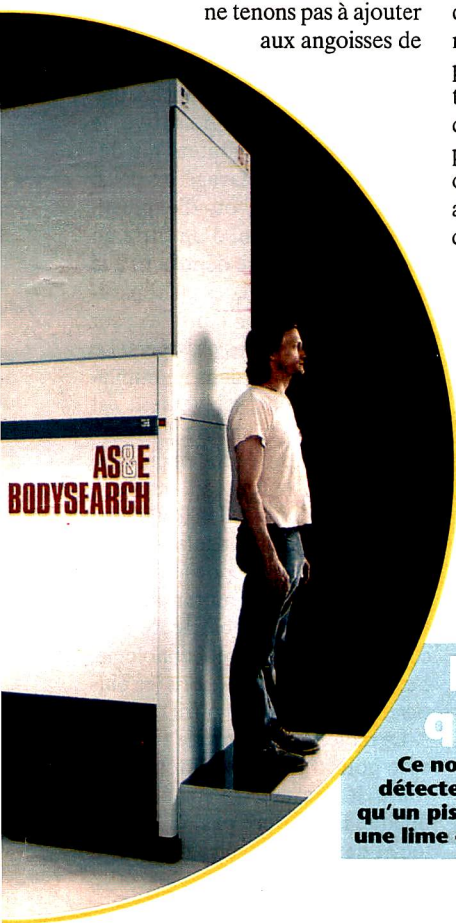
**Le lonscan "aspire" les microparticules – y compris, éventuellement, celles de drogue ou d'explosifs – déposées sur les bagages ou sur les passagers. Une analyse spectrométrique ultra-rapide du prélèvement lui permet de rendre son verdict en cinq secondes.**

Vektor 9 millimètres mis au point par la firme sud-africaine Denel – pouvait être détecté, il fallait néanmoins que la "sensibilité" des portiques soit maximale. Inquiétant ! Il semblerait que 90 % des explosifs soient détectables ; les 10 % restants appartiendraient à des catégories connues et employées seulement par les services secrets...

## RAYONS X ET CHAMP MAGNÉTIQUE

Des systèmes de sécurité, les passagers connaissent essentiellement les postes d'inspection-filtrage, dotés notamment d'équipements à rayons X qui permettent de contrôler visuellement le contenu des bagages. Près des salles d'embarquement, sont également en place des détecteurs de métaux, fixes ou portables, capables de vérifier la présence de masses métalliques dans les bagages ou sur les voyageurs.

Le portique détecteur de métal – deux panneaux verticaux surmontés de deux traverses en bois ou en matière synthétique – comprend, dans l'un des montants, un émetteur



## Plus rapide que la fouille

**Ce nouvel appareil à rayons X détecte aussi bien de la drogue qu'un pistolet en plastique, une lime ou des explosifs.**



■ ■ ■ de champ magnétique et, dans l'autre, un récepteur, tous deux constitués de bobinages de fil de cuivre. Ces derniers engendrent un champ magnétique qui s'étend dans un rayon de 15 cm autour de l'appareil. Attirées par les courants induits dans les masses métalliques, les lignes de flux engendrées par le champ magnétique se déforment. La distorsion est enregistrée par le bobinage récepteur. En analysant les variations des courants induits, le système parvient à distinguer avec précision les objets métalliques. Il peut ainsi discriminer un lingot d'or entier et des morceaux de lingot.

Quant aux appareils de contrôle par rayons X, ce sont des tunnels aux parois épaisses en tôle d'acier et garnis, à l'entrée et à la sortie, de rideaux plombés qui servent de protection au rayonnement. S'y ajoutent un système de convoyage à bande, le générateur de rayons X situé au-dessus du tunnel d'examen, un détecteur installé sous le tunnel, face au générateur, deux boutons poussoirs dits "coups de poing d'arrêt d'urgence", un tapis de retrait des bagages et un moniteur de télévision noir et blanc, éventuellement doublé d'un moniteur couleur.

## Toujours à l'affût

Aussi bon que les meilleurs détecteurs, le chien, toutefois, ne peut travailler 24 heures sur 24...



## CAISSONS CONTRE CAPSULES

■ Les caissons de décompression permettent de s'assurer qu'une bombe placée dans une valise ne sera pas activée par une capsule barométrique qui se dilatera au fil de l'ascension de l'avion et armera le détonateur. En effet, les terroristes pré-

fèrent souvent la capsule barométrique à la minuterie, qui peut être mise en défaut par un retard de l'appareil.

Le caisson de décompression permet donc de tromper la capsule et de faire exploser la bombe. Cependant, les terroristes ont trouvé la

parade : ils emploient la double capsule. La première se contente d'armer la seconde, seule à même de déclencher l'explosion. A quoi les responsables de la sécurité répliquent par un double passage dans la chambre de décompression. G. C.

A l'entrée du tunnel, le bagage franchit une barrière de rayons infrarouges qui enclenche l'émission de rayons X et le système d'acquisition de l'image. Le détecteur enregistre le degré d'opacité aux rayons, qui est fonction de la nature physicochimique de l'objet, de sa densité et de son épaisseur.

Un système de *scanning* analyse le bagage ligne par ligne, par tranches successives qui vont être reconstituées et stockées dans la mémoire du contrôleur pour fournir une image fixe au moniteur. Dans les systèmes les plus perfectionnés, l'opérateur peut "zoomer" et modifier les couleurs pour mettre certains objets en évidence.

Le dernier-né des appareils de sécurité – et le plus performant – a été inventé par Georges Charpak, prix Nobel de physique : il s'agit du Sycoscan, qui permet de passer au crible un conteneur d'avion, en moins de deux minutes, par simple balayage scanner. Ce portique géant peut avaler un poids lourd dans un tunnel d'examen et y déceler, sur un écran à haute définition, une aiguille dans une montagne de marchandises. A plus forte raison des armes, des explosifs ou des stupéfiants. Le camion ou le conteneur traverse un faisceau de rayons X de faible intensité. L'agent de sécurité peut effectuer des zooms et jouer sur les contrastes pour explorer la cargaison en profondeur.

Construit en 1990, opérationnel l'année suivante à Roissy-Charles-de-Gaulle, le Sycoscan – propriété

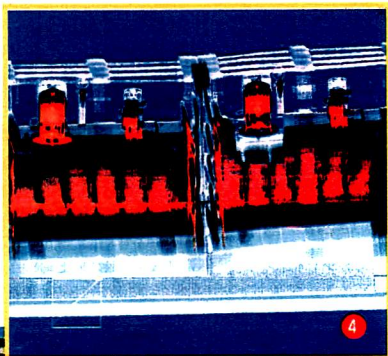
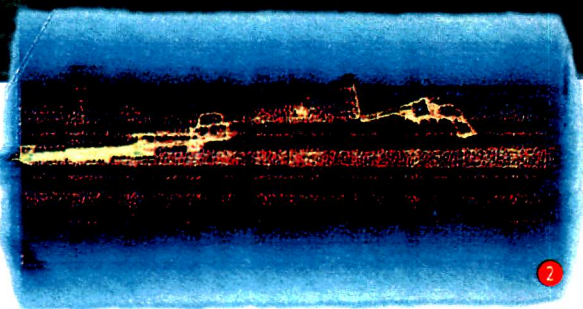
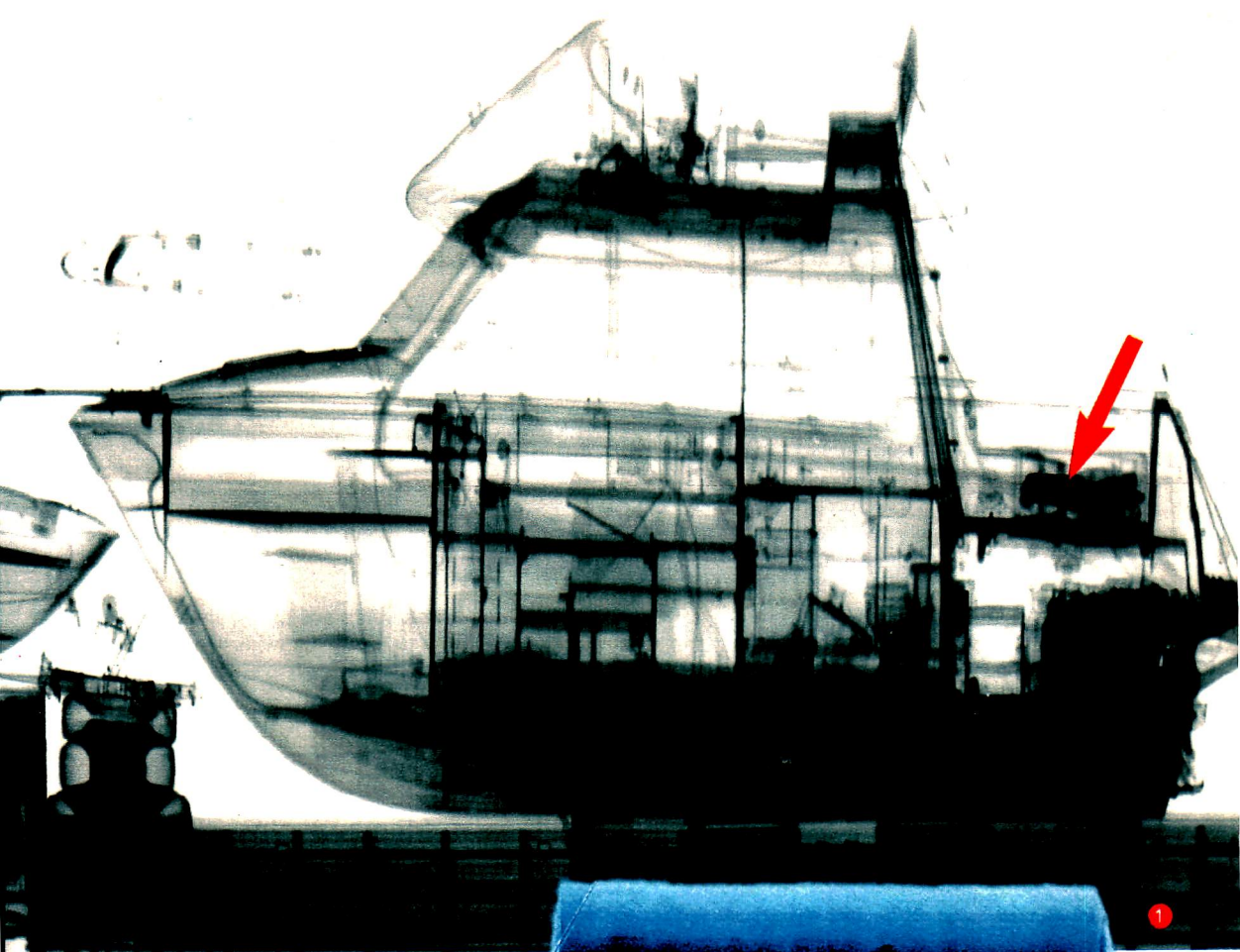
de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), en partenariat avec ADP – n'existe qu'à cinq exemplaires dans le monde, dont l'un équipe le tunnel sous la Manche. Son prix, 40 millions de francs (MF), et ses frais de fonctionnement annuel, évalués à 3 MF, peuvent paraître prohibitifs. En fait, selon ADP, ils sont largement compensés par les économies réalisées.

## DES "RENIFLEURS" DE POCHE POUR LES DOUANIERS

Les douaniers, en revanche, disposent de sa version portative, le Ionscan, sorte d'aspirateur qui détecte, par simple balayage, les poussières de drogue ou d'explosif. L'appareil est muni d'un filtre en papier sur lequel se déposent, à la suite de l'aspiration, les microparticules en suspension dans l'air, sur les bagages ou sur les passagers. Le filtre passe ensuite dans un minilaboratoire où, le prélèvement est analysé par spectrométrie. Le résultat s'affiche sur l'écran en cinq secondes. Mais le Ionscan, lui aussi, coûte cher – autour de 800 000 F – aussi une trentaine seulement de ces "renifleurs" de poche sont en service en France, notamment à Roissy. Bref, le problème de tous ces appareils de haute technologie, c'est que seuls les aéroports les plus riches pourront se les offrir.

La radioscopie se révèle très efficace pour traquer les détonateurs (dans la mesure où un élément opaque n'interfère pas) et les systèmes de mise à feu électro-





## Trafiquants et terroristes déjoués en quelques minutes

Qu'il s'agisse d'une statue de valeur cachée dans un bateau ❶ (flèche rouge), d'un fusil dissimulé dans une bobine de papier d'imprimerie ❷ ou de drogue ❸ transportée dans un conteneur ❹, rien n'échappe au Sycoscan, un détecteur à rayons X inventé par Georges Charpak, prix Nobel de physique. A noter que la dose de radiations émise n'est pas supérieure à celle reçue lors d'une radio des poumons. Un clandestin ne souffrira donc pas physiquement d'un passage dans l'appareil.



■ ■ ■ nique. Seul inconvénient : les terroristes et les trafiquants "noient" ces derniers dans d'autres composants (un transistor par exemple) parmi lesquels ils passent inaperçus.

La détection des vapeurs et des traces d'explosifs est de plus en plus efficace et rapide. Quant aux nouvelles techniques d'interrogation de la matière par bombardement neutronique et photonique, elles connaissent un développement rapide, ce qui laisse augurer l'apparition, avant la fin du siècle, de systèmes de détection automatique des engins explosifs.

## DES CAISSONS SIMULATEURS DE VOL

A Orly, des caissons de décompression sont utilisés pour venir à bout des explosifs réactifs à l'altitude (voir encadré page précédente). Les artificiers utilisent aussi un petit robot et... un jet d'eau pour déplacer les bagages ou les colis suspects et éventuellement provoquer leur explosion.

On signalera encore les thermographes, appareils onéreux dont l'emplacement demeure la plupart du temps secret. Ils "voient" les différences de chaleur : un pistolet n'a pas la même température que le corps... Citons encore les systèmes d'identification des personnes, à l'aide de badges infalsifiables qui font réagir des relais électro-

Il s

permettent de réduire le risque de voir des délinquants s'aventurer dans des zones "sensibles".

Les études portent aussi sur le renforcement des conteneurs par des matériaux de type Kevlar : ils doivent pouvoir supporter une explosion déclenchée par une charge de masse déterminée.

Enfin, il y a les chiens. La plus raffinée des technologies ne saurait se substituer au flair du chien ou au "nez" (à l'intuition) de l'homme. Les spécialistes affirment qu'«un renifleur à quatre pattes peut se révéler plus efficace et plus complet que le meilleur détecteur chimique». Mais le chien, comme l'homme, se fatigue : il faut alors le remplacer...

Si l'efficacité des matériels atteint un haut de degré de sophistication, la sensibilisation des per-

## CODE-BARRES ANTI-ATTENTAT

■ L'une des préoccupations des responsables de la sécurité est de s'assurer que le passager qui fait enregistrer un bagage embarque bien à bord de l'avion. On peut en effet supposer qu'il ne monterait pas dans un appareil où il aurait déposé une bombe.

En ce domaine, Air Inter a innové. La carte d'embarquement des passagers porte un code-barres qui figure également sur l'étiquette apposée sur le bagage. Il est donc facile de vérifier que celui-ci est bien accompagné de son propriétaire. G. C.

sonnels aux problèmes de sécurité demeure en revanche un problème délicat. Dès l'embauche (qui suit une sélection rigoureuse), une formation approfondie est prodiguée à tous, et particulièrement aux employés affectés aux zones "sensibles", sur lesquelles, en France, règnent la douane, la Diccilec (1), ex-Police de l'air et des frontières (PAF), et la gendarmerie des transports aériens.

Car le meilleur des systèmes ne vaut plus rien en cas de défaillance de son opérateur. En attendant l'avènement d'appareils automatiques ou semi-automatiques, l'efficacité du dispositif repose essentiellement sur la compétence et sur la motivation des agents. Ainsi, le préposé à l'inspection-filtrage doit avoir une mémoire d'éléphant ; il doit connaître, pour les évaluer, les stratégies et les subterfuges des terroristes.

Dans le domaine aéronautique, la sécurité doit demeurer une préoccupation constante, même en l'absence de menace apparente. Elle exige dès lors des budgets conséquents, afin de maintenir les équipements en place et de développer les technologies nouvelles. En somme, il s'agit de garder toujours une longueur d'avance sur les terroristes.

La technologie veille. A l'homme de ne pas s'endormir... ■

(1) Direction du contrôle de l'immigration et de la lutte contre l'emploi des clandestins.

## Le dernier recours

Lorsque le pire est à craindre, la seule solution pour la Douane et pour la Police est d'"envoyer" ce robot destiné à faire exploser les colis suspects.



P. TUTAIN-DORBECH/SYGMA





présente

avec



# JANE



# JANE BIRKIN

**A L'OLYMPIA**  
BRUNO COQUATRIX

DU 1<sup>er</sup> AU 13 OCTOBRE  
LOCATION : 47 42 25 49

DIRECTION MUSICALE : JEAN CLAUDE VANNIER  
FNAC, VIRGIN MEGASTORE, AGENCES,  
OLYMPIA, 3615 M6\*, 3615 CHERIE FM\*



*Chérie FM. Ecoutez, vous allez chanter.*  
Pour connaître la fréquence de votre ville : 36.68.00.50\* (\*2,23 F/mn)





# La belle vie sur Mars

■ Sensationnelle découverte dans une météorite provenant du sol martien : une forme de vie s'est développée à l'aube des temps sur la planète rouge.

PAR JEAN-RENÉ GERMAIN

**P**aradoxalement, c'est sur Terre que des chercheurs américains et canadiens travaillant pour la NASA viennent d'acquiescer la preuve de la présence de la vie sur Mars. Ils l'ont obtenue en étudiant un fragment du sol martien (de la taille d'un melon) découvert en 1984 dans l'Antarctique, la météorite Allan Hills 84001.

L'histoire commence il y a 15 millions d'années, lorsqu'un astéroïde géant percuta la "planète rouge". Une pluie de débris du sol martien fut ainsi projetée dans l'espace interplanétaire. Certains échouèrent sur la Terre il y a 13 000 ans, au terme d'un interminable périple à travers le système solaire.

Certes, les "êtres" fossiles trouvés dans la plus ancienne des douze météorites martiennes "disséminées" par les scientifiques américains ne ressemblent en rien aux fameux "petits hommes verts" des romans de science-fiction. Ce sont de microscopiques structures fossiles qui rappellent sans équivoque les êtres unicellulaires terrestres, précisément les bactéries.

Cette sensationnelle découverte a été faite en recherchant dans les porosités et les fractures microscopiques d'Allan Hills 84001 les traces de composés organiques, c'est-à-dire appartenant à la chimie de la vie, fondée sur le carbone.

Nombre de ces irrégularités se sont formées lorsque la météorite faisait encore partie du sol de Mars. Son âge est d'ailleurs contemporain de la formation de l'écorce martienne, il y a 4,5 milliards d'années. On pouvait donc légitimement imaginer que les anfractuosités microscopiques avaient été comblées, "polluées", par des matériaux martiens plus "récents". C'est bien ce

terrestre ayant été écartée, il restait à élucider la grande énigme : d'où provenait ce type d'hydrocarbure ? On sait qu'il s'en fabrique lors de la formation des étoiles jeunes. Ce n'est pas le cas de Mars. On sait aussi qu'il s'en forme sur Terre, par exemple lorsqu'on fait cuire un steak. Impensable : les Martiens ne sont pas gastronomes ! On sait enfin que les êtres vivants, notamment les

## La pierre précieuse

**Le chercheur britannique Colin Pillinger montre un fragment de la météorite qu'il a étudiée avec l'équipe de la NASA. « Elle contient des gaz martiens », affirme-t-il. Mais il doute de l'origine martienne des bactéries de l'échantillon analysé.**



AP/MICHAEL STEPHENS

qui s'est passé : les anfractuosités étaient remplies de carbone minéral formé il y a 3,6 milliards d'années, mais également – et c'est une surprise – d'étranges structures annulaires de carbone soudées entre elles (des hydrocarbures polycycliques aromatiques), signe indubitable d'une origine organique.

L'éventualité d'une "pollution"

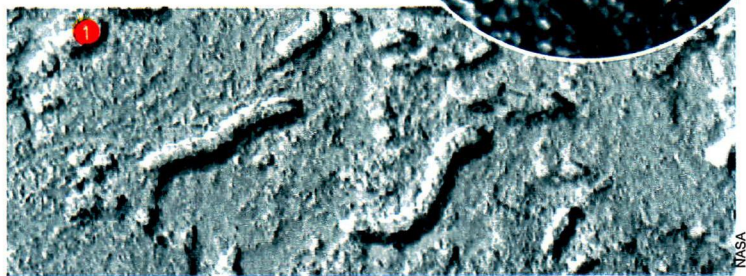
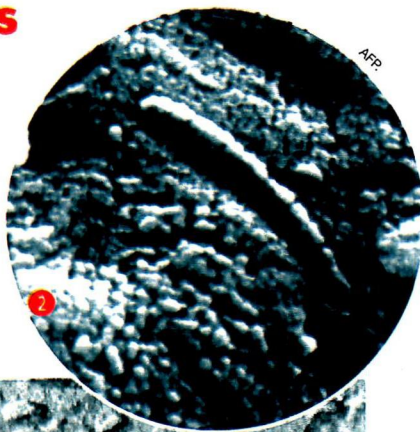
bactéries, en produisant de leur vivant ou au cours de leur fossilisation. C'est cette dernière explication que retiennent les chercheurs.

Elle emporta leur conviction lorsqu'ils identifièrent de fines particules de magnétite et de sulfure de fer mélangées aux hydrocarbures. Ces particules sont habituellement produites sur Terre par les bacté-



## Les premiers Martiens

Vues au microscope électronique, les bactéries fossiles trouvées sur la météorite martienne ont la forme de tubes cent fois plus fins qu'un cheveu humain ❶. Un agrandissement ❷ montre à leur surface des globules de carbonate semblables à ceux que fabriquent les bactéries terrestres.



ries. On retrouve des structures ovoïdes identiques, de 100 nanomètres ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), à la surface de concrétions calciques engendrées par des bactéries, au Pléistocène, dans des eaux souterraines de l'Italie du Sud. La teneur en isotopes des carbonates et la présence des particules de sulfure de fer indiquent que les molécules se sont formées entre 0 et  $80^\circ \text{C}$  – fourchette de température parfaitement compatible avec une activité vitale. Enfin, et c'est l'argument massue, le voisinage de particules de magnétite et de sulfure de fer indique que ces deux éléments se sont formés à la suite de réactions d'oxydation (ajout d'oxygène) et de réduction (perte d'oxygène), deux processus

physicochimiques intimement liés à l'activité biologique. D'où la conclusion : une forme de vie s'est bel et bien développée sur Mars dans le passé. Cependant, Daniel Goldin, le patron de la NASA, qui a annoncé la nouvelle, a pris la précaution de souligner qu'il n'y avait « aucune preuve permettant de penser qu'une forme de vie supérieure a pu exister sur Mars ».

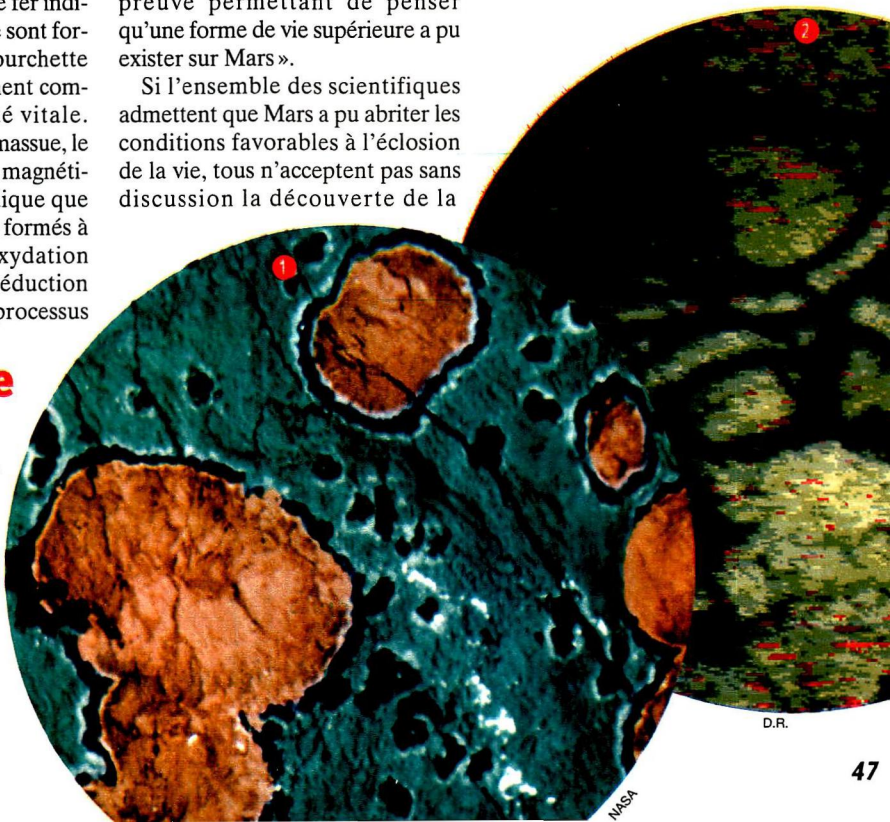
Si l'ensemble des scientifiques admettent que Mars a pu abriter les conditions favorables à l'éclosion de la vie, tous n'acceptent pas sans discussion la découverte de la

NASA. Pour le chimiste français André Brack, « les arguments, pris séparément, ne sont pas très convaincants ». Marcello Coradini, de l'Agence spatiale européenne, et Colin Pillinger, de l'Open University de Gresham (Grande-Bretagne), doutent de l'origine martienne des bactéries. « Il est impossible qu'un morceau arraché à Mars soit parvenu sur Terre dans cet état. » En fait, le seul moyen de trancher, ce serait de se rendre sur place. C'est ce que se préparent à faire Russes et Américains : ils lanceront, à la fin de l'année, leurs sondes *Mars 96* et *Pathfinder*. Pour la NASA, la découverte vient à point nommé : elle lui permet de réclamer au Congrès une augmentation de ses crédits de recherche.

Il n'empêche que, pour la première fois, la preuve semble faite que la vie peut se développer ailleurs que sur Terre, dès qu'un certain nombre de conditions physicochimiques sont réunies. De quoi changer notre vision du monde. ■

## La marque de la vie

A plus grande échelle, les structures organiques de la météorite apparaissent ourlées de noir ❶. En fausses couleurs ❷, les globules de carbonate de 1 à 250 micromètres de diamètre sont bordés par de la magnétite (noire), signe de leur appartenance au monde du vivant.





# Qu'y avait-il avant

■ A cette question, la physique ne peut pas répondre. Mais, si le public se la pose, c'est parce qu'on lui a présenté l'Univers de façon erronée. Car, en vérité, le big bang n'est ni un moment ni un événement.

Retour sur une théorie qui a fait couler des fleuves d'encre...

PAR LEILA HADDAD



## Le mur du big bang

On aimerait bien savoir  
ce qui se cache derrière...  
A condition qu'il y ait  
"quelque chose".



# le BIG BANG?

**Q**u'est-ce qu'il y avait "avant" ? Il est pratiquement impossible d'échapper à cette question. Elle finit toujours par déboucher dans une discussion amicale portant sur l'Univers. Avec ou sans parapluie scientifique, le simple fait d'essayer d'imaginer le Grand Tout *via* la lorgnette de la théorie du big bang semble revenir à foncer droit dans le mur du jour d'avant.

Cette quasi inconcevable "heure zéro moins une seconde" fascine et irrite. Mais elle est rarement remise en question : il y a forcément un "avant", de quelque nature qu'il soit. Et, si vous demandez pourquoi, il vous sera sèchement répondu qu'il s'agit d'une « simple question de bon sens ».

Une compilation  
des articles, dos-  
siers, livres et  
autres écrits  
présen-  
tant

la théorie du big bang, destinés à un très vaste public, livre une sorte de lieu commun cosmologique, largement diffusé et assimilé. Selon ce scénario standard, l'Univers n'a pas toujours été là. Il a une histoire, qui débute par un événement majeur, une monstrueuse "explosion", le bien nommé big bang. C'est le commencement du temps : le chronomètre cosmologique, qui marque alors zéro seconde, se met en route.

Immédiatement après cette explosion, au « commencement », au tout « début » de son histoire, pendant son « enfance », l'Univers est « petit, dense, et affreusement chaud » : une « soupe primitive » de particules, qui se refroidit peu à peu. L'Univers entame alors son mouvement d'expansion, se peuplant, au fur et à mesure que s'égrenent les milliers, les millions, puis les milliards d'années, de nuages d'hydrogène, d'étoiles, de galaxies, de planètes. Environ 15 milliards d'années plus tard, il est ce sombre et froid infini dans lequel nous baignons.

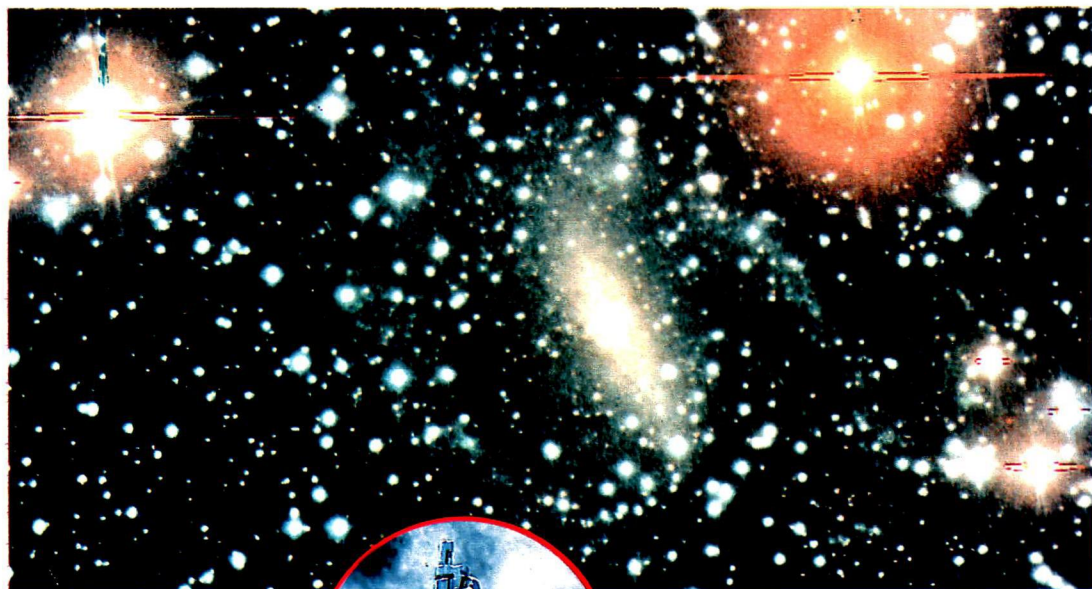
La théorie ainsi présentée est une interprétation, une transposition, à travers le prisme de la langue commune, de son contenu for-

mel – ce noyau dur d'équations décrivant l'évolution de l'Univers, qui sont censées n'avoir de signification que pour leurs auteurs, physiciens et astrophysiciens. Une sorte de grossière traduction du langage scientifique, une vulgarisation qui a le don de susciter chez ceux à qui elle s'adresse une véritable pluie d'interrogations. Chacun des mots utilisés ("explosion", "début", "expansion"... ) est un piège, chargé de résonances qui modifient la perception que monsieur Tout le Monde a du big bang, et qui, *in fine*, transforme ce dernier en une gigantesque explosion ayant accouché d'une tête d'épingle microscopique et brûlante, qui a gonflé comme un ballon pendant quinze milliards d'années pour atteindre une taille infinie. Le big bang, ou comment l'Univers jaillit tout casqué d'un Hiroshima originel.

Cette projection du mot sur l'écran de notre imagination est à des années-lumière du formalisme scientifique de la théorie. Les équations décrivent une réalité fondée sur des concepts tout droit issus de la relativité générale et de la mécanique quantique, et qui échappe totalement à notre expérience.

Les scientifiques n'ont pas tellement le choix : soit ils se taisent (la majorité silencieuse...), soit, pour traduire ces équations de sorte qu'elles aient un sens pour le commun des mortels, ils pèsent leurs mots – en avertissant bien qu'il ne faut pas





ESA

■■■ prendre ces mots-là dans leur sens commun mais... en flagrant délit d'abus de langage. Précaution qu'ils oublient parfois. Et, le bon sens hurlant qu'on ne naît pas de "rien", que "rien" n'explose pas, et qu'on ne s'étale pas dans "rien", la question devient inévitable : d'où sort l'Univers ?

Le traître mot de l'histoire est le terme "big bang" lui-même. Interprété comme une "explosion" initiale, récupéré par le langage



O. GREULE  
/ALLSPORT

## Quand est né l'Univers ?

**On peut remonter dans l'histoire de l'Univers aussi près que possible de son origine, mais sans jamais atteindre le temps  $t = 0$ . Cet instant échappe à notre connaissance. L'histoire de l'Univers démarre infinitésimalement après.**

## Le big bang : une explosion qui n'a jamais eu lieu

courant comme synonyme de grand chambardement, ce vocable (méprisant, à l'origine) dû à l'un des adversaires les plus acharnés de la théorie, l'astrophysicien anglais Fred Hoyle, illustre parfaitement une déflagration... qui n'a jamais eu lieu. Cela suppose une localisation dans l'espace, ce qui est évidemment erroné : « Le big bang est une phase de l'Univers, mais pas un moment ni un événe-

ment. C'est à la fois moins simple et moins mystérieux », explique Jean-Marc Lévy-Leblond, professeur de physique théorique à l'université de Nice. Disons que le big bang décrit l'évolution primitive de l'Univers, lorsque la température et la densité étaient très élevées partout dans l'espace.

L'expansion est un autre terme ambigu, qui sous-entend l'existence préalable d'un contenant : si





l'Univers est passé de "très petit" à "très grand", il a bien fallu qu'il le fasse dans "quelque chose". Or, ce n'est pas l'Univers qui est "petit", mais l'échelle de distance dans l'Univers. Si l'on prend deux points aujourd'hui séparés par des millions de kilomètres, la théorie du big bang dit qu'ils étaient beaucoup plus proches auparavant. Mais l'Univers, lui, peut avoir toujours été infini. « L'image la plus simple, propose Jean-Marc Lévy-Leblond, est celle d'un élastique infini. Deux points sur cet élastique tendent à s'éloigner si on l'étire, et à se rapprocher si on le détend. L'élastique, lui, reste infini. »

### L'INACCESSIBLE HORIZON

La question de l'"avant" est implicite quand on parle de "début", de "commencement", d'"origine". Or, d'après le physicien, « elle n'a pas de sens : les équations disent que, dans l'échelle des temps couramment utilisée pour décrire l'histoire de l'Univers, il existe un point singulier. D'après ces équations, ce point n'est pas celui où tout commence, mais celui "après lequel" tout commence : cet instant n'est pas dans le temps, parce que la théorie cesse d'être valable. On peut remonter dans le temps aussi près que possible du zéro, on ne peut jamais y parvenir... »

Exactement comme le zéro absolu dans l'échelle des températures : on peut compter à partir de ce zéro, on peut s'en rapprocher indéfiniment, mais, aucun corps ne

pouvant l'atteindre, il ne fait pas lui-même partie de l'échelle des températures. Le zéro du temps n'est pas dans le temps, qui démarre infiniment après. Ce faux zéro, cet horizon impossible à atteindre, est un infini qui nous interdit de passer de l'autre côté, parce que cet autre côté n'existe pas.

« Peu de scientifiques remettent

en question l'idée que l'origine du temps est un vrai commencement, dit Jean-Marc Lévy-Leblond. Mais, s'il y a un large consensus au niveau du noyau dur de la théorie – les équations –, dans le milieu scientifique lui-même il en existe plusieurs interprétations. La science se technicisant à vive allure, les chercheurs manipulent les équations ■ ■ ■

H. MOLENKAMP/FOTOGRAH-STONE

## Comment est né l'Univers?

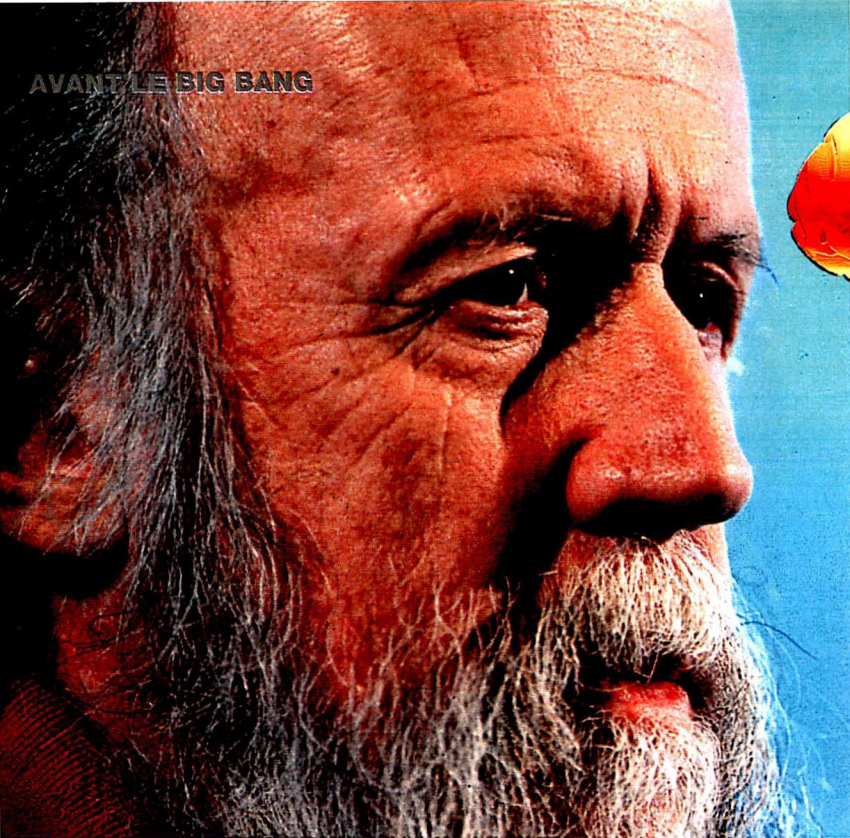
Le big bang est souvent assimilé à une gigantesque explosion. En fait, il n'y a pas eu d'Hiroshima originel, mais une phase particulière au cours de laquelle la température et la pression étaient très élevées.



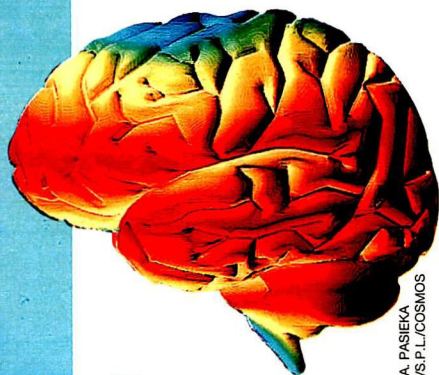
## Où est né l'Univers?

C'est l'une des questions que l'on peut se poser devant les différentes interprétations de la théorie. En réalité, on ne peut pas localiser le big bang dans l'espace, puisqu'il a eu lieu partout à la fois, dans un Univers infini.





Y. FORESTIER/SYGMA



A. PASIEKA / S.P.L./COSMOS

## Du big bang au cerveau

**Vulgarisés par des astrophysiciens comme Hubert Reeves, les récits du big bang se confondent avec l'histoire de l'origine cosmique de l'homme. Ils soulèvent plusieurs interrogations, dont celle de la justification de notre existence.**

■ ■ ■ tions avec virtuosité, mais leur naïveté philosophique et épistémologique les empêche de bien saisir la signification de leurs propres travaux. Ne comprenant pas bien ce qu'ils font, ils l'expliquent mal... Il n'y a pas, d'un côté, les scientifiques qui énoncent correctement la théorie entre eux, et, de l'autre, le bon public à qui on l'ex-

## La montagne Univers a accouché d'une souris...

plique par des mots plus ou moins appropriés. L'ambiguïté existe déjà dans les articles scientifiques.»

Si les scientifiques ont du mal à trouver le mot juste, ils ont, en revanche, la possibilité de revenir au cœur de la théorie dès que leur langue fourche.

L'irruption de l'homme dans l'arène cosmique a transformé le big bang en un véritable modèle de

conte scientifique, une belle et fort poétique histoire, qui a donné à l'astrophysique un rôle pionnier dans la vulgarisation scientifique. Ce récit, dans sa version la plus "légère", popularisée par des ouvrages comme *l'Heure de s'enivrer* (1) ou *la Mélodie secrète* (2), se lit comme un feuilleton à multiples rebondissements. Il se présente comme l'histoire de la croissance de la complexité, un enchaînement implacable de faits qui nous invite à suivre l'Univers dans sa "quête". De la "soupe originelle" de quarks et de particules du "commencement", il va peu à peu faire émerger une population de plus en plus complexe d'atomes, de galaxies puis d'étoiles. Une pyramide qui finit sur la pointe acérée de l'objet le plus complexe connu dans l'Univers : le cerveau humain. La montagne Univers a accouché d'une souris...

Cette invitation à regarder le cosmos non plus comme une écri-

sante Sixtine cosmologique mais comme le berceau dans lequel vagit l'humanité est un véritable appel à nos fonds de tiroirs cosmogoniques. Cela ne fait aucun doute pour Dominique Lecourt, professeur de philosophie à l'université Paris VII. Selon lui, la théorie scientifique est venue réactiver les grands récits par lesquels l'homme a toujours cherché à expliquer la constitution de l'Univers – c'est-à-dire les cosmogonies. Ces récits fournissent en réalité des réponses aux angoisses de l'homme, qui se demande inlassablement : « Où vais-je, pourquoi suis-je là, comment vais-je finir ? »

### UNE GENÈSE, UN RÉCIT D'ORIGINE

« Le succès du big bang tient à ce qu'on le présente comme un récit historique, ou, plus poétiquement, comme une genèse, un récit d'origine qui, de proche en proche, nous touche en tant que mortels, analyse Dominique Lecourt. Mais, au lieu d'engendrer des divins, on a une succession de constantes

(1) Hubert Reeves, Seuil.

(2) Trinh Xuan Thuan, Folio.





AGK PHOTO

## L'Univers nous a-t-il voulu?

**L'histoire de l'Univers nous ramène inmanquablement aux récits de genèse qui baignent notre culture. Pour répondre à la question : «Qu'y avait-il avant?», nous avons tendance à chercher des réponses d'ordre métaphysique. C'est-à-dire à puiser dans la science la confirmation d'une volonté préalable.**

amenant inéluctablement à l'homme. Et, pour plaire, on va inévitablement repasser par le vocabulaire traditionnel de la consolation, qui va chercher, dans un scénario général garanti par la science, des baumes à appliquer sur les plaies des pauvres êtres ayant perdu le sens de la vie que nous sommes...

Car n'être que poussière, peut-être, mais d'étoiles, change du tout au tout le point de vue de l'homme sur l'Univers. L'extrême précision avec laquelle le cosmos semble avoir emboîté les constantes physiques et l'énormité des moyens (les galaxies, les étoiles) mis en œuvre pour l'engendrer le laissent rêveur...

«En Occident, l'imaginaire cosmogonique s'est résumé à la version chrétienne de la Genèse, celle d'un Univers créé par la volonté divine, poursuit Dominique Lecourt. Ce que cherche obstinément le lecteur,

c'est à pouvoir greffer cette réponse à la question "Qu'est-ce qu'il y avait avant?" sur la théorie scientifique du big bang. Ce "sens" donné dès l'origine garantit celui que nous cherchons à notre propre existence. Les deux sont indissociables.»

Une fois la petite graine plantée, la question de l'"avant" est devenue une recherche en paternité. C'est ainsi que l'on se retrouve à écumer les livres à la recherche de la clé de notre existence, pour atterrir, en compagnie de quelque 1400 personnes penchées sur le nombril de l'Univers, dans un colloque (3) intitulé "Quelle est la place de l'homme dans l'Univers?", dont le but avoué est «une contribution au recentrage cosmologique de l'homme».

(3) Organisé par l'Université interdisciplinaire de Paris le 3 juin 1996, à l'UNESCO. Étaient présents Hubert Reeves, Freeman Dyson, Jean-Pierre Luminet, Jacques Demaret, John Barrow, Trinh Xuan Thuan, Jean Kovalevsky, Brandon Carter.

Son public est passé par toutes les couleurs du principe anthropique (selon lequel, si l'Univers avait été autre, l'homme n'aurait pu y apparaître) (4), du gris pâle douteux au rouge vif, lorsque le physicien américain Freeman Dyson a donné à l'humanité son ordre de mission : essaimer à travers les galaxies pour apporter la vie à cet Univers mort et donc laid («L'Univers est construit pour abriter la vie et l'esprit»).

Que l'Univers nous ait voulu ou pas, le fait est qu'il est papa, et nous sommes cordialement invités à le considérer comme tel.

### DE LA SCIENCE AU DOGME

On en finit par se demander si l'interrogation «L'Univers a-t-il un sens?» a un sens... «Elle n'en a qu'en fonction des questions que l'on se pose sur la signification de notre propre existence, précise Dominique Lecourt : la vie humaine paraît absurde si elle se résume à un passage dont on ignore la pro-

(4) Voir *Science & Vie* n° 946, p. 96.



venance et la destination finale. D'où cette propension à convoquer l'Univers entier pour se consoler. En tant qu'homme, l'astrophysicien a le droit de se poser la question. Mais il ne faut surtout pas qu'il s' imagine pouvoir trouver la réponse dans ses équations. C'est comme si un biologiste croyait qu'en étudiant l'ADN il donnera un sens à sa vie ! »

Bref, non seulement l'astrophysicien a du mal avec les mots, mais il est en proie aux mêmes affres existentielles que tout le monde, et il cherche dans son savoir des réponses possibles (ou impossibles), investissant le territoire de la pensée scientifique désertée par les philosophes. Son goût de la spéculation peut l'entraîner fort loin. C'est ainsi que des physiciens ont vertement remis à leur place certains astrophysiciens en élaborant une hypothèse située aux antipodes des récits anthropo-

centriques de l'Univers : les univers parallèles.

Cette théorie suppose la coexistence d'une infinité d'univers à divers stades d'évolution. Notre Univers n'en serait qu'un parmi tant d'autres, compatible avec la vie uniquement parce que cela fait partie des possibles... Une idée séduisante, mais, pour le moment, impossible à vérifier par l'expérimentation. Et elle pourrait se révéler aussi "mythique" que les autres interprétations.

Le modèle  
d u

## Un bouquet d'univers

**Le big bang n'est qu'une théorie scientifique, qui peut être discutée. Il existe d'autres hypothèses, comme celle du Russe Andreï Linde, qui imagine la coexistence d'une infinité d'univers. Le nôtre n'en serait qu'un parmi d'autres, et notre existence, un hasard.**

big bang est une théorie qui peut, sinon être complètement abandonnée, du moins subir certaines retouches au fur et à mesure de la progression des connaissances. «La moindre des prudences qu'on est en droit d'attendre des scientifiques, c'est d'avoir cela bien en tête. Sinon, on n'est plus dans la pensée scientifique, mais dans le dogme», dit Dominique Lecourt.

Peut-être se passe-t-il, en se rapprochant du big bang, des phénomènes inconnus, qui montrent quelque chose de différent ? «Cet instant est théorique, hypothétique, et il se peut fort bien que, dans le cadre d'une autre théorie,

il n'y ait pas de contraction infinie quand on s'approche du big bang, explique Jean-Marc Lévy-Leblond. La notion de temps n'est pas indépendante de la théorie, elle est définie par elle. Il est possible, dans un cadre différent, que le temps prenne une autre forme lorsqu'on s'approche de cette singularité. Dans ce cas, chercher l'"avant" est raisonnable. Ce qui est impossible, c'est de se demander ce qu'il s'est passé "avant" dans le cadre de la théorie conventionnelle.»

Le sempiternel « Mais qu'est-ce qu'il y avait avant ? » a encore de beaux jours devant lui... ■

Remerciements à Jean-Michel Alimi et Jean-Pierre Chieze, de l'Observatoire de Meudon.

### Pour en savoir plus

- *La Pierre de touche*, Jean-Marc Lévy-Leblond, Gallimard. A paraître en octobre 1996.
- *Prométhée, Faust, Frankenstein. Fondements imaginaires de l'éthique*, Dominique Lecourt, coll. "Les empêchements de penser en rond".



H. J. LACHMANN  
/G+J IMAGES

STANFORD  
UNIV.





Egalement disponible

**En vidéocassette, le film le plus complet jamais réalisé sur Lascaux**

**les images authentiques de  
la vraie grotte**

**les hypothèses  
sur la signification  
des mystérieuses fresques**

**les reconstitutions  
des étonnantes techniques  
de peinture des hommes  
préhistoriques**

**les objets trouvés dans la grotte**

# La Grotte de Lascaux

un film d'Alain Jaubert

Collection **Palettes**  
30 films d'Alain Jaubert  
également disponibles en vidéo  
**En vente partout**

**arte**

**m** Réunion  
des Musées  
Nationaux

Palette  
Production

**EMI**  
ÉDITIONS  
MONTARNASSE

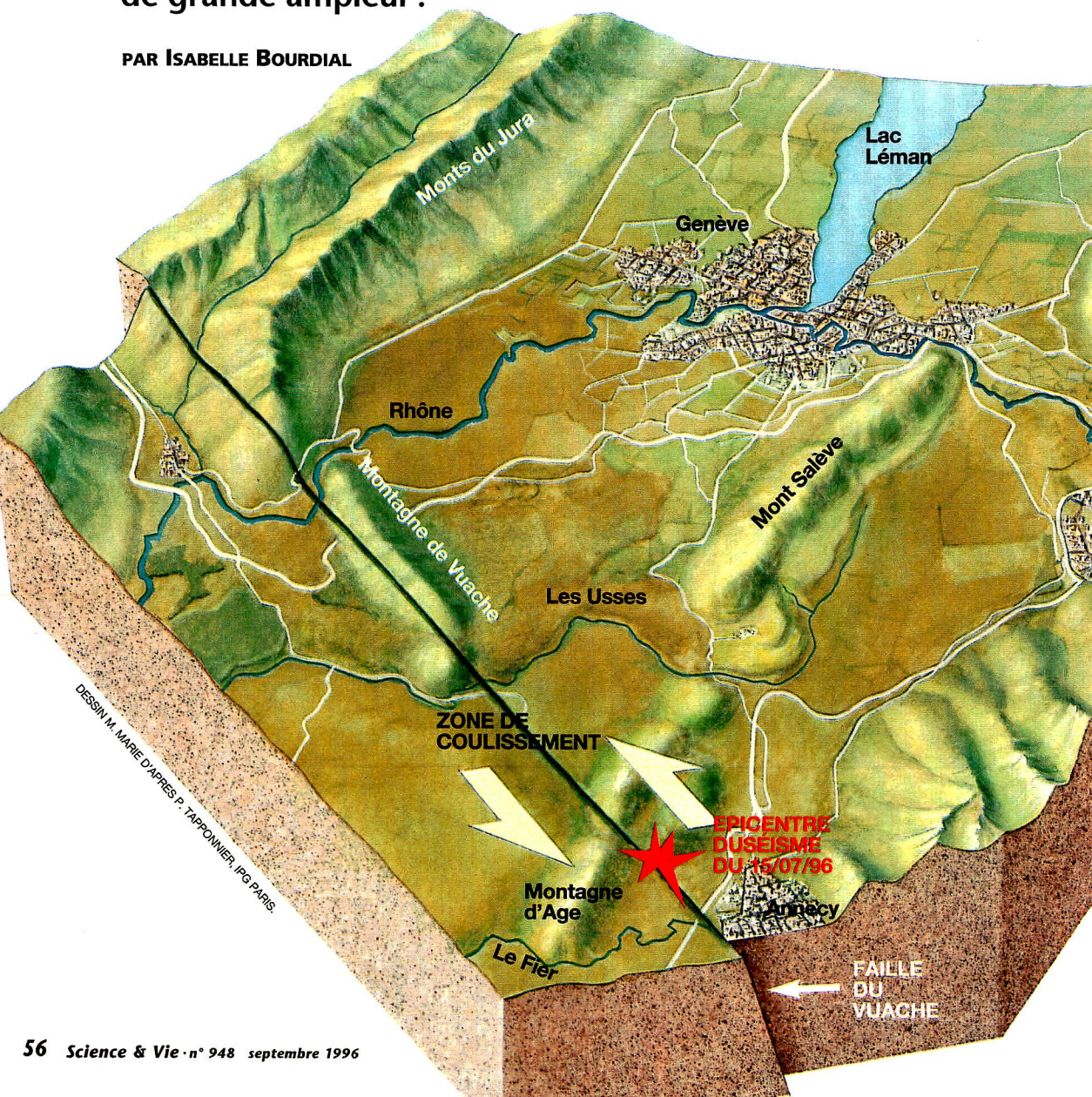
L'édition vidéographique de la collection **Palettes**  
bénéficie du soutien du Centre National de la Cinématographie



# La Haute-Savoie en tremble encore

■ Le 15 juillet dernier, un séisme a provoqué d'importants dégâts à Annecy. On a enregistré, depuis, plus de 200 répliques. Les Alpes doivent-elles redouter prochainement un tremblement de terre de grande ampleur ?

PAR ISABELLE BOURDIAL





**A**nnecy, la terre n'en finit pas de trembler. Dans la nuit du 14 au 15 juillet dernier, quelques heures après l'extinction des derniers feux d'artifice, une première secousse est ressentie, exactement à 2 h 13 du matin : des vibrations au sol accompagnées d'un grondement sourd réveillent la plupart des habitants de Haute-Savoie. Le séisme a atteint la magnitude de 5,3 sur l'échelle de Richter (1). C'est le tremblement de terre le plus important survenu dans cette région depuis le séisme de Corrençon-en-

Vercors, en 1962. L'épicentre de la secousse a été localisé à 3 km de profondeur, à l'ouest d'Epagny, un bourg au nord-ouest d'Annecy. On ne déplore aucune victime, ce qui aurait été probablement le cas si le séisme s'était produit quelques heures plus tôt, lorsque la fête nationale battait son plein.

Les dégâts matériels, en revanche, sont importants. On ne compte plus les bâtiments fissurés, les cheminées à terre, les glaces brisées, les toitures détériorées, les charpentes ébranlées, ainsi que les véhicules endommagés par des chu-

tes de pierres et de tuiles. Les pompiers d'Annecy ont reçu ce jour-là plus de 2 000 appels!

Les vibrations ont été perceptibles en France et en Suisse à une centaine de kilomètres à la ronde. A peine remis de leurs émotions, les Annéciens croient vivre un cauchemar, lorsque, quelques heures plus tard, le tremblement de terre reprend. Il s'agit en réalité de répliques, secousses de plus faible magnitude suivant habituellement tout séisme important pendant quelques jours, quelques semaines, voire quelques mois. Une vingtaine de ces répliques, de magnitude variable, ont ainsi été nettement perçues par la population.

Pour comprendre l'origine de ces soubresauts, il faut plonger sous les eaux de la Méditerranée. La croûte terrestre est morcelée en une douzaine de grandes plaques supportant plancher océanique et continents. Ces plaques se déplacent très lentement les unes par rapport aux autres. Certaines s'écartent, d'autres entrent en collision. Depuis 80 millions d'années, la Méditerranée est ainsi le théâtre de l'affrontement de la plaque afri-

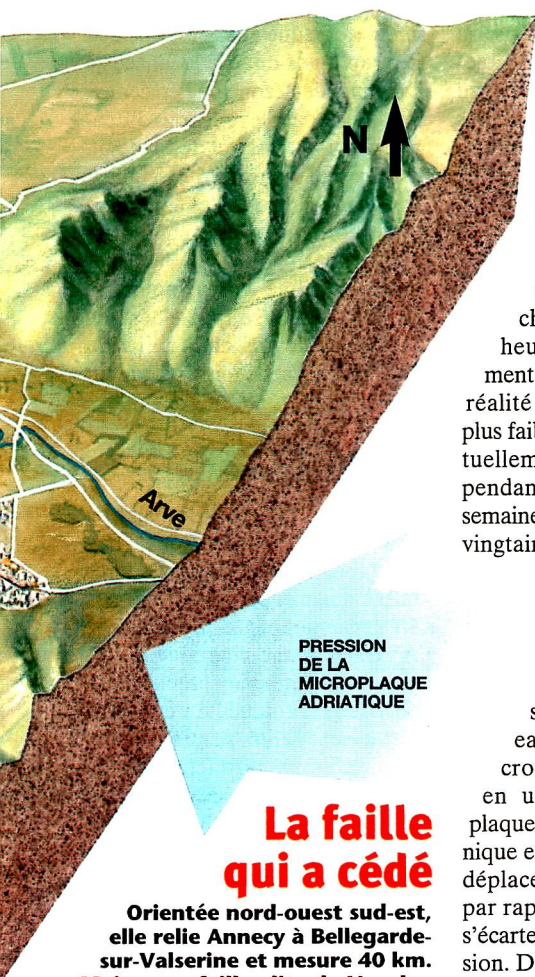
caine et de la plaque eurasiatique (voir carte page suivante). Le choc de ces deux blocs continentaux engendre des compressions de part et d'autre de la zone de jonction. Dans l'Italie du Nord, cette pression titanesque est à l'origine de la formation des Alpes, spectaculaire plissement de la croûte terrestre. La surrection de la chaîne alpine se poursuit toujours : sa croissance se maintient à un rythme annuel de 1 mm.

## LES ALPES SOUS PRESSION

La poussée de la plaque africaine s'exerce par à-coups. L'Afrique progresse par saccades le long d'un axe nord-ouest à raison de 8 mm par an. Sa pression s'exerce à l'aplomb de l'Italie et des Alpes par l'intermédiaire de la microplaque adriatique. Cette apophyse de la plaque africaine, qui poinçonne le bloc continental européen, soumet les Alpes françaises à un régime continu de sismicité. Cette région est rudement frappée tous les deux ans environ, et de manière catastrophique au moins une fois par siècle. Le dernier grave séisme en date remonte à 1909. Il se produisit à Lambesc (Bouches-du-Rhône), tua 46 personnes et en blessa 250 autres. La zone Alpes-Provence-Côte d'Azur est donc susceptible de vivre, dans les prochaines années, un grand tremblement de terre, bien plus destructeur que celui d'Annecy...

Les séismes se produisent lorsque les roches comprimées se déchargent brutalement des tensions accumulées en continu. Ce régime de compressions et de distensions a provoqué dans la roche l'apparition d'un réseau de failles, dont certaines sont régulièrement activées par des microséismes.

La petite protubérance adriatique est donc à l'origine de l'épisode tellurique savoyard. Mais, le 15 juillet dernier, la faille qui a cédé avait jusqu'alors très peu fait parler d'elle. La faille du Vuache s'étend sur 40 km, d'Annecy à Bel-



## La faille qui a cédé

**Orientée nord-ouest sud-est, elle relie Annecy à Bellegarde-sur-Valserine et mesure 40 km. Mais cette faille, dite du Vuache, n'a joué que sur un tronçon de 3 km, au nord-ouest d'Annecy.**

**A cet endroit, ses bords ont coulé de 10 cm. C'est là que se situe le foyer du séisme.**

(1) Sur cette échelle, les plus forts séismes enregistrés avaient des magnitudes voisines de 8,5.



■ ■ ■ legarde-sur-Valserine (Ain). Le 2 août 1995, un petit séisme de magnitude 2 l'avait juste effleurée. Cette fois-ci, c'est le compartiment tellurique de cette faille, situé juste au nord-ouest d'Annecy, qui a coulissé horizontalement : un tronçon de 3 km s'est déplacé sur une dizaine

de centimètres. Le décrochement est "sénestre" : un observateur situé sur l'une des lèvres de la faille aurait vu l'autre versant s'éloigner sur sa gauche.

celui de 1994 se situant à plus de 8 km sous la surface terrestre, les dégâts avaient été bien moins considérables. Au Grand-Bornand, l'intensité avait atteint VI-VII sur l'échelle MSK (graduée de I à XII), alors qu'elle est parvenue au degré VIII à Annecy. Rappelons que la magnitude caractérise l'énergie libérée à l'épicentre d'un tremblement de terre, tandis que l'intensité se mesure par l'étendue des dégâts qu'il a occasionnés.

Autre différence entre les deux séismes de Haute-Savoie : les répliques. A Annecy, deux réseaux sismiques ont guetté et observé l'apparition de ce cortège, plus ou moins tapageur selon les tremblements de terre. D'abord, le réseau Sismalp, qui dispose de 44 stations sismologiques automatiques réparties sur 70 000 km<sup>2</sup> dans le sud-est de la France, du lac Léman à la Corse. Ses données sont analysées par le Laboratoire de géophysique interne et tectonophysique de l'observatoire de Grenoble. Cette unité, qui appartient à l'Institut national des sciences de l'Univers (rattaché au

CNRS), a installé un second réseau local, composé d'une vingtaine de stations réparties autour de l'épicentre, en vue d'enregistrer l'activité des répliques, d'en préciser la localisation et d'étudier les mécanismes au foyer. Ces deux réseaux couplés devraient permettre aux géophysiciens de mieux comprendre le comportement de la faille en profondeur.

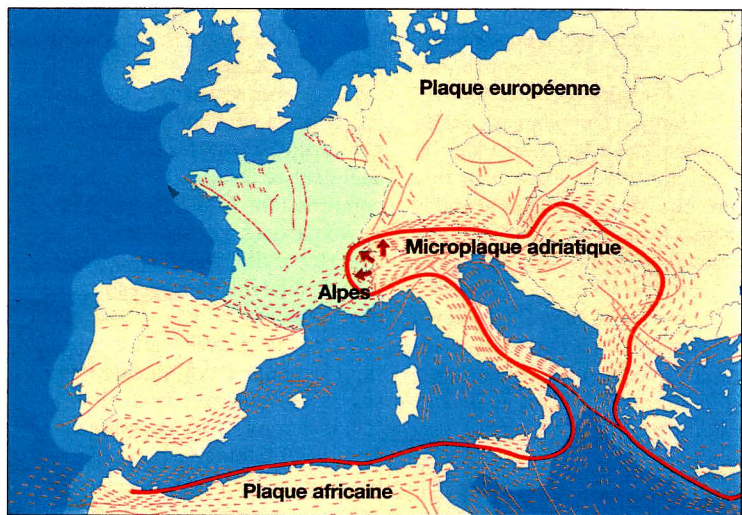
D'après François Thouvenot et Julien Fréchet, responsables de Sismalp et coordonnateurs de l'intervention sur le terrain, dans les deux semaines qui ont suivi le séisme du 15 juillet, le réseau temporaire a ainsi répertorié quelque 200 secousses. Ces répliques ont été localisées à proximité de la zone de l'épicentre, c'est-à-dire dans les environs d'Epagny, de Metz-Tessy et de Meythet. Pour la seule journée du 15 juillet, 11 secousses importantes ont été enregistrées, dont les magnitudes s'échelonnaient de 0,9 à 2,8. La plus grosse réplique s'est produite le 23 juillet : sa magnitude a dépassé 4. Mais les lèvres de la faille du Vuache n'ont cette fois joué que sur 3 cm environ.

## Une catastrophe statistiquement probable mais imprévisible

Dans un passé récent, la Haute-Savoie avait déjà tremblé : le 14 décembre 1994, un séisme de magnitude 5,1 ébranlait Le Grand-Bornand, tout proche d'Annecy. Si les magnitudes des deux séismes sont comparables, il n'en va pas de même pour leur intensité : l'épicentre de

## Coupable : la plaque Adriatique

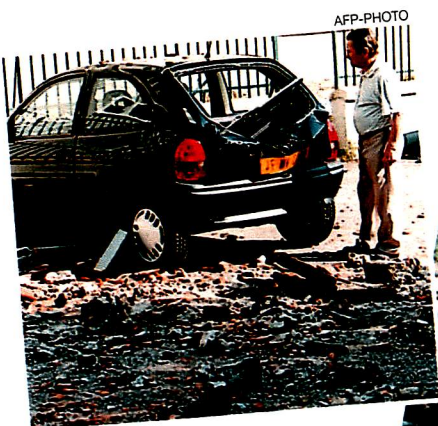
**La cause des séismes alpins se trouve au niveau de la croûte terrestre. C'est l'affrontement des plaques tectoniques : poussée par l'Afrique, la microplaque adriatique pousse à son tour la plaque européenne.**



## LES ALLUVIONS AMPLIFIENT LES MOUVEMENTS

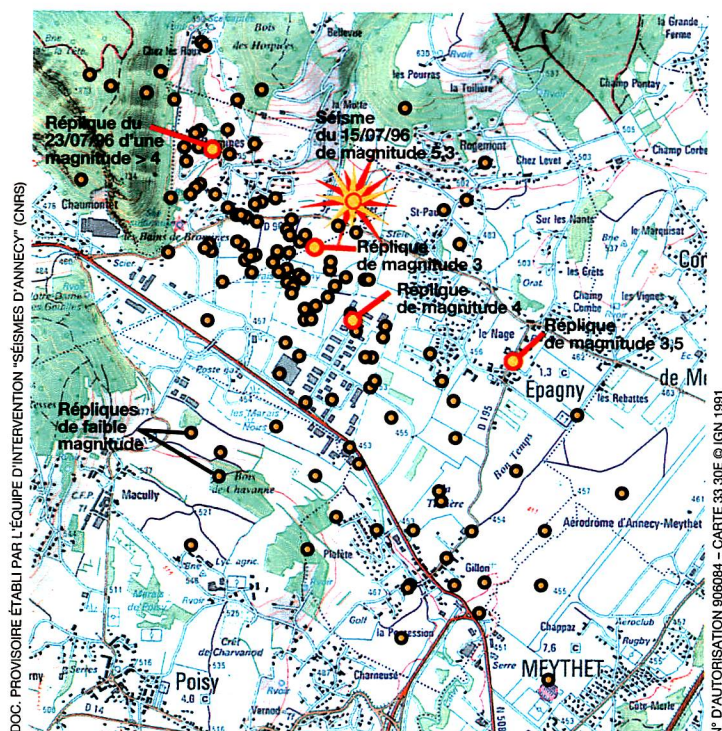
Le séisme du Grand-Bornand, en revanche, n'a été escorté que d'une douzaine de répliques. De très faible magnitude, elles n'ont pas été ressenties par les Bornandins. A Annecy, une vingtaine de répliques ont été perçues, en raison de la faible profondeur des foyers. Cette sensibilité sismique s'explique aussi par un effet de site : la région présente une accumulation d'alluvions, qui amplifie la moindre secousse tellurique. Dans la zone qui s'étend de Meythet à Epagny, on se trouve en présence de dépôts glaciaires récents. Ces alluvions, qui se sont accumulées il y a seulement quelques centaines de milliers d'années, ont amplifié les mouvements du séisme. Plus au nord, les sédiments anciens ont été compactés par le temps. La consoli-





## Un séisme...

Le tremblement de terre s'est produit quelques heures à peine après la fête du 14 juillet. Il ne fit heureusement pas de victimes. En revanche, les dégâts matériels sont considérables. Un arrêt de catastrophe naturelle pourrait être pris par le ministère de l'Intérieur.



## ... suivi de plus de 200 secousses

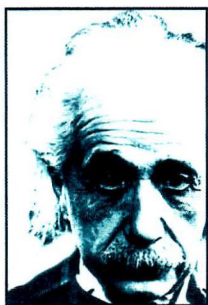
La région d'Annecy a frissonné durant plus de deux semaines. Ces secousses, ou répliques, qui accompagnent chaque tremblement de terre, sont d'intensité variable. Une vingtaine d'entre elles ont tout de même été ressenties par les habitants de la région. La plus importante s'est produite le 23 juillet.

dation de cette couche explique que les mouvements sismiques aient été moins ressentis à cet endroit.

Annecy va-t-elle cesser de frissonner ? Ces épisodes sismiques augurent-ils au contraire de mouvements plus violents, dans un avenir proche ? S'il faut en croire un célèbre sismologue originaire du pays, Paul Tapponnier, cette accumulation de petits séismes pourrait bien conduire à de nouvelles secousses. Le géophysicien de l'Institut de physique du globe de Paris pense que la région pourrait être entrée dans une phase de relâchement. Si, statistiquement, on a toutes les raisons de redouter un séisme important dans les Alpes, en Provence ou sur la Côte d'Azur, rien ne dit qu'il se produira à Annecy. Dans l'état actuel de la recherche, on ne peut risquer aucune prévision sismique précise... ■



EN COUVERTURE



# INTELLIGENCE

■ L'intelligence est-elle innée ou acquise ?  
Vieux débat, jamais tranché...

Un généticien australien relance la polémique : l'intelligence serait liée à des gènes situés sur le chromosome X.

Découverte capitale ou dangereuse spéculation ?

PAR ANNA ALTER  
ET PHILIPPE  
TESTARD-  
VAILLANT





# la thèse qui fait scandale

**C**omme à chaque rentrée, les parents angoissés, sur le chemin de l'école, se posent "la" question : l'intelligence nichée dans la cervelle de leurs chères têtes blondes est-elle le fruit de l'éducation ou est-elle liée à quelques gènes hérités au hasard de leurs géniteurs? Bref, l'intelligence est-elle innée ou acquise? Un vieux débat de famille que vient de relancer la presti-

## L'intellect de mère en fils

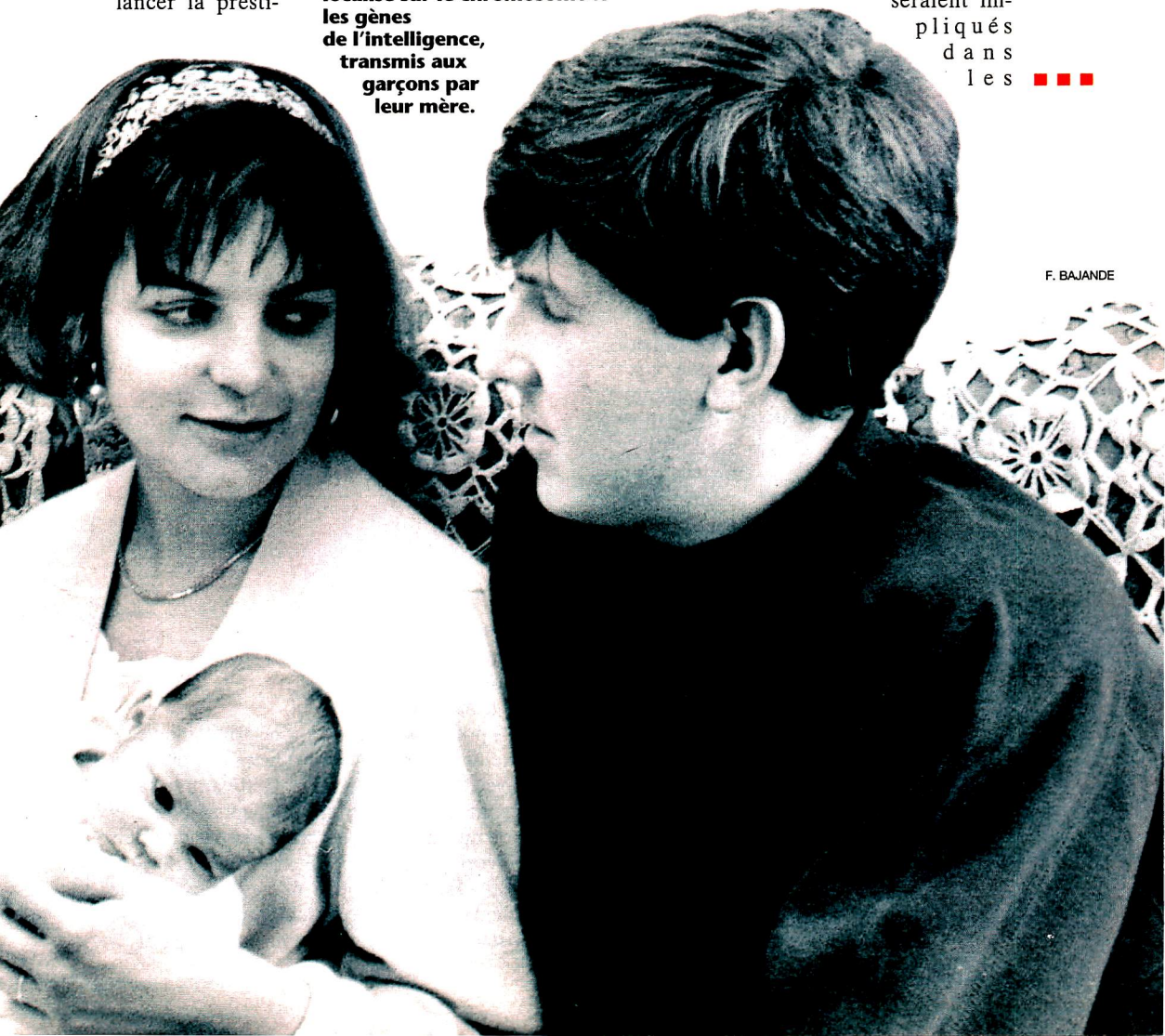
**Ce bébé est-il intelligent? Oui, si sa mère l'est. Dans la thèse de Gillian Turner, le père n'est pas gâté. Le chercheur affirme avoir localisé sur le chromosome X les gènes de l'intelligence, transmis aux garçons par leur mère.**

gieuse revue britannique *The Lancet* (28 juin 1996), qui révèle, sous la plume de Gillian Turner, professeur à Newcastle (Australie), qu'il existerait une prédisposition génétique à la chose intellectuelle. Des gènes (non encore séquen-

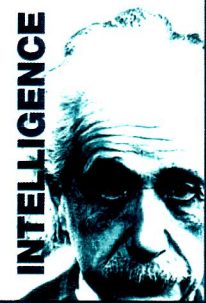
cés et dont les fonctions exactes restent par conséquent inconnues) situés sur le chromosome X (voir encadré) transmis aux garçons par maman – tant pis pour papa! –

seraient impliqués dans les

F. BAJANDE







# Une polémique fleuve qui prend

■ ■ ■ multiples composantes de l'intelligence. Les filles, dotées de deux X, l'un venu du père, l'autre de la mère, en hériteraient des deux côtés. En revanche, c'est madame seule qui offrirait à sa progéniture masculine (nantie de son X et de l'Y intellectuellement stérile de son mari) «les divers éléments anatomiques ou fonctionnels du substratum nerveux» de l'intelligence.

Mais que les hommes se réjouissent : seuls les fils porteraient au sommet les capacités héritées de leur mère, puisque, contrairement à leurs sœurs, ils ne possèdent qu'un exemplaire dudit chromosome X. Chez les mâles, les heureuses mutations favorisant l'éclosion d'un brillant intellect ne seraient pas contrariés par un "X bis" platement normal. Revers de la médaille : les défauts à l'origine des retards mentaux ne seraient pas non plus compensés par le second X, ce qui expliquerait que la débilité frappe en priorité les garçons. Argument mas-

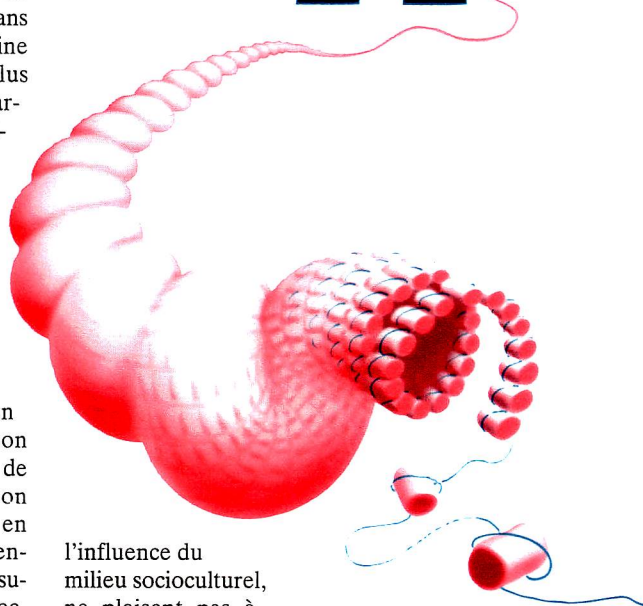
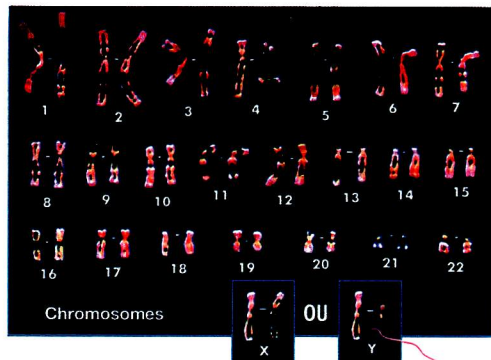
sue du Pr Turner : épidémiologiquement, on rencontre 30 % de plus de handicaps mentaux dans la population masculine et une fréquence plus élevée de plusieurs garçons arriérés congénitaux au sein d'une même famille nombreuse. Le généticien australien recommande aux parents soucieux d'avoir des petits-

fils surdoués de choisir leur gendre, non en fonction de son intelligence ni de celle de son père, mais en prêtant attention aux mensurations intellectuelles de la future belle-mère.

De même, les hommes devraient apprendre à réprimer leur penchant naturel pour les "ravissantes idiotes" s'ils veulent avoir des héritiers mâles richement dotés

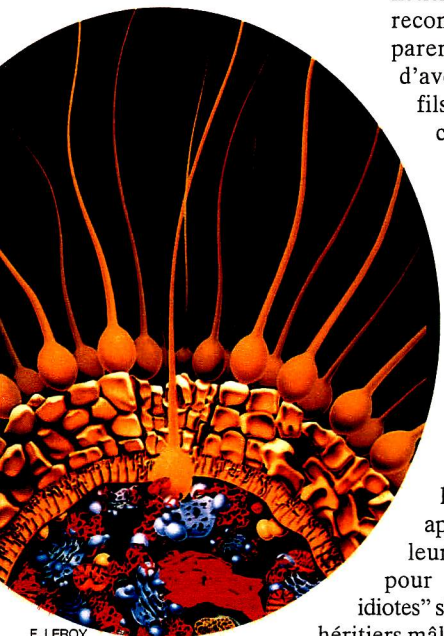
intellectuellement dès le berceau. Le vicomte de Chateaubriand, qui confessait à la princesse de Lieven, outrée, préférer "de très loin" les femmes stupides, doit se morfondre outre-tombe. Naturellement, ces thèses, qui font la part belle au patrimoine génétique et mettent sous le boisseau

## A LA LOTERIE DE L'HÉRÉDITÉ,



l'influence du milieu socioculturel, ne plaisent pas à tout le monde, loin s'en faut.

La polémique fleuve sur les fondements de l'intelligence ne date pas d'hier. Elle prend sa source en France en 1911. Cette année-là, le bien intentionné Alfred Binet, qui entend relever le niveau des écoles primaires des quartiers défavorisés, se met en tête de mesurer les capacités cérébrales des élèves grâce à une "échelle métrique de l'intelligence" dressée par ses soins à la demande du ministre de l'Instruc-



F. LEROY  
/COSMOS



# sa source en France, en 1911...

tion publique. Les tests consistent essentiellement à répéter des séries de chiffres, à reproduire des figures géométriques et à définir des objets. Les enfants des familles aisées obtiennent de meilleurs résultats que ceux des classes moins nanties souvent complexés vis-à-vis du

savoir. L'éducation – mieux encadrée – des premiers jouent certainement en leur faveur, mais les partisans du "tout inné" n'en démordent pas : les riches naissent non seulement mieux dotés financièrement mais aussi intellectuellement, et, si les pauvres sont pauvres, c'est parce qu'ils sont bêtes.

Faux, rétorquent les adeptes de l'acquis, pour qui l'influence du milieu est primordiale. Pour apporter la preuve du rôle essentiel de l'éducation, ils étudient des paires de vrais jumeaux élevés séparément. Dotés du même bagage génétique mais suivant des trajectoires sociales différentes, en toute logique, supposent les partisans du "100 % milieu", ils ne devraient pas avoir le même quotient intellectuel.

Une piste qui, à l'usage, se révèle – en apparence – fausse : la majorité des couples gémellaires séparés de corps dès la naissance présentent des "têtes" similaires. Seuls quelque 25 % ont des QI sensiblement différents. En fait, l'échantillon, trop maigre, ne permet pas d'aboutir à une conclusion scientifiquement étoffée. D'aucuns, à l'instar de sir Cyril Burt – un partisan du tout inné – n'hésitent pas, pour gonfler leurs résultats, à inventer de toutes pièces de fausses-vraies paires de jumeaux, ce qui ne manque pas de jeter un voile de suspicion sur ce genre de travaux.

## UNE INFINITÉ DE COMBINAISONS

■ Les chromosomes X et Y déterminent le sexe. Toutes les filles possèdent deux X et tous les garçons un X et un Y. Les mères ont donc uniquement des X dans leurs ovules et les pères des X ou des Y dans leurs spermatozoïdes.

En fait, tout le matériel génétique d'un individu est enfermé dans une hélice à deux brins : l'ADN (acide désoxyribonucléique, découvert en 1953), qui se présente sous la forme d'un mélange de bases azotées, de sucres et de phosphates, recèle un message codé présent dans toutes les cellules d'un individu et contenant un programme de vie spécifique à son espèce mais personnalisé.

Chargé de transmettre, chez tous les êtres vivants, qu'ils fassent partie de la faune ou de la flore, le patrimoine héréditaire (ou

génome) de parents à enfants, l'ADN repose sur de minuscules charpentes appelées chromosomes. L'homme standard en a 46 (contre 78 chez le chien), c'est-à-dire 23 paires. Hormis les sexuels chez les mâles, les chromosomes vont par paires, ce qui, en cas de déficience de l'un des deux, permet à l'autre de compenser.

Des milliers de gènes distribués sur les chromosomes contrôlent en solo ou à plusieurs un caractère précis de l'organisme. Que les gènes codent des caractères physiques comme la couleur des yeux, la longueur des dents ou le vieillissement est une affaire entendue. En revanche, aucune preuve scientifique n'a pu être apportée de leur rôle dans les comportements. La part de l'inné chez un individu restera indéterminée tant qu'on n'aura pas identifié tous ses gènes. Or, on est loin du compte : à ce jour, à peine un peu plus de 1 % d'entre eux a été recensé.

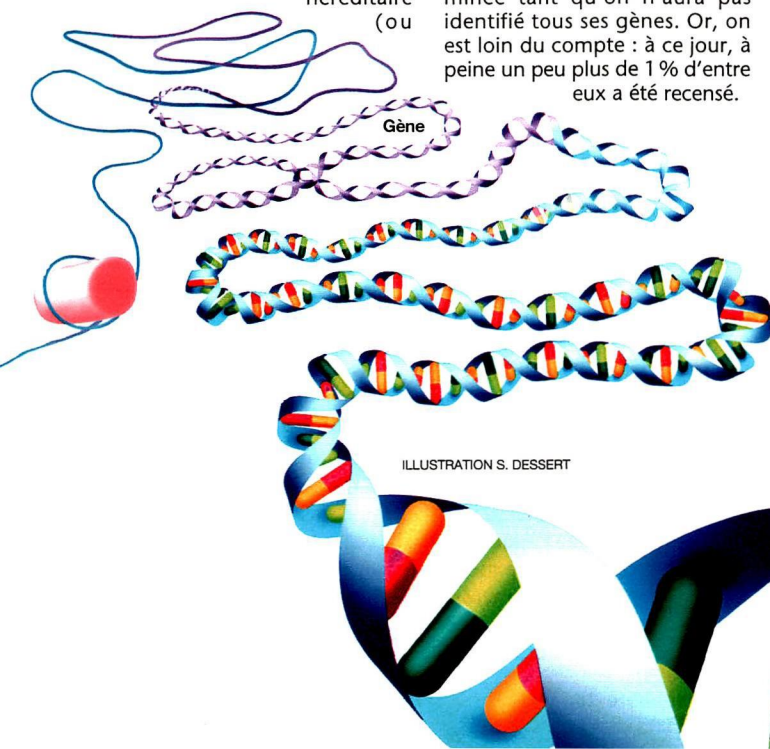
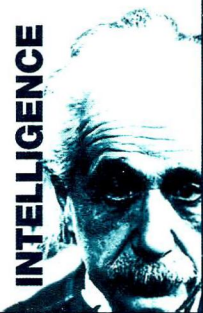


ILLUSTRATION S. DESSERT





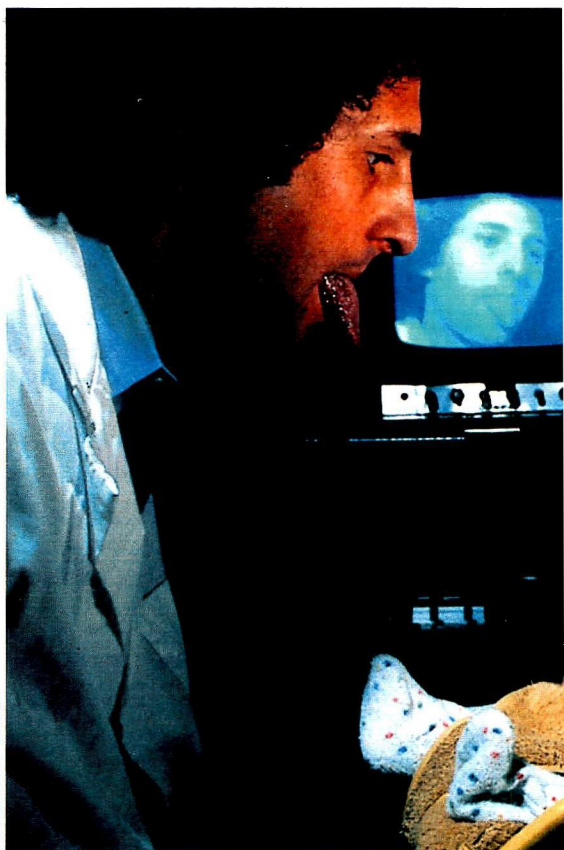


# Les tests de QI sont trop abrupts

■ ■ ■ La querelle reprend de plus belle en 1972, quand Christopher Jencks, sociologue à l'université Harvard (Massachusetts), sort de sa manche ses propres statistiques, d'une précision suspecte : l'enfant puiserait 45 % de ses capacités mentales dans ses gènes, 35 % dans le milieu et le reste en combinant subtilement les deux. La balance penche du côté de l'inné, à un "détail" près : les calculs comportent, de l'aveu même de l'auteur, une marge d'erreur de 20 %. La même année 1972, R. Lehrke promeut (déjà) le chromosome X au rang de vecteur de l'intelligence.

Une ex-petite orpheline du Paraguay, abandonnée par sa tribu Guyaqui et recueillie par un ethnologue qui a confié son éducation à sa propre mère, tend alors aux environnementalistes une main secourable : arrachée à sa forêt primitive, elle a brillé dans le primaire, le secondaire et à la faculté, et maîtrise trois langues. Autres alliés des "pro-milieu" : les animaux de laboratoires, en particulier les

rats, qui, placés dans un environnement stimulant, une cage équipée de balançoires, de tunnels et de billes, voient leur cortex s'étoffer et sécrètent des enzymes "tonifiantes" pour leurs neurones. Livrés à eux-mêmes, les rongeurs se morfondent et dépérissent intellectuellement. Mais ces expé-



E. FERRELL/COSMOS

riences laissent froids leurs détracteurs.

Ainsi, un siècle de querelle n'a pas départagé les adversaires, d'autant plus pugnaces qu'aucune définition de l'intelligence ne fait l'unanimité. La culture occidentale contemporaine porte plus que jamais la matière grise au pinacle. Tout le monde parle d'intelligence, sans vraiment savoir de quoi il retourne, comme s'il fallait les mêmes dispositions d'esprit pour être banquier, artiste ou scientifique. Sans compter qu'un prix Nobel de physique parachuté dans le Grand Nord aurait toutes les chances de passer pour un âne sur la banquise et que le plus finaud des esquimaux perdrait tout ses moyens au cœur de Manhattan ou de l'Amazonie. Intelligent en deçà des Pyrénées, imbécile au-delà...

Les tests de QI, remis à l'honneur avec tambour et trompettes à l'automne 1994, dans le best-seller *The Bell Curve* ("La Courbe en cloche", 250000 exemplaires vendus en un mois aux États-Unis), sont censés mesurer une intelligence monolithique en évaluant le "facteur G", caractéristique intellectuelle de l'organisme supposée invariante : ni l'âge ni le milieu n'auraient prise sur cet indice de l'intelligence

## Cadences infernales

**Quelques semaines après la fécondation, l'embryon humain porte déjà sur son dos le tube neural, où se fabriquent 250000 cellules nerveuses à la minute durant les seize premières semaines ! La cadence ne diminue qu'en fin de grossesse.**





# pour être honnêtes



P. DOLEMIEUX/METIS

## On en apprend tous les jours

Chaque nouvelle expérience modifie le cerveau du nouveau-né. Les experts penchés au-dessus des berceaux ont prouvé que, si les gènes dirigent bien la construction du cerveau *in utero*, les influences extérieures le façonnent ensuite tout au long de la vie.

logue-psychiatre de l'hôpital de Toulon-La Seyne (Var), le QI démarquerait volontairement les classes sociales et traduirait une manière de vivre.

2. Les performances intellectuelles varieraient selon l'appartenance ethnique: les Noirs auraient en moyenne quinze points de moins aux épreuves de QI, où les Asiatiques arriveraient en tête.

Différences peu surprenantes quand on sait que les tests le plus couramment pratiqués en Amérique du Nord ont été étalonnés de façon à distinguer les garçons des filles, les Noirs des Blancs, les riches des pauvres...

3. Les tests de QI seraient objectifs, donc crédibles, parce que scientifiques: ils mesureraient le "G" de chacun, supposé invariable tout au

■ ■ ■

## Le rat est un élève doué

Alliés des "pro-milieu", les animaux de laboratoire, en particulier les rats. Placés dans un environnement stimulant, les rongeurs voient leur cortex s'étoffer et sécrètent des enzymes "tonifiantes" pour leurs neurones.

P. DOLEMIEUX/METIS

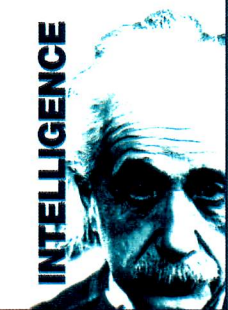


générale. Signé par un psychologue, Richard J. Herrnstein (décédé depuis) et un sociologue, Charles Murray, le brûlot de 845 pages, nourri de schémas et de chiffres, défend une série de thèses, dont quatre sont indéfendables du strict point de vue scientifique.

1. Dans les sociétés post-modernes, émergerait une élite cognitive: les membres de cette aristocratie mentale, experts comptables, avocats, architectes, professeurs, chercheurs, évidemment majoritairement blancs, constitueraient une caste snobant les bas QI, forcément pauvres.

Effectivement, aux États-Unis, le QI est corrélé avec l'argent, et pour cause: c'est une valeur symbole de l'*American way of life*. Si, demain, la musique devenait une activité prioritaire outre-Atlantique, il y a tout à parier que les jazzmen, dont la réputation actuelle n'est pas affaire d'intelligence, se verraient attribuer un QI haut de gamme. La notion d'intelligence est capitaliste, se plaît à répéter Boris Cyrulnik. Selon l'étho-





# 100% d'acquis, 100% d'inné...

■ ■ ■ long de la vie.

Faux ! Les enfants de divorcés présentent un QI lamentable dans les mois qui suivent la séparation de leurs parents. Quant à celui des enfants maltraités, il peut être inférieur à 40 pendant la période d'inhibition affective, mais remonter au-dessus de 140 dès que les enfants se retrouvent en sûreté. Preuve qu'un changement de vie peut retentir sur les performances intellectuelles.

4. Les capacités détermineraient les classes et les comportements sociaux : la naissance, la fortune familiale, l'éducation, l'appartenance à une religion ne seraient pas les leviers de la réussite sociale et économique, contrairement à l'intelligence. Les classes défavorisées ne devraient s'en prendre qu'à leur tête mal faite.

Erreur ! Décrocher un bon score aux tests est un exploit réservé aux élèves sécurisés par leur milieu, adaptés à un système scolaire donné et qui ont appris à résoudre toutes sortes de pro-

blèmes sans trop se poser de questions. Il faut donc se méfier de tous les tests de QI, qui ne traduisent jamais que la capacité à répondre à certaines questions et non, quand on y triomphe, une excellence polymorphe, universelle.

Si la querelle sur l'intelligence rebondit à intervalles réguliers, c'est qu'elle est d'abord idéologique. Les gens de droite privilégient volontiers les gènes quand ceux de gauche, à la fibre plus sociale, privilégient la famille et l'école. Les scientifiques, généralement modérés, sont plutôt favorables à la cohabitation. Ménageant la chèvre héréditariste et le chou environnemental, ils refusent de démêler l'inné de l'acquis, qu'ils jugent indissociablement mêlés dès le ventre maternel : 100 % de l'un, 100 % de l'autre, lancent-ils en guise de boutade. De fait, lorsque l'enfant paraît, après neuf mois de gestation et de gesticulations, il a la tête farcie de connexions neuronales. Quelques semaines après la fécondation, l'embryon humain porte déjà sur son dos le tube neural, où se fabriquent

des cellules nerveuses à la cadence : 250000 à la minute durant les seize premières semaines ! La cadence ne se relâche qu'en fin de grossesse.

## L'honneur perdu de l'enfant sauvage

**Parachuté en pleine forêt amazonienne, le plus brillant élève perdrait ses moyens. Les enfants loups, qui se sont adaptés à la vie sauvage, sont incapables de parler et courent à quatre pattes. Ils ont pourtant été dotés dès le départ, comme tous les enfants du monde, du don des langues et de la marche.**



UN INDIEN DANS LA VILLE/PHOTO J. M. LEROY/SYGMA



L'ENFANT SAUVAGE  
DE F. TRUFFAUT  
PHOTO P. ZUCCAKIPA



# et une bonne dose d'idéologie

sesse. A la naissance, bébé jouit donc d'un capital estimé à 100 milliards de neurones et commence à écouler les surplus. A chaque nouvelle expérience, son cerveau se modifie et se soulage discrètement de quelques cellules grises.

## VIVE ATTAQUE CONTRE DESCARTES

Jean Piaget, psychologue suisse qui a régné sur la psychologie de l'enfant pendant des décennies, affirmait que l'intelligence ne commence à bourgeonner qu'aux alentours de 9-10 mois. Les experts penchés au-dessus des berceaux affirment aujourd'hui que l'homme n'est pas un papillon qui passe brutalement de la larve à la chenille avant de jeter sa gangue aux orties pour voler de ses propres ailes. Il n'est pas non plus fait d'un seul bloc. Ni Pic de la Mirandole ni "cire vierge", il naît humain, déjà marqué par ses expériences *in utero*. Autant les gènes ont pu diriger la construction de son cerveau, autant les influences extérieures vont ensuite le façonner tout au long de la vie. Structurellement capable, entre autres choses, d'apprendre toutes les langues sans accent, le petit humain perd ce don vers 10 ans, spécialisation oblige.

Pour leur conserver un cerveau "souple", faut-il tremper les enfants en bas âge dans un bain mélangeant plusieurs langues ?

La question, qui taraude beaucoup de parents, n'a pas encore de réponse scientifique éprouvée. Des lumières viendront sans doute d'expériences phonologiques en cours dans le Tyrol et en Catalogne sur des bébés soumis à un régime multilingue depuis le sein.

Nombre de chercheurs pensent qu'il en va de même pour l'homme et pour le rat. Élevé dans un milieu pauvre en jouets et en stimuli sensoriels (couleurs, musique...), l'enfant végète. Comme dit l'Ecclésiaste, dans la Bible, et comme le confirme la neurobiologie, il y a un temps pour toute chose : un temps pour apprendre à parler, un temps pour apprendre à lire, un temps pour apprendre à calculer, un temps pour apprendre à nager et un temps pour apprendre à aimer. Rate-t-on le coche, et tout devient plus

difficile. Le milieu doit fournir aux fonctions cérébrales arrivées à maturité les nourritures appropriées, faute de quoi, sevrées, elles s'atrophient. Les "enfants loups", réduits à l'état sauvage, sont incapables d'aligner trois phrases, courent à quatre pattes et mordent. Comme tous les bébés du monde, ils ont pourtant eu au départ le don des langues et celui

## La preuve par deux

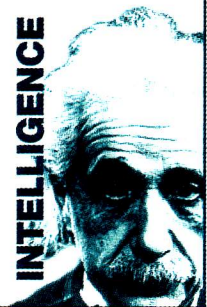
**Pour évaluer la part de l'inné et de l'acquis dans l'intelligence, rien de tel, *a priori*, que d'étudier des paires de vrais jumeaux élevés chacun de son côté. Hélas, les principaux travaux ne portent que sur une vingtaine de couples et n'autorisent aucune conclusion.**

de la marche, talents qu'ils ont gâchés pour ne pas les avoir entretenus. Pour les spécialistes du cerveau, le débat de l'inné est donc depuis longtemps éternel. L'obscur objet de leurs études ne fonctionne pas comme un banal logiciel informatique programmé dès la conception. Sa plasticité naturelle lui permet de conserver un degré de liberté et d'improvisation en réponse aux sollicitations du milieu.

Mieux, contrairement à ce que prétendait Descartes, se détacher du monde sensible pour cultiver la raison pure nuirait au rendement cérébral. Les émotions, loin de brouiller l'intelligence, la stimulent. C'est du moins ce qu'affirme Antonio R. Damasio, directeur du département de neurologie de l'université de l'Iowa, à l'issue de nombreuses expériences menées avec sa femme Hanna, diplômée de médecine de l'uni-







# Ni trop ni trop peu émotif : le

■ ■ ■ versité de Lisbonne (voir *Science & Vie* n° 933, p. 70). «Les émotions ne sont pas du tout des éléments perturbateurs pénétrant de façon inopportune dans la tour d'ivoire de la raison. Autrement dit, il est probable que la capacité d'exprimer et de ressentir des émotions fait partie des rouages de la raison, pour le pire et pour le meilleur», écrit le «Toscanini de la neurophysiologie» (comme l'appellent ses collègues) dans *l'Erreur de Descartes* (1).

En plus de 350 pages, il tente de réconcilier le corps et l'esprit au nom d'un mariage de raison. «La perception des émotions exerce une puissante influence sur la faculté de raisonnement. Les systèmes neuraux desservant la première sont mêlés à ceux qui sous-tendent la seconde», conclut-il.

Les Américains, toujours à la pointe de la mode, ont donc provisoirement troqué le QI contre le QE (quotient émotionnel), censé mesurer la réactivité des individus et, par voie de conséquence, être un bon indicateur de l'intelligence. Selon le promoteur de cette nouvelle méthode d'évaluation, Daniel Goleman, diplômé de psychologie et vulgarisateur scientifique au *New York Times*, pour être intelligent, il ne faut être ni trop ni trop peu émotif. Un soupçon d'angoisse (émotion suscitée par l'appréhension du danger) favorise la concentration. Trop, au rebours, paralyse. L'intelligence émotionnelle serait par essence une qualité complexe, un subtil mélange de self-control, de sociabilité, de conscience de sa propre valeur – cocktail indispensable pour réussir professionnellement.

## DE LA DÉBILITÉ AU GÉNIE, TURNER SAUTE LE PAS

Nullement émus par la ruine des idéologies ni par l'ouverture de la «boîte noire» du cerveau, les avocats du (ou plutôt des) gène(s) de l'intelligence ne baissent pas les bras. Des francs-tireurs, tels que Gillian Turner, reviennent aujourd'hui à la charge et tentent de localiser les gènes incriminés dans le génome. Sur les traces de R. Lehrke, dont la théorie de la même eau avait été contrée dans les années 1970 par N. Morton (lequel avait calculé que seuls 17 des 325 gènes associés à des retards mentaux logeaient dans le chromosome X) le chercheur australien affirme en avoir comptabilisé 154 sur le même X. De la débilité au génie, il n'y a qu'un pas (biologique), que Turner n'hésite pas

(1) Odile Jacob, 1995.



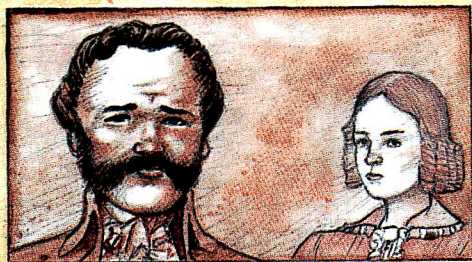
ILLUSTRATION B. BITTLER

à franchir. Selon lui, si un chromosome X aux gènes déficients provoque des retards mentaux, à l'inverse, lorsqu'il jouit de gènes bien mutés, il donne des surdoués.

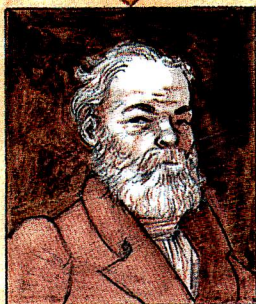
Pour étayer son hypothèse du chromosome X vecteur de l'intelligence, Turner s'accroche aux branches de l'arbre généalogique de la famille de Darwin, au sein de laquelle quelques membres sont signalés comme «individus brillants». Le naturaliste anglais, notoirement intelligent, n'avait-il pas pour cousin Francis Galton, père des premières mesures par tests de l'intelligence et auteur, comme par hasard,



# secret de l'intelligence



Josuah  
Wedgwood



Francis Galton

BRITLER

## Darwin avait-il l'esprit de famille ?

Pour étoffer sa démonstration, Gillian Turner en appelle à la famille Darwin. Charles ayant hérité sa vocation de naturaliste de son aïeul paternel (Erasmus), Turner soutient qu'il tient également son intelligence de sa mère, fille de Josuah Wedgwood, "brillant" céramiste de son état et... grand-père maternel de son cousin Francis Galton, à qui l'on doit les premiers tests d'intelligence.

de *Hereditary Genius*? Charles Darwin aurait hérité du gène évolutionniste légué par son grand-père paternel Erasmus, féru de botanique, à qui l'on doit la prophétique *Zoonomia* (ou *Lois de la vie organique*), qui annonce sa théorie. Mais, pour les besoins de sa démonstration, Turner soutient qu'il tient également son intelligence de sa mère, fille de Josuah Wedgwood, "brillant" céramiste, créateur de la faïence fine, et aussi grand-père maternel de Francis Galton.

## LES INTÉGRISTES DE L'ENVIRONNEMENT

Las, le cousin Galton (grand-bourgeois victorien affolé par la fécondité galopante des "classes dangereuses", mais vrai savant statisticien) jeta aussi les bases de l'eugénisme, qui, entre les mains d'esprits beaucoup moins évolués, fit les ravages que l'on sait. En l'élevant au rang de modèle d'intelligence, Turner commet-il une stupide faute de goût ou signale-t-il – mine de rien – le camp vers lequel ses convictions le portent? La conclusion de l'article du *Lancet* renforce le malaise. Le généticien se fend de quelques recommandations matrimoniales. Il enjoint aux hommes désireux de fonder une famille de résister «aux idéaux actuels d'attractivité sexuelle et de jeunesse» et de choisir leur épouse en fonction de leur pedigree. Sous ce rapport, une bonne origine l'emporte sur une plastique agréable. D'après Turner, tout homme croisant une demoiselle accorte mais plutôt ingrate intellectuellement, entendant ces mots de la Bible trotter dans sa mémoire : «Quelle est cette jeune personne qui s'avance vers nous et dont les traits n'annoncent pas une vive intelligence?», devrait tourner les talons au nom du QI de sa descendance. «Les femmes ont plus de liberté de choix», convient le généticien, qui les autorise à succomber aux charmes physiques de leur partenaire, à condition, toutefois, qu'elles prennent leurs précautions en jugeant la conversation de leur future belle-mère.

Ces théories si favorables à la gent féminine ont fait l'objet d'une publication scientifique, mais pourraient bien, dans les prochains mois, être réfutées. D'autant plus violemment qu'elles alimentent un faux débat. Un groupe de scientifiques, agacés par la chasse aux gènes comme par les intégristes de l'environnement, vient même d'ouvrir un site sur le Web. Objectif : expliquer aux internautes tentés de prendre position dans la querelle inné-acquis qu'aucune des deux écoles n'a raison. L'heure est au fifty-fifty. ■



# Les gènes de la beauté

■ Les fleurs, c'est comme la haute couture : on attend chaque année les nouvelles collections. Dotés de techniques perfectionnées, les botanistes créent sans cesse de nouvelles espèces et de nouvelles variétés. Un marché florissant.

PAR PIERRE ROSSION

PHOTOS ERIC ROBERT  
ET SYLVIE BERGEROT

## Le double sens du blanc

Si en Occident les fleurs blanches sont associées au mariage et au bonheur, en Extrême-Orient elles sont signes de deuil et de chagrin.

## L'amie de Jean-Jacques

Normalement bleue, la pervenche peut devenir rose fuchsia par croisement avec une fleur rose d'espèce différente. Parce qu'elle lui rappelait Mme de Warens, Jean-Jacques Rousseau a fait de la pervenche le signe de la fidélité en amitié.





# Les fleurs ont un LANGAGE

## Bon appétit !

Hormis pour le muguet, qui évoque les lendemains qui chantent, le langage des fleurs est tombé en désuétude. Qui sait encore que la couleur orange (ci-dessus, des œillets d'Inde nains) évoque l'appétit ?



## La fracture nord-sud

En règle générale, les peuples du nord de l'Europe préfèrent les fleurs aux tons pastel, comme les delphiniums (ci-contre). Ceux du sud ont un goût prononcé pour les fleurs aux teintes vives, comme le tournesol, symbole du soleil.





## Fécondation sans abeilles

Les fleurs nouvelles sont traitées avec les plus grands égards. Ces œillets d'Inde femelles reçoivent au pinceau, un par un, du pollen sélectionné qui leur assurera une descendance encore plus belle.



## Sexualité détournée

Chez les fleurs hermaphrodites, on empêche l'autopollinisation, préjudiciable à la vigueur de la plante, en coupant à l'aide d'une pince les anthères qui contiennent le pollen.



## Des gènes venus d'ailleurs

Le pollen nécessaire à la fécondation des fleurs est récolté au moyen de tubes aspirants, qui remplacent le vent et les abeilles butineuses de la nature.





The background of the entire page is a photograph of a woman wearing a wide-brimmed straw hat and a blue and white patterned shirt. She is standing in a field of orange marigolds, carefully tending to the plants with her hands. The field is vast, with rows of flowers stretching into the distance. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

## Flower Valley

La "vallée des fleurs", en Californie, d'où proviennent les photos de ce reportage, produit 70 % des graines de plantes à fleurs vendues dans le monde. Une jardinière vérifie ici la maturité des graines.

An inset photograph showing several workers in a greenhouse. They are wearing light-colored clothing and wide-brimmed hats. They are working in rows of plants, likely the same marigolds seen in the main image. The greenhouse has a blue covering, and the plants are growing in a structured manner.

# Des fleurs COUSUES MAIN





## Protégées par des brevets

En France, le chiffre d'affaires du marché des fleurs est de 32 milliards de francs. Une part importante de ces recettes provient de la vente des créations. Les graines des spécimens sélectionnés sont récoltées, mises en sachet et accrochées à chaque pot producteur. Elles sont protégées par des brevets.

## La qualité poids lourd

Les graines sélectionnées sont triées selon leur poids à l'aide de tables vibrantes. Les plus lourdes sont déversées dans un sac, les plus légères dans un autre. Les graines les plus denses sont de meilleure qualité et se reproduisent mieux.







## Des graines triées sur le volet

Les graines de prix sont systématiquement triées, sous haute surveillance, dans des plateaux qu'on fait vibrer à la main, à l'instar de nos grands-mères qui autrefois séparaient les petits pois fins et extrafins. Le secret de fabrication de ces graines est jalousement gardé.

## L'odeur vaut de L'ARGENT



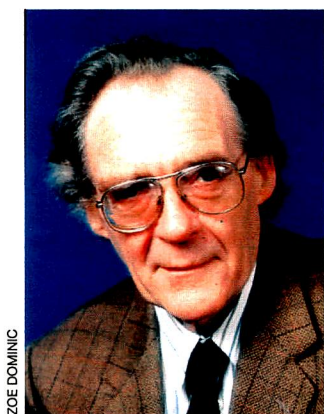
## Des fleurs globe- trotters

Par sélection génétique, on peut aujourd'hui obtenir des fleurs coupées de longue conservation, qui peuvent être exportées sans dommage en n'importe quel point du globe.



# « La science est en danger »

Un entretien avec John Maddox, ex-rédacteur en chef de *Nature*



ZOE DOMINIC

■ John Maddox est l'un des hommes du monde qui connaissent le mieux l'univers de la science. Il a dirigé pendant deux décennies la prestigieuse revue britannique *Nature*. Il livre à *Science & Vie*, en exclusivité, ses réflexions sur les relations (tendues) entre la science et la société.

PROPOS RECUEILLIS PAR ROMAN IKONICOFF

**L**es Britanniques cultivent l'art de la discrétion. Comment expliquer autrement que la presse française ait ignoré l'un des faits marquants du monde scientifiques en 1996 : John Maddox a quitté la direction de la prestigieuse revue *Nature*...

Cette revue, fondée le 4 novembre 1869, les scientifiques du monde entier la connaissent et la redoutent. Elle est "incontournable" : si les résultats d'une recherche y sont publiés, l'auteur a droit à la reconnaissance de la communauté scientifique mondiale. Sinon, il reste dans l'ombre. Les textes sont sélectionnés par une véritable commission d'enquête, digne de Scotland Yard. Ces *referees* (arbitres) de la science reçoivent des centaines de demandes par mois, des plus sérieuses aux plus farfelues.

On comprend l'immense responsabilité qui a incombé, pendant

vingt-deux ans, à John Maddox – à l'origine, professeur de physique théorique –, de 1966 à 1973, puis de 1980 à 1995. Cet homme a marqué de son empreinte discrète le monde des sciences. Il fut aussi – et demeure – un témoin privilégié de la construction de l'édifice scientifique moderne.

**Science & Vie :** Vous avez été rédacteur en chef de *Nature* pendant vingt-deux ans. Qu'est-ce qui a changé dans la pratique des sciences au cours de cette période ?

**John Maddox :** La science est devenue bien plus concurrentielle qu'auparavant. Chacun sait aujourd'hui qu'il doit publier pour être reconnu, pour avoir de l'argent, et pour être professionnellement promu. Du coup, les chercheurs sont parfois prêts à tricher ! Ce n'est pas le cas de la majorité, mais le phénomène est assez important pour qu'on s'en préoccu-

pe. Le second changement sensible, c'est qu'il y a plus de science(s) qu'autrefois. Ce qui a modifié la façon dont on conduit les recherches.

**S & V :** C'est-à-dire ?

**J. M. :** Par exemple, on "fait" à présent beaucoup de biologie. Celle-ci est devenue le "lieu" de la science. Si vous avez de bonnes idées, vous pouvez vous rendre dans un laboratoire et, en quelques jours ou quelques semaines, produire de bons résultats, qui seront immédiatement publiés. Ce n'est pas le cas en physique, notamment. La tendance actuelle est aux projets à court terme. J'ai l'impression que cela nuit à la qualité : les chercheurs ne prennent pas suffisamment de temps pour réfléchir au sens de leur recherche.

**S & V :** Cela nous ramène à l'affaire de la "mémoire de l'eau". Le 30 juin 1988, *Nature* publie le texte du chercheur français Jacques Benveniste, qui prétend que l'eau,



même purifiée, garde la mémoire des substances qu'elle a contenues, ce qui s'est révélé faux par la suite. Ce cas illustre-t-il vos propos ?

**J. M. :** Non. C'est un cas unique. Les fraudes se caractérisent par la préméditation. C'est ce qui est arrivé avec la fusion froide (1). En revanche, l'équipe de Benveniste s'est induite elle-même en erreur, sans préméditation : elle croyait réellement avoir fait une découverte. Ce n'est pas de la fraude, c'est de l'auto-suggestion.

**S & V :** Alors, pourquoi *Nature* a-t-il publié ce travail ?

**J. M. :** J'ai perdu mon sang-froid ! J'avais écrit à Benveniste une lettre très aimable où je lui disais : «Je sais que nous avons votre texte depuis deux ans et que vous avez tenu compte du mode opératoire que nous vous avons indiqué. Mais je ne peux pas le publier parce que je ne crois pas à vos résultats.» Il me répondit : «Etes-vous en train de m'accuser de fraude ?» Je lui dis que non, mais il ajouta : «Vous me mettez dans la position de Galilée.» Il a insisté jusqu'à ce que j'accepte. «Je le publie, mais à condition que vous nous laissiez venir voir comment vous menez votre expérience.» Il a accepté à son tour. Nous avons donc publié l'article, accompagné de l'avertissement suivant : «N'y croyez pas avant que nous soyons en possession des résultats de notre propre enquête.»

Nous avons fait appel au magi-

(1) La fusion de molécules d'hydrogène sans apport d'énergie est un rêve de physicien. Ce processus permettrait la production d'une énergie quasi gratuite, l'hydrogène étant le composant le plus répandu dans l'Univers. Le 23 mars 1989, une équipe de chercheurs annonça qu'elle avait pu réaliser cet exploit, ce qui se révéla faux.



## Aussi vrai que *Nature*

**Fondée le 4 novembre 1869, *Nature* est la plus importante revue scientifique du monde. Elle est le point de passage obligé des chercheurs qui veulent faire reconnaître leurs travaux. Avant de les publier, *Nature* s'entoure d'infinies précautions : les articles sont sélectionnés par un groupe d'experts (les *referees*) venus de tous les horizons de la science.**

cien James Randi, un roi de la prestidigitation et de la suggestion. Une fois sur place, à l'hôpital Cochin, sa mission était de repérer un éventuel tour de passe-passe pendant l'expérience. Toujours est-il que nous avons tout de suite vu qu'ils s'agissait d'une erreur. Benveniste nous a dit dès le début : «Parfois ça marche, parfois non.

autre planète !» Il n'a jamais conduit l'expérience lui-même, il a toujours demandé à son assistante de le faire. De plus, nous nous sommes aperçu que l'expérience n'était pas menée correctement. Mais Benveniste était de bonne foi, il s'est simplement trompé.

**S & V :** Le 23 mars 1989, *Nature* publie un article autrement sérieux, ■ ■ ■



aurait dû être plus vigoureux. Pendant sept ans, nous l'avons mis en garde, en publiant nombre d'articles. Il est impensable que le gouvernement n'ait pas interdit les farines animales. Il a introduit une réglementation, certes, mais person-

ne ne l'a respectée. Il aurait dû dire à la Commission euro-

**J. M. :** Parce que nous ne connaissons pas encore exactement le mode de transmission. Certains

**J. M. :** Parce que nous ne connaissons pas encore exactement le mode de transmission. Certains doutes pèsent sur l'hypothèse d'un prion qui franchirait la barrière des espèces (2). Mais il est un point bien plus important : il faut absolument savoir s'il existe une transmission de la vache au veau (3). Si c'était le cas, le problème serait bien plus sérieux.

**J. M. :** nants doivent se pencher d'urgence  
Mettre en pla- sur ce problème.

**S & V :** L'affaire de la vache folle ne met-elle pas en lumière l'impuis-

potentials rhythmically at about 40–50 Hz in very anesthetized (and, in some cases, reported in an abstract elsewhere, in awake) animals. This rhythmicity is accompanied by an oscillation in the extracellular field potential, and it was not evident in recordings from the main input to the neocortex from the thalamus, the oscillatory field potentials are evoked by some visual stimuli, and the phase even between the oscillatory visual cortical areas (17) and the main visual cortical areas in one area are in phase with the action potential discharge in the other. In their paper on "oscillations with the action potential discharge," Gray et al. report that oscillations in the discharge are commonly in phase for neurons with overlapping receptive fields, but out of phase for neurons with nonoverlapping receptive fields. In particular, stimulus orientation is important when the authors report that more than 2 mm apart, they find that oscillations are out of phase. They also report that oscillations in phase exist over distances of

...the but as a single  
...entially occluded.  
...the correlated oscillations. It  
...more intriguing to see whether neurons in  
...the different cortical areas specialize for  
...the color, depth, motion and so on exhibit  
...colored, rhythmic discharges when  
...ORIONS

Charles Weissmann

[illegible][illegible]

**Human basophilic antiserum**

E. Davrenus, F. Heurtauf, J. P. Fortrier, P. Beloni, A. Saito

When human polyclonal antiserum should be used against...  
 ...are exposed to many different...  
 ...for demonstrated to eliminate...  
 ...of 92-100% of the human...  
 ...to the human...

nants doivent se pencher d'urgence sur ce problème.

**S & V : L'affaire de la vache folle ne met-elle pas en lumière l'impuis-**

**SCIENTIFIC PAPER**

**ophil degranulation triggered by very**

**rum against IgE**

**NATURE NEW ZEALAND**

**Amara\*, M. Obermann\*, B. Mohlmann\*, A. Mladinovic, A. Tredesch, B. Pommerschi,**

**Landy, B. Polverin & J. Bevan\***

**Stirke des Carrots, 922400, Saint, France**

**monology, Kaplan (1992), New Zealand**

**of Agriculture, P.O. Box 120, Palmerston**

**Intensive Diseases and Immunology**

**University of Auckland, Auckland 1040, New**

**University of Illinois, Urology Medicine, Peabody,**

**University of Toronto, 25 Huron Street,**

**phils, a type of white blood cell with antibodies**

**on of us, IgE (allergic reaction) from**

**L'affaire de la "mémoire de l'eau" jeta un discrédit durable sur la revue *Nature*, qui se fit l'écho de cette erreur scientifique. Pourtant, quand *Nature* publia, dès 1989, des résultats autrement sérieux sur les risques de transmission à l'homme de la maladie de la vache folle, ils tombèrent dans un oubli qui apparaît aujourd'hui inexcusable.**

78 *Science & Vie* · n° 948 septembre 1996

Department of Art History, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Anatomy, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Animal Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada  
 Department of Cell Biology, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Chemistry, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Clinical Medicine, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Environmental Science, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Food Science, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Geography, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Health, Behaviour and Society, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of History, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Information Science, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Law, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Life Sciences, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Medicine, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Molecular Biology and Biochemistry, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Neuroscience, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Nursing, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Occupational Science and Occupational Therapy, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Philosophy, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Physics, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Psychology, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Public Health, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Social Science, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Sociology, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Systems Science, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Theology, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Urban and Environmental Planning, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Veterinary Medicine, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada  
 Department of Zoology, University of Toronto, 128 St. George Street, Toronto, Ontario, Canada

antibodies responsible for human idiotype hypersensitivity to the IgE isotype. The most salient features of membrane-associated IgE are:

[illegible]

# Anti IgE

...baum\*, B. B.

...supposedly too low to trigger the  
...they explored this phenomenon  
...of goat anti-human IgG  
...specific antibody per ml) (Fv) anti-  
...Tyndale's solution containing human  
...to  $1 \times 10^6$  dilution containing human  
...technical

...concentration (10) in the assay (see methods). The expected basophil degranulation after exposure of leukocyte preparations with a maximum of 10% of the cells.

Table 1 Bacterial colonies after exposure to anti-IgJ, antiserum at low and high dilutions

| № п/п | Имя           | Возраст | Пол | Группа |
|-------|---------------|---------|-----|--------|
| 1     | Иванов И.И.   | 25      | М   | 1      |
| 2     | Петров П.П.   | 28      | М   | 2      |
| 3     | Сидоров С.С.  | 30      | М   | 3      |
| 4     | Климов К.К.   | 32      | М   | 4      |
| 5     | Васильев В.В. | 35      | М   | 5      |
| 6     | Попов П.П.    | 38      | М   | 6      |
| 7     | Морозов М.М.  | 40      | М   | 7      |
| 8     | Кузнецов К.К. | 42      | М   | 8      |
| 9     | Березин Б.Б.  | 45      | М   | 9      |
| 10    | Волков В.В.   | 48      | М   | 10     |
| 11    | Смирнов С.С.  | 50      | М   | 11     |
| 12    | Михайлов М.М. | 52      | М   | 12     |
| 13    | Иванов И.И.   | 55      | М   | 13     |
| 14    | Петров П.П.   | 58      | М   | 14     |
| 15    | Сидоров С.С.  | 60      | М   | 15     |
| 16    | Климов К.К.   | 62      | М   | 16     |
| 17    | Васильев В.В. | 65      | М   | 17     |
| 18    | Попов П.П.    | 68      | М   | 18     |
| 19    | Морозов М.М.  | 70      | М   | 19     |
| 20    | Кузнецов К.К. | 72      | М   | 20     |
| 21    | Березин Б.Б.  | 75      | М   | 21     |
| 22    | Волков В.В.   | 78      | М   | 22     |
| 23    | Смирнов С.С.  | 80      | М   | 23     |
| 24    | Михайлов М.М. | 82      | М   | 24     |
| 25    | Иванов И.И.   | 85      | М   | 25     |
| 26    | Петров П.П.   | 88      | М   | 26     |
| 27    | Сидоров С.С.  | 90      | М   | 27     |
| 28    | Климов К.К.   | 92      | М   | 28     |
| 29    | Васильев В.В. | 95      | М   | 29     |
| 30    | Попов П.П.    | 98      | М   | 30     |
| 31    | Морозов М.М.  | 100     | М   | 31     |
| 32    | Кузнецов К.К. | 102     | М   | 32     |
| 33    | Березин Б.Б.  | 105     | М   | 33     |
| 34    | Волков В.В.   | 108     | М   | 34     |
| 35    | Смирнов С.С.  | 110     | М   | 35     |
| 36    | Михайлов М.М. | 112     | М   | 36     |
| 37    | Иванов И.И.   | 115     | М   | 37     |
| 38    | Петров П.П.   | 118     | М   | 38     |
| 39    | Сидоров С.С.  | 120     | М   | 39     |
| 40    | Климов К.К.   | 122     | М   | 40     |
| 41    | Васильев В.В. | 125     | М   | 41     |
| 42    | Попов П.П.    | 128     | М   | 42     |
| 43    | Морозов М.М.  | 130     | М   | 43     |
| 44    | Кузнецов К.К. | 132     | М   | 44     |
| 45    | Березин Б.Б.  | 135     | М   | 45     |
| 46    | Волков В.В.   | 138     | М   | 46     |
| 47    | Смирнов С.С.  | 140     | М   | 47     |
| 48    | Михайлов М.М. | 142     | М   | 48     |
| 49    | Иванов И.И.   | 145     | М   | 49     |
| 50    | Петров П.П.   | 148     | М   | 50     |
| 51    | Сидоров С.С.  | 150     | М   | 51     |
| 52    | Климов К.К.   | 152     | М   | 52     |
| 53    | Васильев В.В. | 155     | М   | 53     |
| 54    | Попов П.П.    | 158     | М   | 54     |
| 55    | Морозов М.М.  | 160     | М   | 55     |
| 56    | Кузнецов К.К. | 162     | М   | 56     |
| 57    | Березин Б.Б.  | 165     | М   | 57     |
| 58    | Волков В.В.   | 168     | М   | 58     |
| 59    | Смирнов С.С.  | 170     | М   | 59     |
| 60    | Михайлов М.М. | 172     | М   | 60     |
| 61    | Иванов И.И.   | 175     | М   | 61     |
| 62    | Петров П.П.   | 178     | М   | 62     |
| 63    | Сидоров С.С.  | 180     | М   | 63     |
| 64    | Климов К.К.   | 182     | М   | 64     |
| 65    | Васильев В.В. | 185     | М   | 65     |
| 66    | Попов П.П.    | 188     | М   | 66     |
| 67    | Морозов М.М.  | 190     | М   | 67     |
| 68    | Кузнецов К.К. | 192     | М   | 68     |
| 69    | Березин Б.Б.  | 195     | М   | 69     |
| 70    | Волков В.В.   | 198     | М   | 70     |
| 71    | Смирнов С.С.  | 200     | М   | 71     |
| 72    | Михайлов М.М. | 202     | М   | 72     |
| 73    | Иванов И.И.   | 205     | М   | 73     |
| 74    | Петров П.П.   | 208     | М   | 74     |
| 75    | Сидоров С.С.  | 210     | М   | 75     |
| 76    | Климов К.К.   | 212     | М   | 76     |
| 77    | Васильев В.В. | 215     | М   | 77     |
| 78    | Попов П.П.    | 218     | М   | 78     |
| 79    | Морозов М.М.  | 220     | М   | 79     |
| 80    | Кузнецов К.К. |         |     |        |

The study coded twice by two independent pairs of observers and assessed agreement with percentage as described in legend to table 1.  
 (Trend's IBA) or positive (aig)  $1 \times 10^{-5}$  (system 1) data were  
 (aig) / Number in parentheses indicates percentage also.  
 The study was similar to  
 DGS 1972-13 (13)

... of the mean  $\pm$  s.e. of hospital number actually counted as  
... formulation compared with 7 male  $\pm$  125A



sance de la science à guérir les maux de la société ?

**J. M. :** Oui. Et c'est pour-quoi elle a perdu de sa crédibilité aux yeux du public. C'est une conséquence du contexte ultra-concurrentiel où elle évolue aujourd'hui : les scientifiques affirment trop et trop tôt, sans prendre le temps de vérifier leurs hypothèses. Il existe aussi un grave problème de communication : la science est si spécialisée qu'elle en devient opaque pour les profanes.

**S & V :** Pourtant, les hommes ont besoin d'explications...

**J. M. :** Bien sûr. C'est pourquoi ils se tournent de plus en plus vers les parasciences. On assiste à un retour de l'irrationnel qui remet en question l'enracinement de la pensée scientifique dans la société. De plus, cette tendance antiscientifique compromet les budgets de recherche, car ils deviennent difficiles à justifier aux yeux des citoyens. Ils s'amenuisent déjà. C'est un danger pour la science et pour le monde.

**S & V :** Néanmoins, peut-on dessiner les axes essentiels de la science de demain ?

**J. M. :** J'en vois deux. Le grand défi du XXI<sup>e</sup> siècle sera l'étude du cerveau. Aujourd'hui, nous ne savons même pas ce que "penser" signifie, mais je suis convaincu qu'un jour nous pourrions appréhender la

## Les défis du futur

**Elucider l'origine de l'Univers, percer le mystère de la conscience et du cerveau, combattre la montée des parasciences en redéfinissant les rapports entre science et société... Tels sont, selon John Maddox, les défis de la science du XXI<sup>e</sup> siècle.**

conscience. Le second thème sera la recherche sur l'origine de l'Univers. L'idée d'une grande explosion "originelle", le big bang, n'est pas satisfaisante, car elle implique qu'il y ait eu une phase d'inflation de l'Univers ultrarapide. Cette phase d'inflation me semble être une justification a posteriori pour maintenir le modèle du big bang. C'est scientifiquement discutable. Cependant, pour percer le mystère

de l'origine de l'Univers, il faudra d'abord combler une lacune fondamentale de la physique théorique : l'incompatibilité de la théorie de la gravitation et de la physique quantique. C'est l'un des thèmes de mon prochain livre, intitulé *Que reste-t-il à découvrir ?*

**S & V :** Et vos autres projets ?

**J. M. :** De petites choses : monter un comité européen des sciences, indépendant de la Commission européenne, car cela manque cruellement. Puis mettre en place un site Internet qui sera une sorte de *Nature* sur réseau. ■

(2) Voir Science & Vie n° 944, p. 98.

(3) Cette transmission a été mise en évidence quelques jours après cet entretien.

PHOTO X  
TOUS DROITS  
RÉSERVÉS



# Comment le chant



F. DESCHANDOL/BIOS



# vient aux oiseaux

■ Drôles d'oiseaux...  
Ils doivent leurs talents  
de chanteurs  
à une particularité  
anatomique unique  
dans le règne animal.  
Mais comment diable  
s'y prennent-ils pour  
apprendre et reproduire  
des mélodies ?

PAR MARIE-SOPHIE  
GERMAIN

**L**e chant des oiseaux a toujours fasciné les poètes. Car les oiseaux sont, avec l'homme, les seuls animaux capables à la fois de produire, d'apprendre, d'improviser et même d'imiter des sons. Mais comment les oiseaux chantent-ils ?

Chez l'homme, la voix est produite par les vibrations des cordes vocales dans le larynx. Mais l'oiseau n'en possède pas. Sa voix résulte d'une particularité anatomique : sa caisse de résonance est un élargissement de la trachée, à l'endroit même où le conduit respiratoire se divise pour former les bronches. C'est la syrinx, une fosse cartilagineuse renforcée de membranes élastiques, et munie de muscles qui contrôlent la tension et la position des tissus vibrant au passage de l'air.

Composé de deux parties indépendantes, cet organe, unique dans le règne animal, permet à l'oiseau de produire en même temps deux mélodies distinctes mais semblables. Elles se fondent en un seul chant, qui est ensuite modifié par les cavités nasales, le bec et la gorge. En général, la qualité du chant de l'oiseau est proportionnelle au nombre de muscles de la syrinx : le pigeon, par exemple n'en a que ■ ■ ■

## Quand le coucou crie famine...

... il se trouve toujours un oiseau d'une autre espèce pour lui donner la becquée! Il est vrai que le coucou est un imitateur-né, et que tout volatile qui se respecte ne résiste pas à l'appel de ses congénères! Quant au pinson à la gorge rouge, il module son chant aux quatre coins de l'Europe pour marquer son territoire. L'étendue de son répertoire n'a pas fini de nous étonner...

C. SIMON/SUNSET





■ ■ ■ deux, alors qu'on peut en trouver de cinq à neuf chez la plupart des oiseaux chanteurs. Le maître de l'imitation, l'étourneau sansonnet (*Stumus vulgaris*), qui peut en posséder jusqu'à dix-huit (!), est une exception. L'un de ses congénères, qui appartenait à Mozart, aurait, dit-on, interprété plusieurs parties du concerto pour piano n° 17 en sol majeur de son maître...

Considéré comme un caractère sexuel secondaire, le chant est habituellement attribué aux mâles, qui doivent absolument le maîtriser pour délimiter leur territoire – aux frontières invisibles – ou attirer une femelle, mais aussi pour renforcer les liens du couple pendant la nidification.

En général, les oiseaux ne poussent la chansonnette qu'au printemps, pendant la prise de possession du territoire, et s'interrompent pendant la mue. Mais les espèces grégaires, telles que les palombes, se font entendre toute l'année. Dans certains cas, les femelles chantent aussi, de façon généralement plus mélodieuse.

Une étude sur les fauvettes (passereaux du genre *Sylvia*), menée en Suède par Donald E. Kroodsma (université du Massachusetts), montre que les femelles recherchent pour partenaire le

et adéquat pour nidifier. Elles donneront ainsi le jour à une progéniture plus saine.

### LE RÉPERTOIRE DU POULET SOURD

Il arrive qu'un oiseau s'approprie sans scrupules le chant d'une autre espèce : c'est le cas du diamant mandarin (*Poephila guttata*), petit oiseau exotique présent dans beaucoup de foyers. Si l'on subtilise les œufs d'une femelle mandarin et qu'on les place dans le nid d'une certaine espèce de pinson, les bébés mandarins adoptent le chant et les attitudes de leurs parents nourriciers. Ils les reproduiront lorsqu'ils seront en présence d'autres pinsons. En revanche, ils feront la cour

aux membres de leur espèce en "langage mandarin", langage qu'ils n'auront jamais entendu avant !

Dans les années 60, un chercheur japonais a démontré que la surdité provoquée expérimentalement chez le poulet, dès la sortie de l'œuf, n'empêchait pas le développement d'un répertoire complet. Un autre cas bien connu est celui du coucou gris (*Cuculus canorus*), déjà observé il y a 2300 ans par Aristote. Après qu'elle a repéré un nid, la femelle du coucou pond (en moins de dix secondes !) un œuf unique dans le nid d'une rousserolle, par exemple, en prenant bien soin d'en éliminer un de la couvée. Ainsi, elle fait élever ses petits par d'autres espèces et se reproduit à leurs dépens.

## POLYPHONIE POUR DIALECTES

■ Les dialectes des oiseaux sont bien connus des ornithologues. Longtemps considérés comme un trait pittoresque de l'espèce, ils sont maintenant étudiés à des fins scientifiques.

De 1987 à 1992, un chercheur de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), Jean Joachim, a mené une étude portant sur les dialectes du pinson des arbres (*Fringilla coelebs*). Cette enquête vise à tester la théorie des populations dites "des peuplements insulaires", qui postule que les groupes fragmentés, isolés, comme ceux qu'on trouve dans une île, peuvent avoir des échanges génétiques grâce aux populations du continent voisin. Echanges indispensables au maintien de l'espèce.

Le pinson a été choisi car, contrairement à beaucoup d'es-

pèces, il possède un "dialecte vrai", appris dans la toute première année, par l'écoute des parents et du voisinage; son acquisition est définitive, même si l'oiseau se déplace. C'est donc un marqueur stable de population. Le dialecte se compose d'une trentaine de chants, dont cinq à sept sont réellement répandus, pour un répertoire d'une à six "phrases" par individu. A noter que le pinson ne chante pas, il "ramage" !

L'échantillonnage sonore a été effectué dans plusieurs forêts du Sud-Ouest de la France, dans une zone de plusieurs milliers de kilomètres carrés. Dans chaque forêt, de 15 à 20 pinsons au moins ont été enregistrés, chacun pendant vingt minutes, afin de couvrir l'ensemble du répertoire de chaque individu. Près de mille pinsons ont été enregistrés. Une banque de données a ensuite été constituée "à l'oreille". Les chants, numérisés sur ordina-

## Les meilleurs chanteurs sont aussi les plus robustes...

mâle qui a le plus de variantes dans son répertoire. Lors des joutes musicales, les mâles admettent la supériorité biologique d'un compétiteur en entendant son répertoire. En effet, les meilleurs chanteurs sont d'une "qualité" biologique supérieure, et les femelles, en s'accouplant à l'un d'entre eux, augmentent leurs chances de trouver un endroit sûr



F. RENARD/BIOS

**Toute sa vie, ce pinson des arbres sera fidèle au dialecte de sa région d'origine.**



Mais le chant du coucou arrivé à maturité diffère totalement de celui de ses parents nourriciers...

Comment les oiseaux apprennent-ils le chant propre à leur espèce ? Des chercheurs, tels que Stephen Nowicki, de l'université de Durham (Grande-Bretagne), s'accordent à dire que, en matière de chant, la performance d'un oiseau est l'affaire d'un bon matériel génétique et de bons tuteurs. Les scientifiques tentent de déterminer quels talents sont innés et lesquels sont acquis: pourquoi et comment les oiseaux chantent-ils juste, et comment parviennent-ils à se souvenir de toutes leurs mélodies ?

La tendance à produire des sons justes serait pour une bonne part

innée, suggère l'équipe de Stephen Nowicki. Elle a recueilli dans leur nid treize bruants chanteurs d'Amérique du Nord (*Melospiza melodia*), âgés de trois à cinq jours. Puis les chercheurs les ont répartis en deux groupes. Au premier ils ont fait écouter des chants de bruants adultes; au second ils ont imposé les mêmes chants, mais avec des distorsions harmoniques.

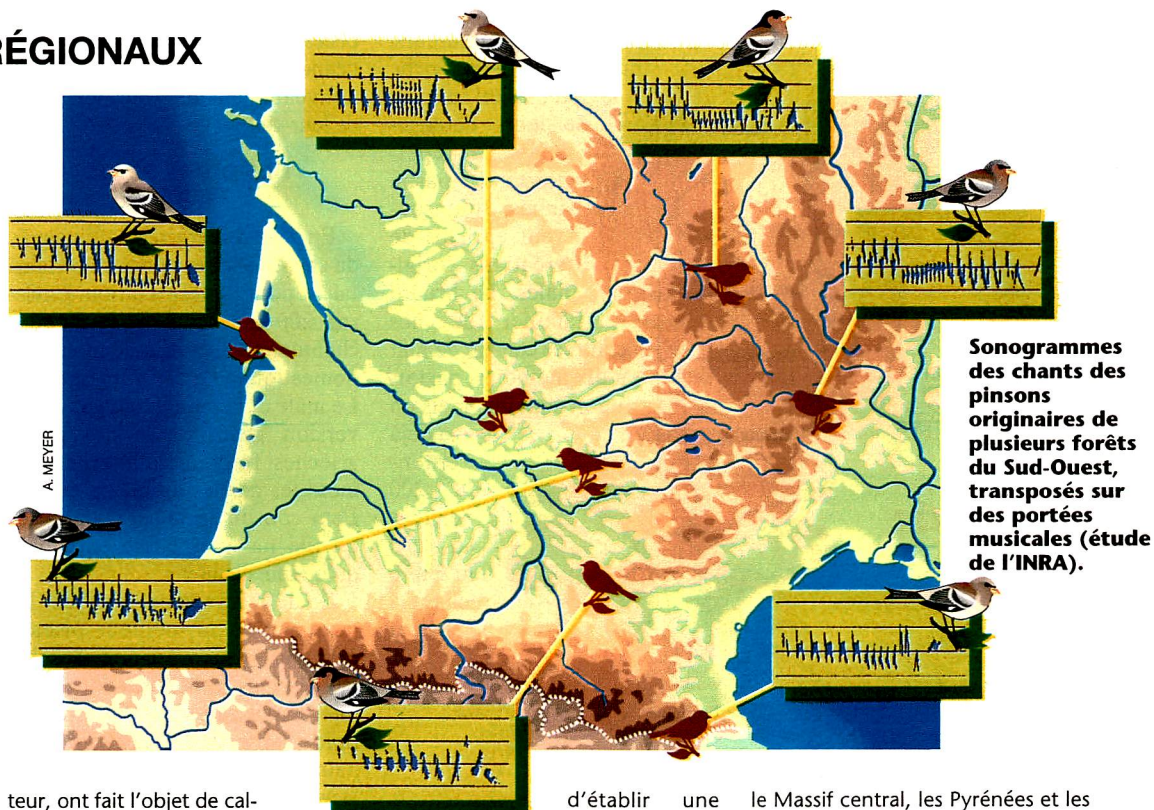
### LES MIGRATEURS SUIVENT DES COURS EN VOYAGE

Les résultats sont spectaculaires: un an plus tard, le premier groupe répétait presque toutes les mélodies qu'il avait entendues, tandis que le second les reproduisait en supprimant la plupart des fausses

notes! Près de 85 % de leurs notes étaient justes, et ce pourcentage augmentait au fur et à mesure que les oiseaux arrivaient à maturité.

Ainsi, chez le jeune oiseau, la production de sons justes est en partie innée et ne dépend pas directement d'un modèle, c'est-à-dire d'un entourage de "bonne qualité sonore". Peut-on parler de prédisposition génétique ? De son côté, l'équipe de Meredith J. West (université de l'Indiana), dans une étude destinée à observer comment les vachers (*Molothrus ater artemisiae*) apprennent à chanter sans modèle, a hébergé dix jeunes vachers mâles nord-américains, accompagnés chacun d'une femelle vacher ou d'un canari (*Serinus Canaria*). Les

## RÉGIONAUX



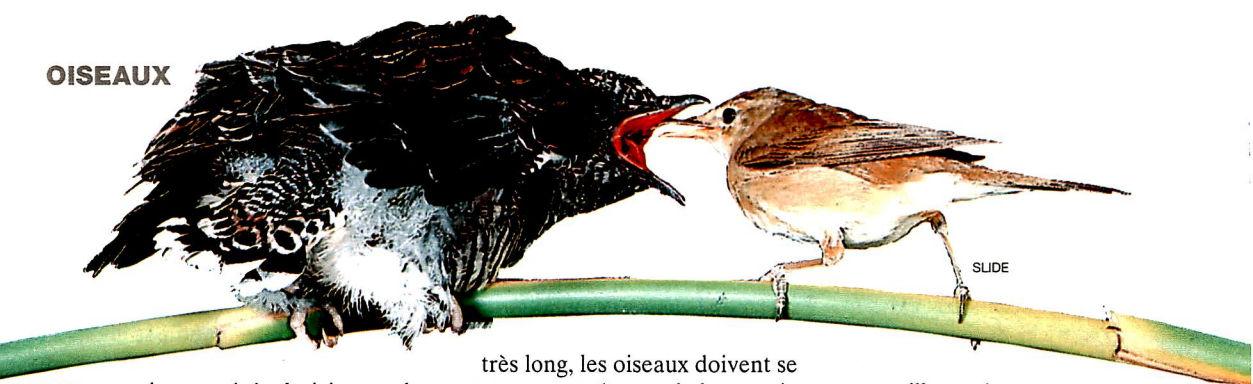
teur, ont fait l'objet de calculs et de représentations graphiques, afin d'évaluer leurs différences: 1 800 sonogrammes ont ainsi été calculés et imprimés.

Les enregistrements ont permis

d'établir une cartographie qui décrit les migrations des individus entre les zones de la région étudiée. Les dialectes peuvent être classés en trois grands groupes, localisés dans

le Massif central, les Pyrénées et les Landes. En outre, on s'aperçoit que des dialectes de régions géographiquement proches sont très différents; d'autres, plus éloignés, peuvent être apparentés.





■ ■ ■ canaris ont été choisis car les jeunes oiseaux ont besoin de compagnie pour se développer normalement et parce que les chercheurs pensaient qu'ils n'influeraient pas sur l'apprentissage des vachers. Pourtant, quelques mois plus tard, les jeunes oiseaux qui cohabitaient avec les vachers chantaient comme eux, et ceux qui avaient pour compagnons les canaris chantaient comme les canaris.

Mais, pour apprendre un répertoire

très long, les oiseaux doivent se trouver en présence de leurs pairs et les écouter chanter. Ce besoin d'avoir un tuteur s'observe chez beaucoup d'espèces, telles que le rouge-gorge (*Erythacus rubecula*), le cardinal (*Phœucticus ludovicianus*) ou les mésanges (appartenant au genre *Parus*). Cependant, le nombre de variations dans le chant d'un oiseau diffère d'une espèce à l'autre. Certaines espèces pourraient être génétiquement prédisposées à posséder un long répertoire, affirme Douglas A. Nelson, un scientifique de l'Ohio. C'est le

cas des oiseaux migrateurs, qui bénéficient d'un riche apport musical au cours de leurs déplacements. Les répertoires, en partie innés, sont souvent enrichis de créations originales. Le bruant familier de nos contrées connaît de huit à dix mélodies, parfois une vingtaine, mais on

une oreille extrêmement précise, grâce à laquelle il distingue les chants de ses voisins et coupe court aux disputes territoriales. Le chant est donc une caractéristique individuelle et parfois même un dialecte régional.

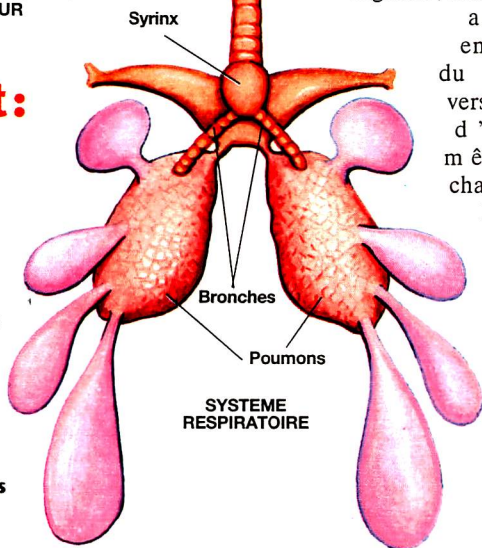
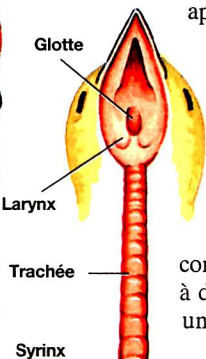
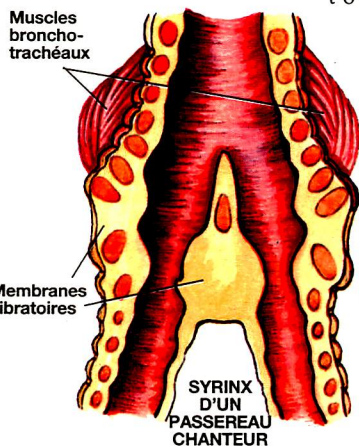
Le dialecte est un chant particulier qui permet de discerner les sous-populations d'une espèce dans un territoire morcelé (voir encadré). Il existe de "faux dialectes", qui ne sont que des variations locales, résultant du phénomène d'imitation chez des espèces dont les jeunes se dispersent beaucoup et peuvent apprendre de nouveaux chants tout au long de leur vie.

### DES DIVAS POIDS PLUME

En dépit du caractère "utilitaire" du chant, les oiseaux ont un certain talent pour l'interprétation. Environ 200 espèces dans le monde chantent en duo, dont le moineau domestique (*Passer domesticus*). Le mâle et la femelle du gonolek, version africaine de nos pies-grièches, fredonnent alternativement les parties du même chant. Leur coordination est si parfaite qu'elle ne nous laisse entendre qu'un seul chanteur.

En définitive, à qui attribuer le disque d'or du meilleur oiseau chanteur ? L'appréciation est subjective. Des recherches ont établi une classification de 70 espèces nord-américaines. Dans l'ordre, la palme revient au troglodyte de Bewick (de l'Ontario au Mexique), au troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*), largement répandu dans toute l'Europe, et au moqueur polyglotte.

Et l'étourneau de Mozart ? ■



## Un bel instrument : la syrinx

Chez les oiseaux, le principal organe de la voix est la syrinx, une caisse de résonance membraneuse située en général au confluent de la trachée et des bronches. Plus les muscles qui contrôlent la syrinx sont développés, plus le chant est varié.

a déjà  
enten-  
du 200  
versions  
d'un  
même  
chant !  
Il a





# Vous êtes jeune ? Vous êtes un passionné de science ? Alors participez au **CONCOURS EUROPÉEN DES JEUNES SCIENTIFIQUES** et mesurez-vous aux meilleurs d'entre eux !

**Participez au CONCOURS EUROPÉEN  
DES JEUNES SCIENTIFIQUES  
organisé par l'Union européenne.**

Son objet :

Présenter une recherche scientifique théorique ou appliquée.

Dans quel domaine :

A vous de choisir.

Vous pouvez concourir seul ou par équipe  
(3 personnes maximum)

**RÉSERVÉ AUX 15-21 ANS,  
en 1<sup>ère</sup> année  
d'enseignement supérieur maximum.**

**SCIENCE & VIE et SCIENCE & VIE JUNIOR**

organisent la sélection française de ce grand concours qui aura  
lieu durant le 2<sup>ème</sup> trimestre 97.

Date limite de remise des projets : le 30 mars 1997.

Concours Européen : septembre 97 en Italie.

Parmi les prix, des chèques de 5 000, 3 000 et 1 500 EURO,  
des stages en laboratoire et la possibilité de faire avancer  
vos idées et votre esprit créatif avec des savants de renommée  
internationale.

Avec la participation de l'ANSTJ, du CNES, du CNRS, de  
l'IFREMER, de l'INRA, et de l'INSERM.  
Sous le patronage du Ministère de l'Éducation Nationale  
et de la Recherche.

**Pour en savoir plus et recevoir un dossier de candidature,  
retournez-nous dès maintenant le bulletin  
ci-dessous**

## DEMANDE DE DOSSIER DE CANDIDATURE

**à retourner sous enveloppe affranchie avant le 31 décembre 1996 à  
CONCOURS EUROPÉEN DES JEUNES SCIENTIFIQUES - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15**

Nom..... Prénom.....  
Adresse.....  
Code Postal..... Ville.....  
Date de naissance..... Niveau d'études.....



# Les raisins de la caulerpe



G. THOUVENIN/EXPLORER

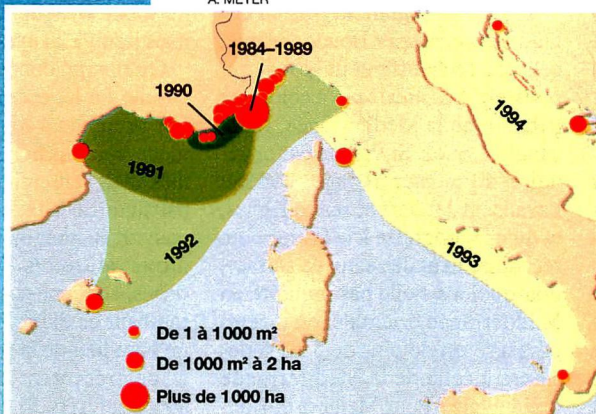
■ Les uns voient dans cette algue l'Attila de la Méditerranée, les autres un simple migrateur plein de bonnes intentions. Et les deux camps prennent la presse à témoin de leurs dissensions. L'Académie des sciences est très en colère.

PAR THIERRY PILORGE





A. MEYER



## Monaco, point zéro

Tout semble désigner le Musée océanographique de Monaco (à gauche) comme le lieu d'où s'est évadée la caulerpe : le nombre et la densité des populations (ci-dessous, une colonie de caulerpes étouffant un herbier de posidonies), qui diminuent très vite au-delà d'un rayon de 10 km autour de la principauté, et sa progression dans le temps en Méditerranée occidentale.

**F**aut-il détruire la caulerpe ? Cela dépend... S'il s'agit bien d'un envahisseur échappé des aquariums du Musée océanographique de Monaco lors d'une vidange malencontreuse, en 1984, il est urgent de s'atteler à son éradication. En revanche, s'il s'agit d'un processus naturel, on aurait tort de s'affoler : laissons faire la nature.

Jusqu'ici, à peu près tout le monde se ralliait à la première thèse. Mais, en décembre 1995, les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* publient un article signé par John Chisholm et Jean Jaubert, de l'Observatoire océanologique européen, à Monaco, et Giuseppe Giaccone, de l'université de Catane (Sicile). Ceux-ci affirment que la caulerpe est en fait un "migrant lessepsien", autrement dit un transfuge de la mer Rouge ; elle ne nuirait en rien à la biodiversité locale et serait même apte à nettoyer les sites pollués.

Cette thèse a déclenché l'ire du Pr Alexandre Meinesz, du laboratoire d'environnement marin littoral de l'université de Nice-Sophia Antipolis. Il accuse carrément les chercheurs monégasques d'avoir triché pour étayer leur scénario.

Querelle de spécialistes ? Certes non. « Ce débat dépasse largement le cadre d'une simple controverse scientifique, puisque, selon le cas, une vaste entreprise

de décontamination serait ou non justifiée », estime le Pr Jean Rosa, rédacteur en chef des *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (série III, sciences de la vie).

### PHÉNOMÈNE NATUREL OU RISQUE MAJEUR ?

Si l'on suit Jaubert et ses collaborateurs, « l'introduction de *Caulerpa taxifolia* dans l'Adriatique et la Méditerranée occidentale est la conséquence d'un phénomène naturel (...) peut-être favorisé par un réchauffement du climat » (1). A l'opposé, pour Meinesz et son collègue Charles-François Boudouresque, du laboratoire de biologie marine de la faculté des sciences de Luminy, « quel que soit le mode d'introduction, il s'agit d'un risque majeur pour les écosystèmes littoraux de la Méditerranée » (2).

En fait, Meinesz et Boudouresque ont soumis leur propre article aux *Comptes rendus*, en réaction à la publication de celui de Chisholm, Jaubert et Giaccone. Réaction pour le moins violente de la part de Meinesz : « Tout était erroné dans les arguments des chercheurs de l'Observatoire océanologique européen de Monaco », attaque-t-il d'emblée dans un communiqué envoyé à la presse le 19 juillet. Il y annonçait la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, sciences de la vie, 1995 : 318, p. 1 219.

(2) *Ibid.*, 1996 : 319, p. 603.



■ ■ ■ publication par l'Académie des sciences de son article, cosigné de Boudouresque. Au téléphone, les termes sont encore plus cinglants : « Ils ont triché », « L'Académie des sciences a été victime d'une supercherie », « Toutes les techniques d'impoture sont utilisées dans cet article »... Sur quels arguments repose une telle diatribe ?

Ils sont au nombre de trois. Le premier porte sur la démonstration par Jaubert et ses collègues d'une métamorphose possible d'une autre caulerpe, *Caulerpa mexicana*, dont la présence est connue depuis une cinquantaine d'années le long des côtes du Levant et censée venir de la mer Rouge, en *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée occidentale. D'après Meinesz, ce résultat se fonde sur une identification erronée de l'espèce *mexicana*, sur la base de photos tronquant des critères de détermination essentiels. De surcroît, la *C. mexicana* présentée à l'appui est censée provenir du détroit de Messine, qui sépare l'Italie et la Sicile, alors que l'espèce y est inconnue.

La deuxième pomme de discorde concerne les dosages d'une toxine, la caulerpénine, chez les deux espèces. D'après les chercheurs de Monaco, il n'y en aurait pas du tout chez *mexicana*, un peu chez les

Troisième argument pris en défaut par Meinesz et Boudouresque, celui du réchauffement global qui pousserait *C. mexicana* à coloniser petit à petit la Méditerranée, via le canal de Suez. Si l'algue est originaire de la mer Rouge, comme l'avancent Jaubert et ses collègues, et qu'elle progresse à la faveur d'un réchauffement des eaux de surface, pourquoi n'a-t-elle pas proliféré en Méditerranée orientale, où la température est de plus de 5 °C supérieure à celle de la Méditerranée occidentale ? Pour Meinesz et Boudouresque, les raisons sont simples : c'est parce que l'aire de répartition de *mexicana* est limitée par une température hivernale de 17 °C ; et parce que l'algue qui colonise la partie occidentale de la Méditerranée est une souche résistante au froid (trois mois à 10 °C).

**1 m<sup>2</sup> EN 1984,  
2 000 ha EN 1995**

En outre, sa distribution actuelle et son mode d'expansion semblent désigner clairement son point de départ : le Musée océanographique de Monaco. En effet, la première observation de *C. taxifolia* date de 1984, devant le musée. Au départ, il ne s'agissait que d'une tache de 1 m<sup>2</sup>. A la fin de 1995, « près de 90 % de la surface plus ou moins envahie par la souche méditerranéenne de *C. taxifolia* » (2 000 ha) se trouvait dans un rayon de 10 km autour du site initial. Plus on s'en éloigne, moins les populations sont nombreuses et plus elles sont clairsemées.

Au-delà de la polémique, où en est la caulerpe ? Dans un rapport sur le développement de l'algue dans les secteurs de Menton, Roquebrune-Cap-Martin et Cap-d'Ail (Alpes-Maritimes), Thomas Belsher, du centre Ifremer de Brest, fait observer que, entre 1992 et 1994, « les surfaces colonisées ont au moins triplé » et qu'en 1995 la progression a été encore plus rapide. En outre, il constate que l'algue gagne en profondeur : les populations denses, celles qui recouvrent au moins 50 %

du substrat, se rencontrent désormais jusqu'à 30 m de profondeur.

Quelle incidence cette invasion a-t-elle sur les écosystèmes locaux ? Les premiers à souffrir, apparemment, sont les herbiers de posidonies, mais l'ensemble de la flore – et, par suite, de la faune – semble s'appauvrir. Belsher indique que des endroits autrefois biologiquement riches, « comme le cap Martin où le tombant de Saint-Nicolas, qui était un haut lieu de la plongée régionale, ne présentent maintenant plus aucun intérêt ». Il signale aussi que « dans la plupart des cas, ce sont des biocénoses [communautés biologiques] typiques de milieux non pollués qui sont colonisées ». Constatation qui permet de douter de l'aptitude de la caulerpe à « épurer » les sites pollués. En fait, explique Belsher, le succès de la caulerpe est dû à des capacités de photosynthèse très élevées (huit fois supérieures à celles des posidonies) et à la faculté d'utiliser les nutriments présents dans le milieu même en très petites quantités. Performances qui lui permettent de l'emporter haut la main face aux autres algues et aux herbes marines.

## UNE SOMBRE HISTOIRE D'INTÉRÊTS

Pour Meinesz, la conclusion s'impose : il faut agir, et vite. Or, en juillet 1996, « la veille écotoxicologique n'est plus assurée », s'alarme-t-il dans son communiqué de presse. A cause, selon lui, des intérêts personnels en jeu : l'étude de Jaubert et de ses collaborateurs viserait à disculper le Musée océanographique de Monaco de l'erreur qui a provoqué l'invasion de la caulerpe. « Jaubert détient en outre des brevets d'aquariums et veut utiliser le musée comme une vitrine », affirme-t-il. Les financements des recherches des uns et des autres sont également en jeu : Jaubert, directeur de l'Observatoire océanologique européen, est financé par la principauté de Monaco et par une revue de plaisance, *Show Boat International*. Dans l'autre camp,

## Est-elle vraiment apte à épurer les sites pollués ?

formes en cours de métamorphose, beaucoup après métamorphose en *taxifolia*. Or, Jaubert et ses collaborateurs avaient confié ces analyses à deux chimistes, qui ont été « étonnés » par les résultats qu'ont publiés les premiers. Notamment, la comparaison des deux tableaux (voir page ci-contre) montre que les échantillons ont été gonflés et certains dosages choisis plutôt que d'autres qui n'allaient pas dans le « bon sens ».



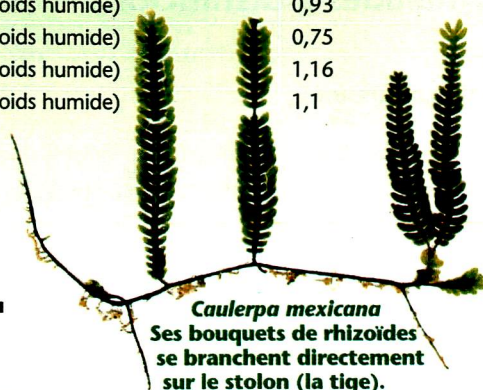
# Des différences troublantes...

**Caulerpa taxifolia**  
Ses bouquets de rhizoïdes (fausses racines) sont portés par de longs "piliers".



| Échantillon   | Nombre d'échantillons                  | Teneur en caulerpénine (en % de poids humide) |
|---|--|---|
| <b>A</b> <i>C. mexicana</i> de Sicile avant métamorphose                  | >20 (1 kg poids humide)                | Indéctable                                    |
| <i>C. Mexicana</i> pendant la métamorphose en mer de Sicile               | 5                                      | 0,54 ± 0,03                                   |
| <i>C. mexicana</i> après métamorphose ( <i>C. taxifolia</i> ) en aquarium | 5                                      | 3,06 ± 0,01                                   |
| <i>C. taxifolia</i> en aquarium de Monaco                                 | 5                                      | 1,76 ± 0,02                                   |
| <i>C. taxifolia</i> en Méditerranée nord occidentale                      | 2                                      | 2,32 ± 0,02                                   |
| <b>B</b> <i>Caulerpa</i> de Messine                                       | ? (environ 100 g poids humide)         | Indéctable                                    |
| <i>Caulerpa</i> de Monaco   | ?                                      | Déctable                                      |
| <i>Caulerpa</i> de Messine  | ?                                      | Déctable                                      |
| <i>Caulerpa</i> de Monaco   | ?                                      | Déctable                                      |
| <b>Caulerpa</b>   | <b>1 (5 g poids humide)</b>            | <b>0,54 ± 0,03</b>                            |
| <b>C. Taxifolia</b>   | <b>1 (5 g poids humide)</b>            | <b>3,06 ± 0,01</b>                            |
| <b>C. Taxifolia</b>   | <b>1 (5 g poids humide)</b>            | <b>1,76 ± 0,02</b>                            |
| <b>C. Taxifolia de Cap Martin, - 5 m</b>                                  | <b>1 (5 g de frondes poids humide)</b> | <b>2,06 ± 0,04</b>                            |
| <b>C. Taxifolia de Cap Martin, - 10 m</b>                                 | <b>1 (5 g de frondes poids humide)</b> | <b>2,57 ± 0,03</b>                            |
| <i>C. Taxifolia</i>   | 1 (5 g poids humide)                   | 0,93  |
| <i>C. Taxifolia</i>   | 1 (5 g poids humide)                   | 0,75  |
| <i>C. Taxifolia</i>   | 1 (5 g poids humide)                   | 1,16  |
| <i>C. Taxifolia</i>   | 1 (5 g poids humide)                   | 1,1   |

Dans l'article des chercheurs monégasques, l'identification des deux espèces de caulerpes reposait sur des photos tronquées, ne montrant pas les rhizoïdes, dont la disposition constitue un critère essentiel de détermination. Quant aux teneurs en toxine publiées par ces auteurs (tableau A), elles semblent avoir fait l'objet de "choix" et de quelques "manipulations" dans les résultats fournis par les chimistes ayant effectué les analyses (voir les lignes en gras dans le tableau B).



Meinesz est financé par la Communauté européenne, mais n'a toujours pas reçu l'argent correspondant au programme qui lui a été attribué.

Pour Jean Rosa, c'est le sens de la querelle : une rivalité scientifique sur fond d'enjeux financiers importants. Quant aux référés (arbitres) qui ont jugé les travaux des uns et des autres, ils ont, d'après lui, parfaitement rempli leur mission. Il juge en outre peu convaincants les arguments de Meinesz pour démolir l'article de ses "adversaires". A ses

yeux, Jaubert et son équipe sont reconnus internationalement, puisqu'ils ont publié un article sur la caulerpe dans la revue britannique *Nature*. «Ce qui n'est pas le cas de Meinesz», ajoute-t-il. Enfin, il est ulcéré par le fait que, dans son communiqué, Meinesz semble s'identifier à l'Académie des sciences. Rosa ne décolère pas...

On peut sans doute estimer, avec Jean Rosa, qu'Alexandre Meinesz pousse le bouchon un peu loin. On peut, avec Jean Jaubert, juger ou-

tranciers les propos qu'il tient dans son communiqué de presse. On peut enfin s'interroger sur le rôle que les scientifiques veulent de plus en plus faire jouer aux médias - qui ne demandent que ça...

Peut-être Jean Rosa a-t-il raison quand il suggère de faire appel à des experts étrangers non impliqués dans les enjeux régionaux. Mais, en attendant, on ne peut que s'inquiéter, avec Alexandre Meinesz, que rien ne soit entrepris.

La caulerpe court toujours. ■



# Des opérations sans violence

■ Elle laisse d'infimes cicatrices, elle est moins douloureuse et moins coûteuse que la chirurgie classique : née en France il y a vingt ans, la vidéochirurgie connaît un engouement mondial. Dans l'avenir, elle permettra d'opérer des malades à distance...

PAR PIERRE ROSSION

**D'**abord réservée à la gynécologie, la vidéochirurgie a investi la chirurgie viscérale, puis la chirurgie cardiaque. Dans les années à venir, elle va encore élargir son champ d'action. Elle devrait également évoluer vers une plus haute technicité, car, si aujourd'hui les chirurgiens opèrent directement le malade, demain ils pourront travailler à distance par robots interposés. Enfin, à l'instar de celle des pilotes d'avion, la formation des chirurgiens devrait s'orienter vers un entraînement simulé, grâce à des images virtuelles représentant les "vrais" organes du malade. Cette technique remplacerait les organes fictifs et ceux des porcs utilisés actuellement.

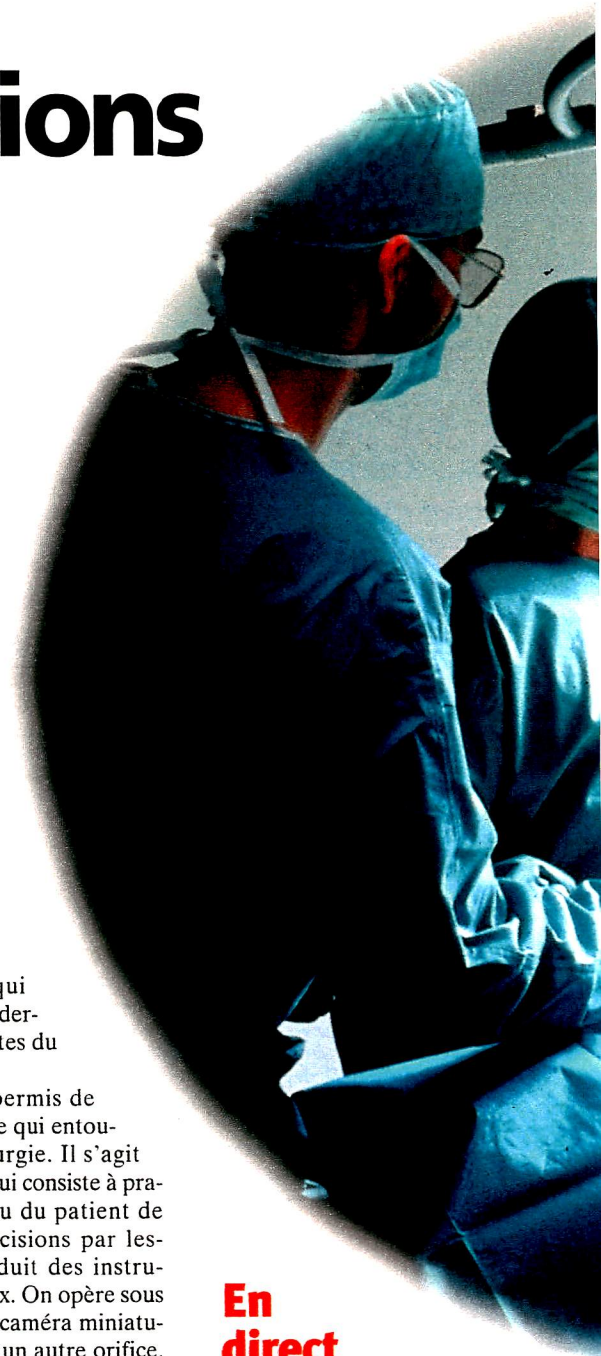
Tels étaient les thèmes abordés à Hambourg (Allemagne), lors d'un congrès international sur la

vidéochirurgie qui réunissait, en mai dernier, des spécialistes du monde entier.

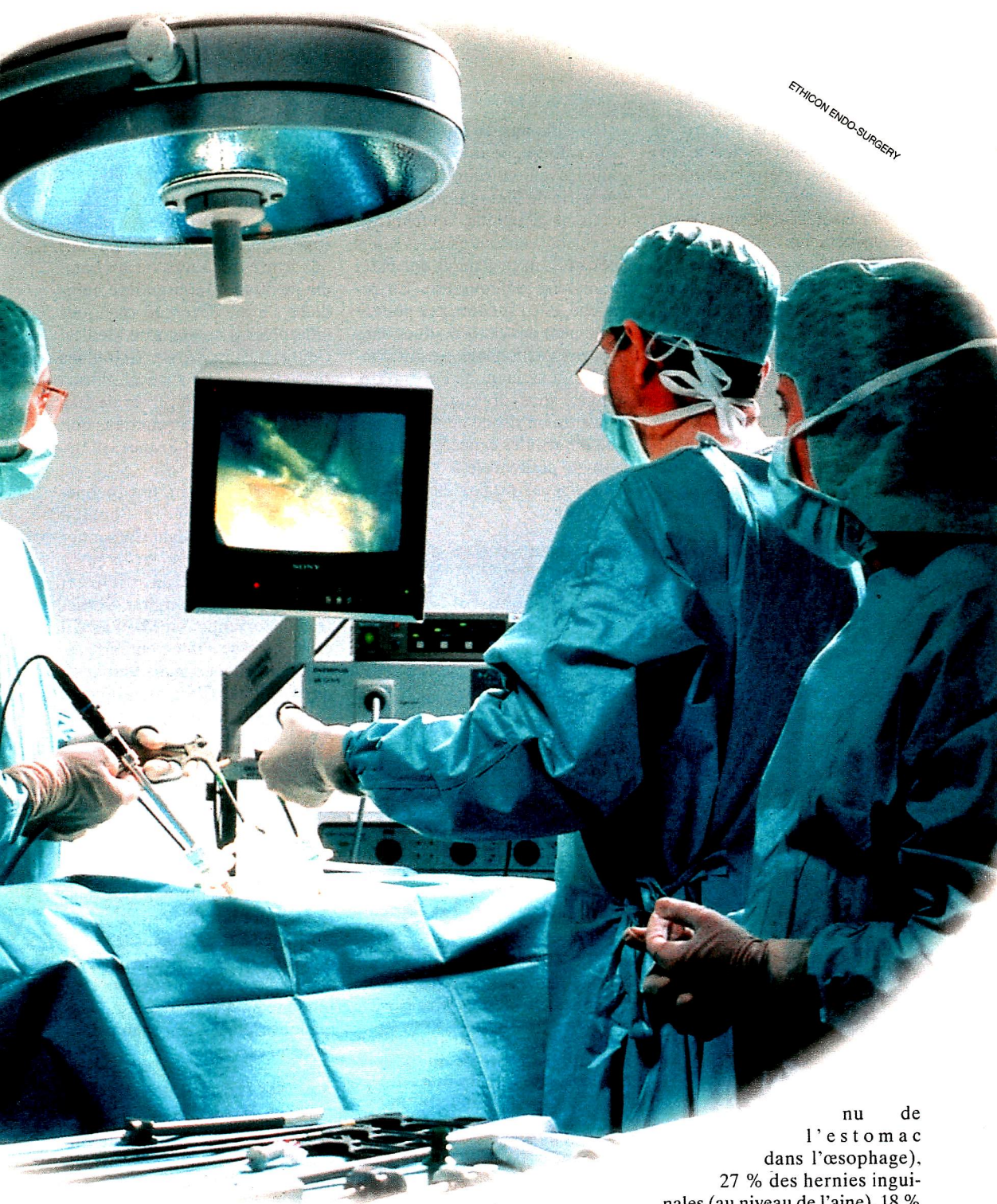
Ce congrès a permis de dissiper le mystère qui entourait la vidéochirurgie. Il s'agit d'une technique qui consiste à pratiquer sur la peau du patient de toutes petites incisions par lesquelles on introduit des instruments chirurgicaux. On opère sous le contrôle d'une caméra miniature, introduite par un autre orifice, pratiqué lui aussi sur la peau. Cette technique présente l'avantage d'être moins douloureuse et peu invasive : elle ne laisse que de minces cicatrices qui finissent par s'atténuer avec le temps. D'où l'attrait qu'elle exerce sur les patients. Émergeant à peine de son anesthésie générale, le malade est presque prêt à reprendre le travail,

## En direct sur l'écran

A la différence du chirurgien classique, le téléchirurgien opère sans regarder ses mains, les yeux fixés sur l'écran de la caméra introduite à proximité de l'organe sur lequel il intervient. Une technique qui nécessite une adaptation des gestes enseignés à la faculté.







du moins quand il s'agit d'opérations bénignes.

Bien que mal connue du public, cette "nouvelle chirurgie" est de plus en plus pratiquée. En 1995,

en France, 80 % des opérations de la vésicule biliaire, 43 % des interventions au niveau du thorax (hors cœur), 55 % des hernies hiatales (elles provoquent la remontée du conte-

nu de l'estomac dans l'œsophage), 27 % des hernies inguinales (au niveau de l'aîne), 18 % des opérations de l'utérus, 8 % des interventions sur les ovaires et les trompes, 13 % des appendicectomies ont été faites par vidéo-chirurgie. Bien que ces interventions (sauf les appendicectomies et les opérations de la vésicule biliaire) ■■■



ne bénéficient pas encore de beaucoup de recul (moins de cinq ans), les chirurgiens continuent d'aller de l'avant.

Le Pr Daniel Jaeck, chef de service aux hôpitaux universitaires de Strasbourg, se montre encore prudent : « Les ablations de la vésicule biliaire par vidéo-chirurgie donnent de très bons résultats, à condition qu'elles soient l'œuvre de chirurgiens entraînés. Sinon, il y a un risque de léser le canal cholédoque. Pour les hernies hiatales, la technique est vraisemblablement bonne, mais, pour se prononcer définitivement, il faudra un re-

cul de cinq ans, ce qui ne saurait tarder. Enfin, pour les hernies inguinales, qu'on traite en agrafant une sorte de filet renforteur sur les tissus distendus, la technique est valable, surtout chez les sujets âgés, qui ont, en général, une paroi musculaire défectueuse. En revanche, elle est contestée pour le traitement des cancers situés dans la cavité péritonéale. Le fait d'injecter, au moment de l'opération, du gaz sous pression présente peut-être un risque de dissémination de cellules cancéreuses dans la cavité péritonéale. »

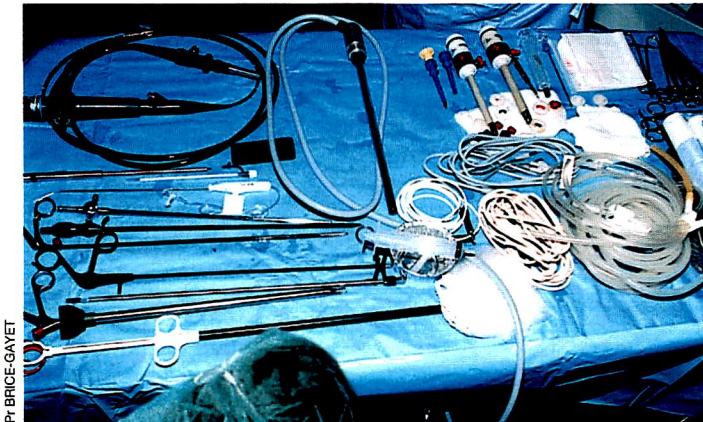
La vidéo-chirurgie s'étend égale-

ment au domaine de la cardiologie. En septembre 1995, l'équipe du Pr Iradj Gandjbakhch, de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, réussissait pour la première fois en Europe un pontage coronarien sans ouverture du thorax sur un homme de 50 ans. La première mondiale s'était déroulée quelques mois plus tôt au Stanford Medical Center (Etats-Unis). Selon les spécialistes, cette avancée chirurgicale pourrait concerner de 10 à 15 % des 20 000 coronariens qui, chaque année, en France, subissent un pontage.

En février dernier, une première mondiale a lieu à l'hôpital Broussais : le Pr Alain Carpentier implante une valve cardiaque à une patiente de 30 ans souffrant d'un rétrécissement mitral. Derrière ces interventions médiatiques, il existe nombre d'interventions passées sous silence, mais tout aussi importantes. C'est ainsi que le Dr François Laborde (Centre médico-chirurgical de la Porte-de-Choisy, à Paris) a déjà à son actif plus de 300 interventions touchant à une anomalie congénitale qui se traduit par une communication entre le cœur droit et le cœur gauche. Il commence même à entreprendre des pontages coronariens et des installations de valves cardiaques. Bref, depuis le début des années 90, la vidéo-chirurgie est en pleine expansion. On s'attend même qu'elle étendra, dans quelques années, son champ d'activité au cerveau.

## LA "SECONDE RÉVOLUTION FRANÇAISE"

Mais en quoi consiste cette chirurgie révolutionnaire ? Historiquement, il s'agit d'une extension de la cœlioscopie, employée depuis plus de vingt ans en gynécologie à des fins diagnostiques, puis thérapeutiques. Le nom de cœlioscopie vient de cœlome, nom de la cavité abdominale, appelée aussi cavité péritonéale. Son inventeur, le Dr Hubert Manhes, un médecin

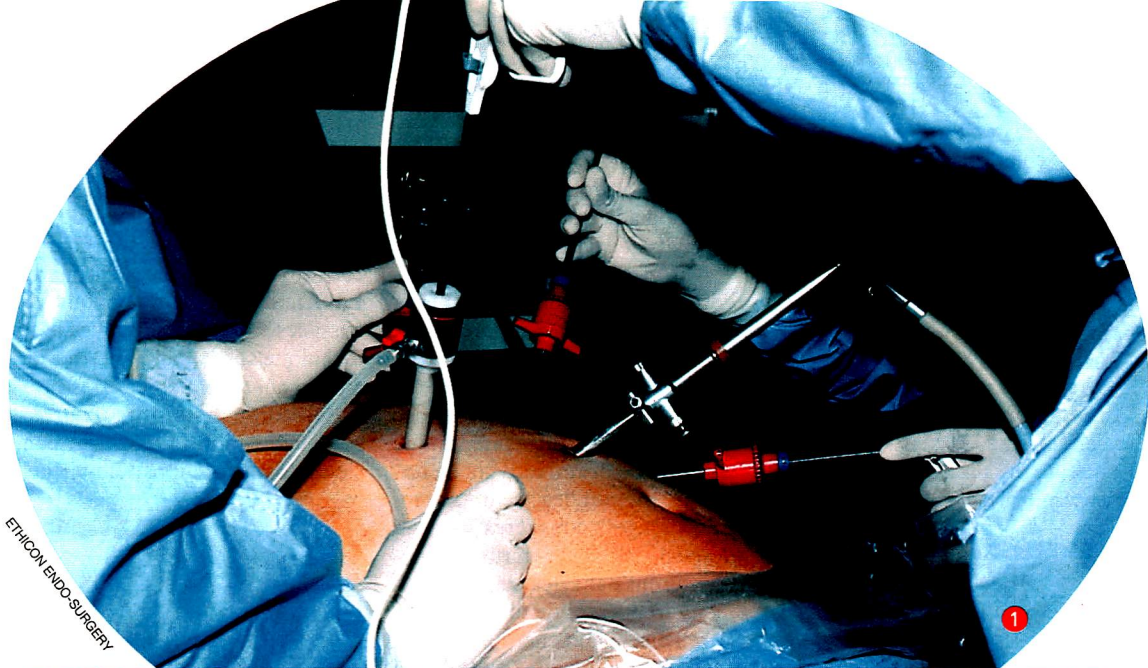


P. BRICE-GAYET

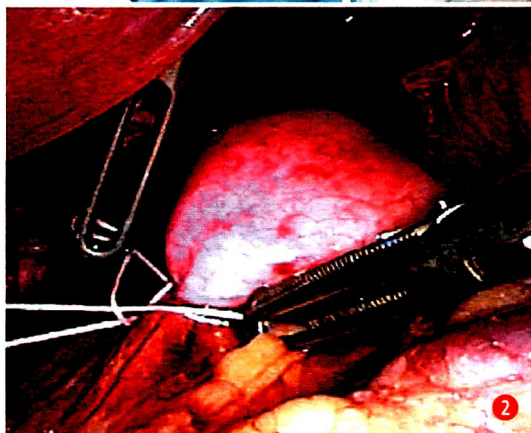
## La panoplie du téléchirurgien

La vidéo-chirurgie impose des instruments plus longs, plus fins et plus perfectionnés. Pour la sécurité des patients, des chirurgiens et des infirmières du bloc, on n'emploie que du matériel à usage unique.

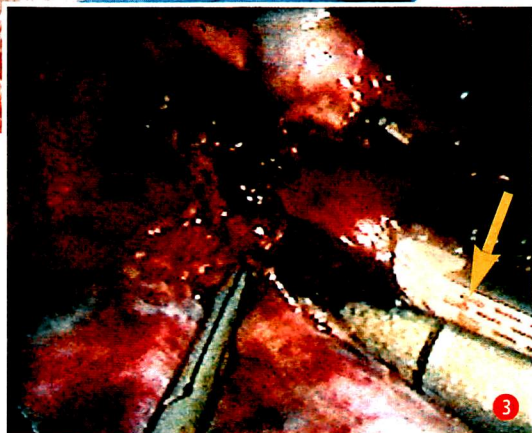




ETHICON ENDO-SURGERY



Pr BRICE-GAVET



Pr BRICE-GAVET

## Habileté et savoir-faire

de Vichy, avait eu l'idée d'extraire les kystes de l'ovaire en utilisant un tube creux au travers duquel il regardait, comme dans un trou de serrure. Tenant d'une main cette sorte d'optique, il opérait de l'autre. Le Dr Manhes n'étant pas une célébrité de la chirurgie, cette nouvelle manière de travailler resta confidentielle. En outre, la technique avait un grave handicap : en cas d'intervention prolongée, elle était extrêmement fatigante, car le praticien était contraint d'opérer seul, l'œil rivé sur l'orifice de son "optique".

Alors, apparurent les premières caméras miniatures. Le médecin put s'adjoindre un assistant, ce qui

**Pour toute opération au niveau de l'abdomen, on "gonfle" celui-ci avec du gaz carbonique purifié ①, ce qui agrandit le champ de vision de la caméra. Pour les points de suture ②, une grande dextérité est exigée, car l'exécution des nœuds, à l'aide de pinces, se fait avec la seule assistance de l'image de l'écran de contrôle. Pour sectionner et ligaturer une veine ③, on utilise un instrument (flèche jaune) capable de couper et, simultanément, de fermer avec des agrafes les deux extrémités libérées, ce qui évite toute hémorragie.**

donna un coup de fouet à la cœlioscopie. Le pas décisif fut franchi, dans les années 1987-1988, avec l'entrée en lice de deux Français. Le premier, le Dr Philippe Muret, un chirurgien de Lyon, présenta dans les congrès médicaux les conclusions de la première ablation de la vésicule biliaire pratiquée selon cette méthode.

Quant au second, le Pr François Dubois, ancien chirurgien du Centre médicochirurgical de la Porte-de-Choisy, il publia dans la presse spécialisée les résultats de nombreuses ablations de la vésicule biliaire. Dès qu'ils prirent connaissance de ces travaux, les Américains n'hésitèrent pas à qualifier la cœlioscopie de "second- ■■■



■■■ de Révolution française”.

Il ne faut pas confondre la cœlioscopie et la vidéoendoscopie. La cœlioscopie ne peut être pratiquée que par des chirurgiens, car les opérations impliquent que l'on coupe la peau. Au contraire, la vidéoendoscopie intègre des opérations faites par le biais des orifices naturels (œsophage, anus), sans léser la peau, et sont, par conséquent, du domaine des gastro-entérologues.

### LES CENTRES DE FORMATION SE MULTIPLIENT

Sous l'influence des Américains, la cœlioscopie prit un nouvel essor. Il se traduisit, au début des années 90, par une véritable explosion de cette discipline dans le monde entier, tant dans les pays riches que dans les pays pauvres. Malheureusement, elle se fit dans le plus grand désordre. Faute de formation, des erreurs furent commises : travailler sur un écran vidéo sans regarder ses mains nécessite un long apprentissage. Par

## Des opérations empruntant les autoroutes de l'information

ailleurs, des chirurgiens n'hésiteront pas à mettre la cœlioscopie à toutes les sauces.

« Rien que dans le domaine de la chirurgie digestive, toutes les interventions, sauf la transplantation du foie, furent réalisées, souvent sans discernement », affirme le Pr Brice Gayet, chef du département de pathologie digestive au Centre médicochirurgical de la Porte-de-Choisy. Enfin, la technique, jusqu'alors localisée au cœlome, s'étendit successivement aux articulations (donnant naissance à l'arthroscopie), aux reins (lomboscopie), enfin au cœur et au thorax (thoracoscopie). Appliqué à

ces organes, le mot cœlioscopie devenait impropre. Aussi lui préféra-t-on aujourd'hui le terme général de vidéochirurgie.

Au fur et à mesure que la vidéochirurgie prenait du galon, la formation des chirurgiens progressait. Fini l'époque héroïque où les chirurgiens allaient se former tant bien que mal auprès des gynécologues, qui avaient déjà une longue pratique de la cœlioscopie. Bientôt des “centres d'apprentissage” consacrés à cette nouvelle forme de chirurgie s'implantèrent dans des cliniques, ou bien furent créés de toutes pièces. Parmi eux, il faut citer l'Institut de recherche contre les cancers de l'appareil digestif (IRCAD), à Strasbourg, dirigé par le Pr Jacques Marescaux; le Centre international de chirurgie endoscopique (CICE), à Clermont-Ferrand, dirigé par le Pr Maurice-Antoine Bruhat; et la société américaine Auto Suture Europe, filiale de United States Surgical Corporation, à Elancourt (Yvelines). Ces centres, qui travaillent sous le contrôle de l'université et en partenariat avec les grandes universités européennes, accueillent des étudiants et des chirurgiens en formation postuniversitaire. Après avoir suivi un cursus théorique et pratique, ils reçoivent en fin de cycle un diplôme universitaire.

En Europe, on citera Ethicon Endo-Surgery, créé à Hambourg (Allemagne) par la société américaine Johnson & Johnson. Dans ce centre ultramoderne, rival d'Auto Suture Europe, nous avons pu voir des chirurgiens s'entraîner à sectionner, ajuster, recoudre des intestins, des œsophages, des cœurs, des foies en matière plastique, les yeux rivés sur un écran vidéo, tels des pianistes sur leur partition. « Quand un chirurgien

est capable d'enlever la peau d'un grain de raisin ou de découper un personnage dans une feuille de papier, cela prouve que sa formation est sur la bonne voie », estime le Pr Brice Gayet. Nous avons vu aussi ces chirurgiens parfaire leur technique sur un porc anesthésié, animal anatomiquement très proche de l'homme. Enfin, une cassette vidéo montra un chirurgien s'entraînant sur un patient virtuel

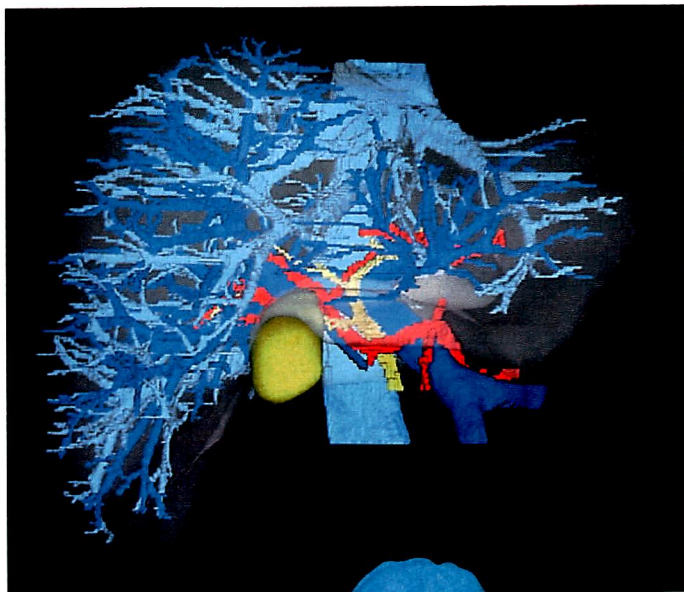
Pr BRICE-GAYET





– démonstration peu concluante, car l'image est encore très loin de ressembler à la réalité.

Parallèlement à toutes ces évolutions, les procédures opératoires furent codifiées : aujourd'hui, on insuffle du gaz carbonique purifié dans l'abdomen du patient, de manière à créer une sorte de ballon de bonne taille. Lorsque l'abdomen est gonflé, le chirurgien introduit, par de petites incisions sur la peau (les "boutonnieres"), un instrument muni d'une optique relié à un écran vidéo (le cœlioscope) ■ ■ ■



IRCAD STRASBOURG

## A l'essai, la vidéo-chirurgie en 3D

En regardant avec des lunettes adéquates les images en 3D obtenues préalablement par scanner (ci-dessus, le foie et la vésicule biliaire), les chirurgiens connaissent l'organe dans sa totalité, et opèrent ainsi dans de meilleures conditions.





■ ■ ■ et deux trocars, gaines par lesquelles sont introduits les instruments chirurgicaux. Pour réduire autant que possible le risque d'infection nosocomiale (acquise à l'hôpital) d'origine bactérienne ou virale, ces instruments sont à usage unique.

En raison de leur nouveauté, il n'existe pour le moment aucun registre national des actes de vidéo-chirurgie et peu d'études chiffrant le coût global d'une intervention. Cependant, les études économiques disponibles, même si elles n'intègrent pas l'ensemble des coûts directs et indirects, montrent que, comparée à la chirurgie traditionnelle, la vidéo-chirurgie est moins coûteuse, notamment parce qu'elle entraîne la réduction des durées d'hospitalisation. Pour une hernie hiatale ou inguinale, l'économie est estimée à 1 100 F. Des études plus précises, prenant en compte le coût des diagnostics, de l'opération chirurgicale, de l'hospitalisation et de l'arrêt de travail sont actuellement en cours de réalisation.

Maintenant que la vidéo-chirurgie est sur les rails, il faut s'attendre qu'elle s'appropriera les progrès de l'électronique et de l'informatique, et qu'elle s'orientera de plus en plus vers une médecine sans frontières. Récemment, des "duplex" expérimentaux ont été réalisés entre l'IRCAD, à Strasbourg, et un hôpital de Bruxelles. Les médecins belges assistaient sur un écran de télévision à l'opération d'une hernie hiatale dans la cité alsacienne. Selon les spécia-

listes, ces retransmissions pourraient constituer l'enseignement de demain. Elles pourraient également permettre de consulter des experts à distance.

## ENTRAÎNÉS SUR SIMULATEURS

Par la suite, on peut imaginer que, en cas de difficulté, l'expert lui-même viendra au secours du chirurgien, par l'intermédiaire d'un bras-robot. Pour ces opérations, les autoroutes de l'informa-

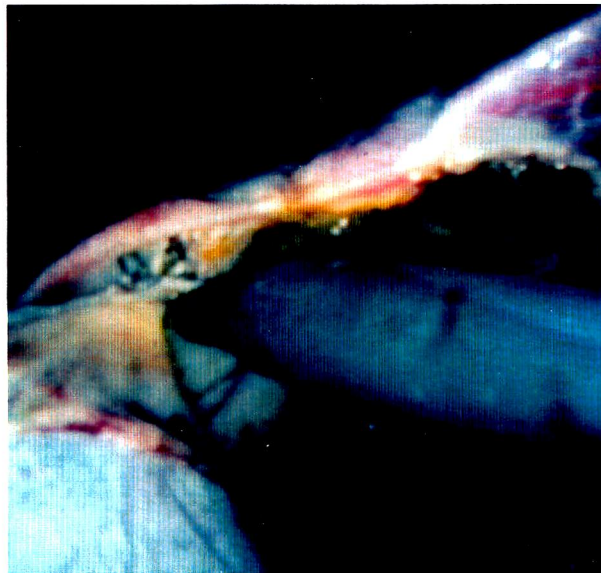
chirurgiens sur des simulateurs. Dans ce but, des informaticiens tentent de recomposer en trois dimensions, soit par scanner, soit par IRM (imagerie par résonance magnétique), tous les organes susceptibles d'être opérés. De même que les apprentis pilotes s'entraînent à atterrir sur tous les aéroports du monde en restant sur le plancher des vaches, les chirurgiens s'habituent à rencontrer tous les cas de figure. Des informaticiens de l'IRCAD sont même

parvenus à reconstituer en trois dimensions le propre foie d'un patient, ce qui a permis au chirurgien de connaître l'organe avant de passer à l'acte chirurgical.

Cependant, les informaticiens n'ont pas encore résolu toutes les difficultés, et les images virtuelles sont loin d'être parfaites. Certes, ils savent reconstituer les tissus durs comme l'os, ou liquides comme l'eau et le sang. En revanche, ils ne peuvent toujours pas "mathématiser" des tissus à la fois souples et résistants comme la peau. Par conséquent, quand on coupe de la peau virtuelle, on ne sait

pas si on a affaire à du lard ou à du cochon... Enfin, les images ne sont pas précises. Par exemple, la section accidentelle d'une veine ou d'une artère laisse bien échapper un vague liquide, mais celui-ci n'a rien à voir avec le sang réel jaillissant d'une blessure.

Riche de mille promesses, cette nouvelle chirurgie présente toutefois le risque de voir le chirurgien s'éloigner de plus en plus de son malade. ■



PIERRE BRICE-GAYET

## Une technique bien rodée

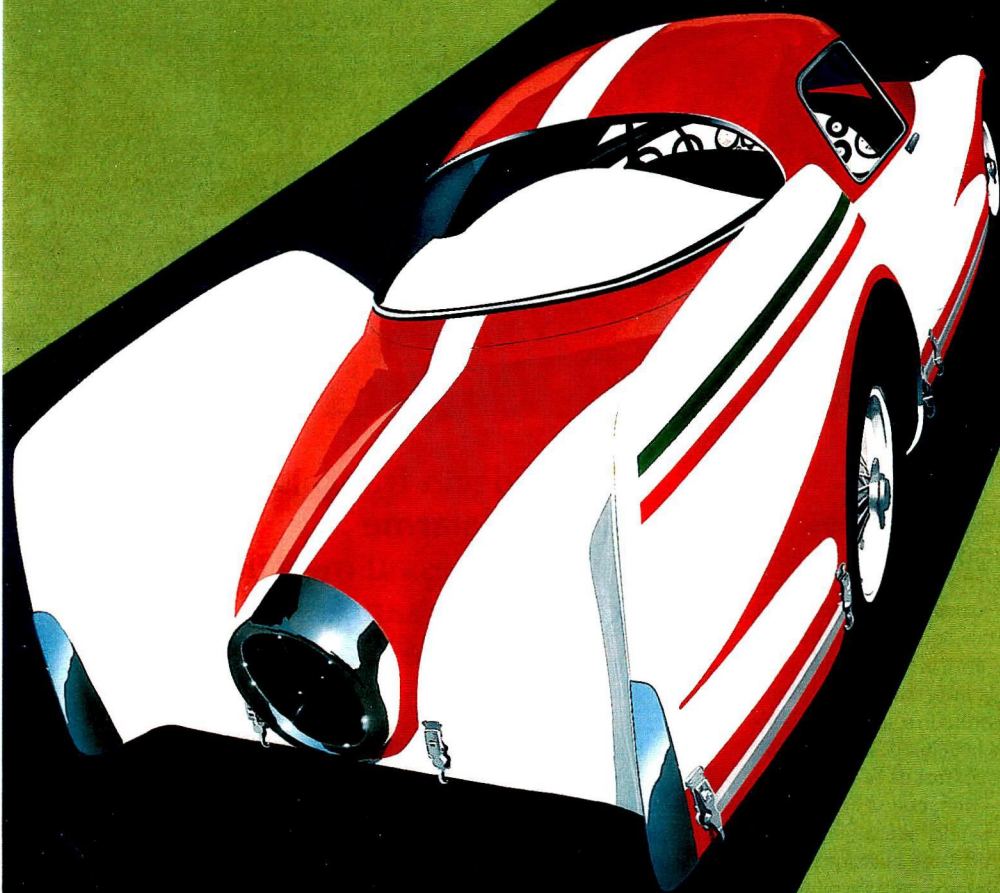
**En France, 80 % des interventions sur la vésicule biliaire (masse bleue, à gauche) sont réalisées par vidéo-chirurgie – en bleu également, le bistouri électrique du chirurgien.**

tion devront obligatoirement utiliser la filière câble, plutôt que la filière satellite, car celle-ci imposerait des délais trop longs : à la vitesse de la lumière, un simple aller-retour par satellite (situé à 36 000 km du sol) ferait perdre au chirurgien quelques précieux dixièmes de seconde, contre quelques millisecondes seulement par la voie du câble.

Quant à la formation, les spécialistes envisagent d'entraîner les



CONCOURS  
AUTOMOBILES  
CLASSIQUES<sup>®</sup>  
ET  
LOUIS VUITTON



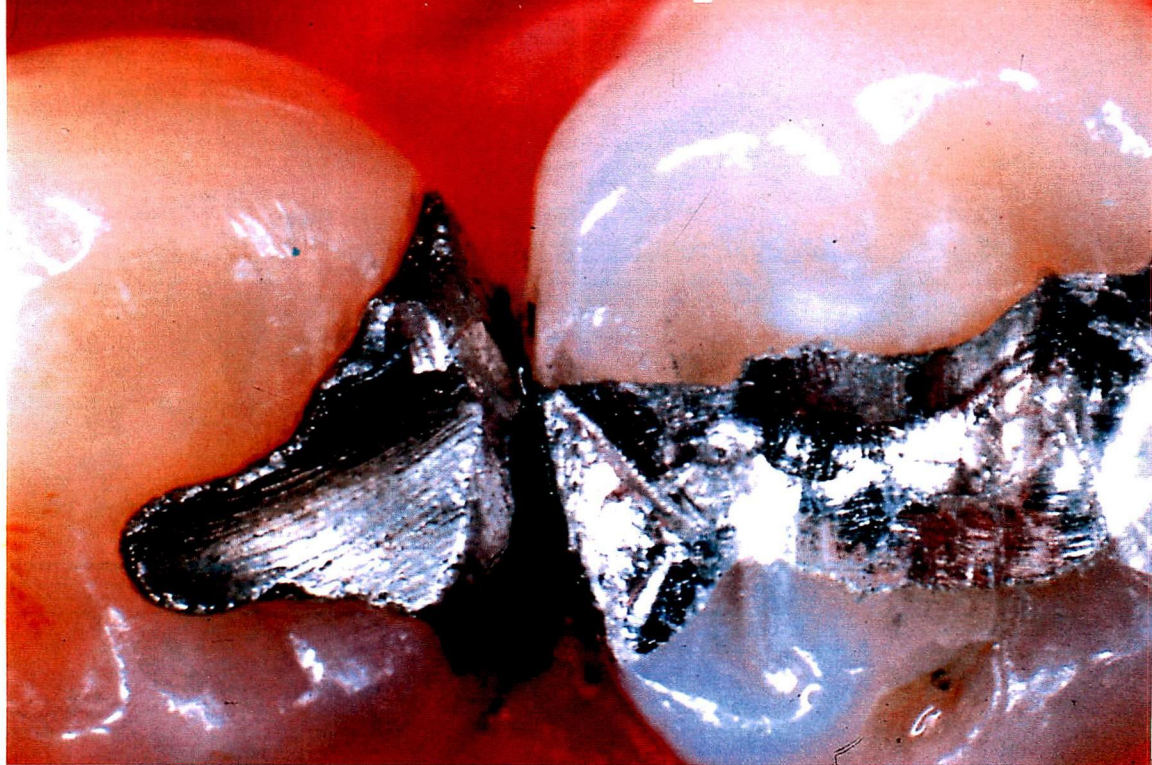
FIAT TURBINA 1954

*RAZZIA.*

PARC DE BAGATELLE  
7 ET 8 SEPTEMBRE 1996



# Faut-il avoir peur des



**A** quelques kilomètres de Montpellier, un médecin épidémiologiste (1), animateur d'une structure de recherche et de formation en épidémiologie, consulte d'énormes dossiers : l'essentiel de la littérature scientifique sur le mercure, son sujet de prédilection depuis le début des années 80.

A l'époque, fort de sa thèse – qui traitait de l'impact de l'environnement et de la nutrition sur la santé –, il refuse l'attitude classique de la médecine, qui soigne les symptômes sans prendre en compte le mode de vie des patients. Grâce à ses études et aux thèses qu'il dirige, il découvre les rapports entre la nutrition et les maladies (carences alimentaires,

(1) Les médecins n'ayant pas le droit de se faire de la publicité, nous conservons son anonymat.

■ **Un médecin français tire le signal d'alarme : les plombages au mercure seraient nocifs pour la santé. Les dentistes le nient. Qui croire ?**

**PAR PHILIPPE CHAMBON**

fluor et caries, alimentation et cancer, déséquilibre nutritionnel et varices, par exemple). Le voici donc engagé dans la voie de l'épidémiologie. Il s'intéresse à la répartition géographique des pathologies humaines, qui met en lumière le rôle du régime alimentaire des habitants.

Dans sa clientèle, des patients souffrent de maladies caractéristiques du régime alimentaire des pays riches (cancers, affections car-

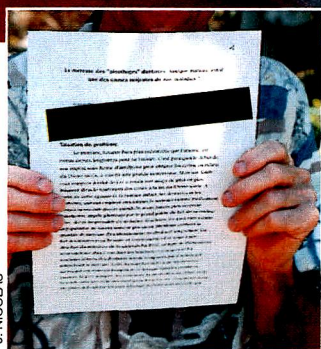
dio-vasculaires, polyarthrites, sclérose en plaque, allergies, etc.). Or, ces malades suivent un régime radicalement opposé, très pauvre en sucre et en graisses et privilégiant les céréales complètes. Comment expliquer ce phénomène ? Il remarque un point commun à ses patients et à la population générale : la présence de plombages dans les dents. Il émet alors l'hypothèse que ces amalgames dentaires – qui contiennent d'ailleurs



# plombages?



CNRI



## Le mercure en accusation

**Après plusieurs années d'enquête, un médecin épidémiologiste dénonce les effets néfastes du mercure contenu dans les amalgames dentaires. Ses arguments seront-ils acceptés par les autorités sanitaires françaises?**

non pas du plomb mais du mercure et de l'argent – pourraient être à l'origine de certains de ces troubles.

Malheureusement, l'éventuelle nocivité de l'amalgame dentaire est indissociable de l'environnement et de l'alimentation. Par exemple, si l'on observe moins de troubles éventuellement dus au mercure au Japon et, surtout, en Afrique et en Asie, c'est aussi parce que l'alimentation y est différente de la nôtre.

Elle provoque moins de caries, les plombages y sont donc plus rares – d'autant qu'ils sont chers. L'effet du mercure n'est pas visible non plus historiquement, puisque, depuis les débuts de l'utilisation des amalgames au XIX<sup>e</sup> siècle, ceux qui ont les moyens de se les offrir sont aussi ceux qui mangent la nourriture la plus riche (sucre, graisse, etc.).

Avant d'aller plus loin, notre médecin s'informe auprès des dentistes

de sa connaissance. La réponse est claire : « Il n'y a pas de problème. Tout cela a été testé depuis longtemps ». Se serait-il fourvoyé ? Il reste que certains troubles de ses patients évoquent l'intoxication au mercure. Pour en avoir le cœur net, il faudrait entreprendre une vaste enquête épidémiologique. Les règles de l'art imposent ce qu'on appelle une étude « cas-témoin », c'est-à-dire la comparaison du mode de vie et de l'environnement d'une population malade de quelques centaines d'individus et d'une population saine de même importance. Cette méthode a permis, par exemple, d'établir le lien entre le goitre et une alimentation pauvre en iode.

## DIFFICILE DE RÉALISER UNE ENQUÊTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Dans le cas des plombages, il y a peu de différences entre malades et témoins : presque tout le monde a de l'amalgame en bouche, et nombre de maladies incriminées peuvent avoir plusieurs causes (prédisposition, facteurs d'environnement...). De même, si tout le monde fumait, les épidémiologistes auraient bien du mal à voir le lien avec le cancer du poumon. La méthode cas-témoin a aussi l'inconvénient de ne fournir qu'une corrélation statistique et pas nécessairement une relation de cause à effet.

Il faudrait pouvoir étudier, sur plusieurs années, deux populations semblables de plusieurs milliers de personnes dont l'une porte des plombages et l'autre pas, absorbant la même quantité de mercure en provenance de l'environnement. Un recrutement presque impossible étant donné le nombre des obturations dentaires à base d'amalgame. Jusqu'ici, aucun chercheur n'a disposé de tels moyens, surtout dans un domaine où les plus grands spécialistes estiment qu'il n'y a pas de raison de s'inquiéter.

Notre médecin a décidé de procéder autrement. Il interroge chacun de ses patients. Ces interrogatoires, qui durent de trois à quatre





■ ■ ■ heures, lui permettent de collecter tous les éléments de leur mode de vie et de retracer, avec le plus de précision possible, l'histoire de leurs soins dentaires. Il s'aperçoit bientôt que, dans un grand nombre de cas – il en rassemble plus de trois cents –, les troubles et les maladies apparaissent de plusieurs mois à quelques années après la

## Des méthodes dignes d'une enquête criminelle

pose d'amalgames (suivant le nombre de plombages et les prédispositions individuelles).

La plupart des dentistes mettent toute leur confiance dans les amalgames. Mais notre médecin sait que ce produit n'a pas fait l'objet de tests légaux de toxicité et qu'il est critiqué dans de nombreux pays. Aux États-Unis, en particulier, quelques livres de praticiens et des études scientifiques dénoncent la toxicité des métaux à usage dentaire. Il complète donc son enquête par un dosage du mercure urinaire, et propose à un grand nombre de ses patients de se faire enlever leurs amalgames. Une opération délicate : il faut éviter la contamination par les poussières et les vapeurs de mercure dégagées lors de la dépose. Plusieurs mois après, les symptômes et les maladies, même graves, de ses patients régressent. Plusieurs spécialistes rapportent les mêmes observations – aux États-Unis et en Suède, notamment.

### LE MERCURE TRAHİ PAR L'ANALYSE DE CHEVEUX

Parallèlement, ce passionné de médecine dite orthomoléculaire – qui privilégie les traitements par des molécules naturellement utilisées par les organismes vivants (vitamines, minéraux, oligo-éléments) – se sert de l'analyse

minérale des cheveux ainsi que de dosages sanguins de vitamines et de minéraux pour appuyer son diagnostic et définir son traitement. La composition des cheveux est en effet censée fournir des informations précises sur le métabolisme de l'individu. Il remarque, notamment, que le taux de calcium dans les cheveux de 40 % de ses patients porteurs d'amalgames est particulièrement élevé et qu'il baisse fortement plusieurs mois après la dépose des plombages. Ce qui ne le surprend pas, car le mercure agit sur le métabolisme du calcium.

Sont-ce des preuves aujourd'hui suffisantes de la toxicité des amalgames à base de mercure et de leur responsabilité dans les maladies citées plus haut ? Ce n'est pas évident. Sur le plan statistique, l'échantillon est encore faible, les premières déposes ne datent que de trois ans et d'autres facteurs interfèrent souvent (modifications du mode de vie induites par le médecin, par exemple).

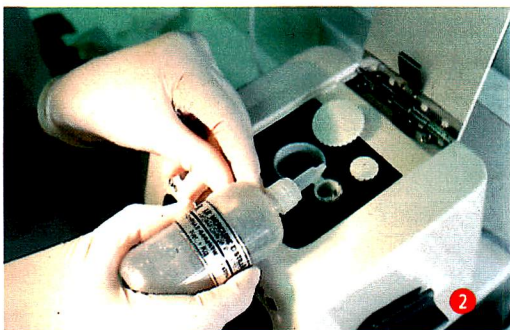
De plus, les données de notre médecin, bien qu'en voie de publication, n'ont pas encore subi la critique de ses pairs. En outre, son étude fait appel à une méthode non orthodoxe – l'analyse des cheveux – qui n'est pas reconnue officiellement.

Poser le diagnostic d'intoxication chronique par le mercure dentaire n'est pas simple, car cet élément fait preuve d'une extraordinaire polyvalence. Ce métal liquide, guère dangereux par ingestion, est très toxique par ses vapeurs émises à température ambiante et par ses sels minéraux et ses dérivés organiques. Le mercure attaque particulièrement les protéines en modifiant profondément leur conformation (voir dessin double page suivante). Il prend la place du zinc dans les nombreuses enzymes

## Des vapeurs toxiques dans la bouche

**L'amalgame utilisé dans les plombages dentaires est obtenu en mélangeant du mercure liquide ❶ à une poudre composée d'argent, d'étain, de cuivre et de zinc ❷. Après préparation ❸, l'amalgame est "posé" dans la dent (ici sur un moulage) ❹. Lors de cette opération, des vapeurs de mercure sont libérées dans la bouche et absorbées par l'organisme. Les soupçons de toxicité qui pèsent sur ces vapeurs et sur le mercure que dégage la mastication doivent encore être confirmés.**

F. DURAND/SIPA PRESS



impliquées dans le métabolisme.

Les pathologies induites par l'intoxication chronique, subaiguë ou aiguë sont ainsi très diverses : troubles psychiques (angoisse, insomnies, agressivité...), encéphalopathie, tremblements, coliques avec constipation ou diarrhées, néphrites, maux de têtes, constriction du champ visuel, transpiration intense, difficulté de mouvements, paralysie, etc. Chez les enfants, un retard mental et un handicap moteur peuvent survenir.

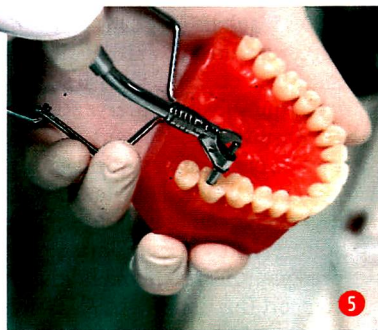
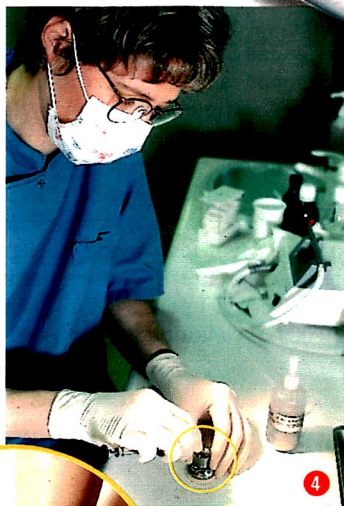
Les autopsies de personnes fortement intoxiquées mettent en évidence un phénomène de démyélinisation des fibres nerveuses caractéristique de la sclérose en plaques. De récents travaux menés





F. DURAND/SIPA PRESS

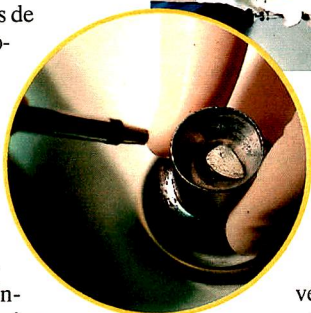
J. NICOLAS



à l'Institut Pasteur laissent penser que le mercure peut aussi interférer avec les récepteurs de la sérotonine, un neuro-transmetteur impliqué dans les troubles de l'humeur tels que la dépression.

Étant donné la diversité des symptômes, l'erreur de diagnostic est fréquente, même lorsque l'intoxication est massive. Quand elle est chronique, c'est l'origine du mercure qui reste délicate à déterminer.

Les amalgames dentaires en libèrent-ils dans la bouche et en quelle quantité ? Il semble bien que les



plombages ne soient pas aussi innocents que les dentistes veulent bien le croire. Il est prouvé depuis longtemps que les amalgames libèrent des vapeurs de mercure pendant la pose ou la dépose. Le taux d'exposition est relativement élevé – entre 85 et 326 microgrammes par mètre cube d'air (INSERM de Strasbourg, Dr Haïkel),

ce qui ne dépasse par les normes de sécurité de l'OMS ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour une exposition professionnelle ponctuelle (moins d'un quart d'heure par jour).

Une fois l'amalgame solidifié, il continue de dégager des vapeurs (de 2 à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), et plus encore ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'après certaines études) lors de longues périodes de mastication (chewing-gum, grincements de dents nocturnes). Des chiffres supérieurs aux normes de l'EPA, l'agence américaine de l'environnement, ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les lieux publics).

Quelle quantité est absorbée par l'organisme ? Quel est le devenir de ce mercure dans les tissus ? Pour en avoir le cœur net, Murray Vimy, chercheur à l'université de Calgary,



■ ■ ■ au Canada, a étudié le phénomène sur des brebis en gestation et sur leur fœtus.

A chaque bête, il a placé douze plombages dans des dents préalablement creusées, sous anesthésie et dans des conditions équivalentes à ce qui se fait chez les humains. Les amalgames contenaient un isotope radioactif du mercure,  $Hg^{203}$ , afin de pouvoir distinguer le mercure ap-

édicé par l'EPA. On le retrouve aussi dans le foie à raison de 1 mg/kg, dans le cerveau et dans quantité d'autres organes à des doses plus faibles, que ce soit chez la brebis adulte ou chez le fœtus. Le lait est contaminé ainsi que le placenta. Des études sur les singes ont donné des résultats semblables.

Qu'en est-il dans les organes humains? Difficile à dire : lors d'une autopsie ou d'une biopsie il est impossible de distinguer la part qui revient aux amalgames. On sait simplement que le mercure s'accumule essentiellement dans les reins et le cerveau et, en moindre quantité, dans les poumons, le foie, les os des maxillaires et les voies digestives, et cela d'autant plus qu'il y a de nombreux plombages.

Dans les urines, le taux de mercure excrété après la pose d'amalgame est très variable selon les individus : de quelques microgrammes à plusieurs dizaines. L'OMS estime que, à partir de 40  $\mu g/l$ , le risque de toxicité est important, tout en sachant que les réactions individuelles sont très variables. Une étude suédoise précise que la proportion d'individus chez qui le mercure dentaire atteint 50  $\mu g/l$  est de 1 pour 2 000 à 1 pour 10 000. Il y aurait donc là un véri-

table groupe à risque.

Qu'en pensent les dentistes? Germain Zelig, de l'Association dentaire, est formel : « Nous ne connaissons aucun cas d'intoxication des patients par le mercure des amalgames. Cela ne peut se produire que s'il y a une grosse erreur de manipulation de la part du praticien. » Youssef Haikel, universitaire à Strasbourg et auteur d'articles publiés dans *l'Information dentaire*, estime aussi que la marge de sécurité est importante.

Cependant, la contamination chronique par le mercure des amalgames dentaires est une réalité indéniable. Quel est son véritable impact sur la santé? Jusqu'ici, les autorités sanitaires officielles telles que le National Institute of Health américain ou l'Organisation mondiale de la santé parviennent à la conclusion qu'il

## Le mercure s'accumule dans les reins et le cerveau

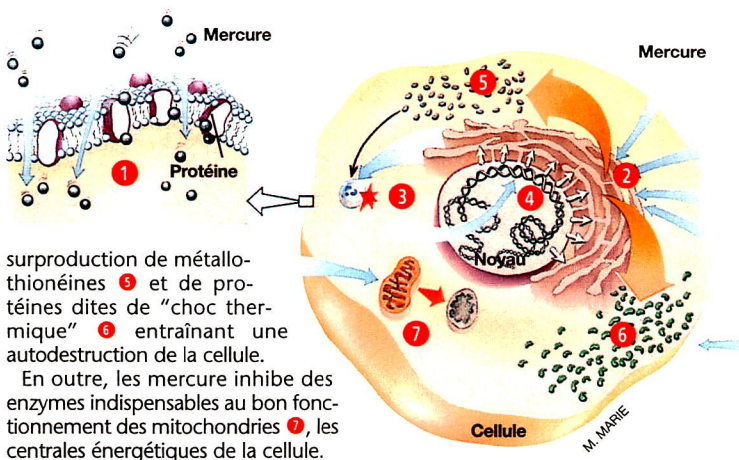
porté par l'expérience de celui provenant de la nourriture, de la boisson et de l'air.

Les résultats sont sans ambiguïté. Le mercure apparaît dans le sang maternel et fœtal dans les deux jours qui suivent l'intervention. Il est ensuite présent dans presque tous les organes, en particulier dans les reins, où il atteint le taux record de 9 milligrammes par kilogramme, soit neuf fois la dose létale pour presque tous les animaux marins (rapport IFREMER), et 90 000 fois la concentration minimale à risque

## LES RAVAGES DU MERCURE DANS LA CELLULE

■ La membrane cellulaire n'est pas un obstacle pour le mercure métallique (Hg) ou méthylé ( $CH_3Hg$ ). Lorsqu'il la franchit, il peut se lier aux protéines transmembranaires et inhiber leur action ①.

Dans la cellule, le sort du mercure n'est pas parfaitement connu. Il pénètre dans le réticulum endoplasmique ②, où sont fabriquées les protéines, et intervient probablement dans ce processus. Puis il interagit avec les métallothionéines, protéines chargées de l'élimination des métaux. Cette interaction a lieu dans les lysosomes ③. Le mercure agit ensuite sur les facteurs de transcription ④, substances qui déclenchent la transcription des gènes. Il s'ensuit une







MAGNUM PHOTOS

## La tragédie de Minamata

En 1956, une intoxication par le mercure fit des ravages parmi les pêcheurs de thon de ce port japonais. Les poissons qu'ils pêchaient et dont ils se nourrissaient avaient eux-mêmes été contaminés par le mercure que rejetait une usine de matières plastiques.

n'existe aucune étude qui permette de soupçonner la toxicité des amalgames, mais les experts sont souvent des dentistes. On retrouve là le problème des études épidémiologiques. Elles sont claires sur les conséquences d'une intoxication massive mais quasiment inexistantes pour les intoxications chroniques.

Dans l'ensemble, les dentistes ont du mal à reconnaître les éventuels dangers des amalgames. C'est un matériau qu'ils utilisent depuis longtemps, et c'est peut-être le meilleur, du point de vue mécanique, pour les réparations dentaires. En outre, son prix d'achat reste plus bas que celui des nouveaux matériaux composites ("plombages" blancs) – lesquels, d'ailleurs, n'ont pas fait la preuve de leur innocuité. Les seules méthodes d'obturation dentaire probablement inoffensives restent un

moulage d'alliage d'or ou de céramique, malheureusement très cher, ou le ciment pierre, d'un prix modique mais délicat à poser.

### DÉJÀ PARTIELLEMENT INTERDIT EN SUÈDE

Alors, qui faut-il croire ? Pour l'instant, il est difficile de trancher. Depuis deux ans, le gouvernement suédois a demandé aux dentistes de cesser d'utiliser le mercure chez les enfants et les femmes enceintes et d'en faire autant pour les adultes à partir de 1997. Les motifs tiennent à la fois à l'environnement (déchets de mercure non récupérés) et à la santé – il y a quelque 60 tonnes d'amalgame dans les bouches suédoises –, car les études conduites ou analysées par le Centre de biométabolisme d'Uppsala alimentent les soupçons sur la toxicité des plombages. En Allemagne et aux Etats-Unis, la controverse bat son plein.

En France ? Rien de tel. Pourtant, nous utilisons sans précaution quelque 15 t d'amalgame chaque année, dont 5 environ (vieux amalgames, excédents lors de la pose...) ne sont pas entièrement récupérés. La situation pourrait changer dans le cadre de l'Europe, au moins pour ce qui est de l'environnement. Sur le plan de la santé, l'Association dentaire française met en place une structure de "matéiovigilance" afin d'évaluer précisément le nombre d'accidents et d'incidents liés aux matériaux à usage dentaire qui contiennent notamment des métaux toxiques (mercure, argent, cadmium, etc.). Cependant, une étude épidémiologique reposant sur une méthodologie rigoureuse et portant sur une population importante reste à faire. De toute façon, sous la pression de l'Europe, des tests légaux pour l'ensemble des matériaux dentaires devraient enfin voir le jour. ■



## YVES ROCARD

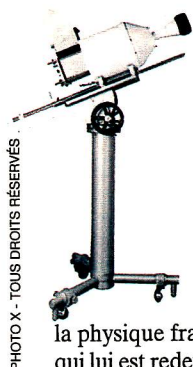
Le  
"sourcier"  
de la  
science

PHOTO X - TOUS DROITS RÉSERVÉS

**L**e grand public connaît peu Yves Rocard. Pourtant des dizaines de laboratoires lui doivent leur existence ! C'est même une grande partie de la physique française d'aujourd'hui qui lui est redevable. Parmi les disciplines qu'il a lancées figurent la radioastronomie, la physique des solides et des semi-conducteurs, la résonance magnétique nucléaire (RMN), la détection des explosions nucléaires et il a même été l'un des concepteurs de la bombe atomique française...

Alors, pourquoi n'y a-t-il pas de rue, d'amphithéâtre et d'école qui portent son nom ? Simplement parce qu'il est difficile de devenir célèbre lorsqu'on se met tout l'establishment scientifique à dos, lorsqu'on contourne l'Administration, lorsqu'on est, outre un

■ Le seul Rocard que les Français connaissent, c'est Michel. Son père, Yves, fut pourtant l'un des plus grands savants français du XX<sup>e</sup> siècle.

De la radioastronomie au nucléaire, il fut un précurseur protéiforme. Mais il s'intéressait aux sourciers, et l'establishment scientifique ne le lui pardonna pas.

PAR ROMAN  
IKONICOFF

Toujours  
aux aguets

Il "récupère" un radar allemand gigantesque pour doter l'École normale supérieure de moyens de recherche, il cherche à percer le mystère des sourciers, il invente le "rocaroscope", qui mesure les vibrations terrestres...

ARCHIVES STATION DE NANÇAY





savant visionnaire, un agent de renseignement, un leader charismatique, un polémiste et un humoriste invétéré. Cela suscite des rancœurs.

Qu'il ait été un personnage clé de la guerre scientifique contre le nazisme et le "rebâtisseur" de la science française d'après-guerre ne change rien à l'affaire ! Ses "collègues"

ne l'aimaient pas, mais ceux qui le connurent personnellement ne sont pas prêts d'oublier le "patron".

Le jour de ses obsèques, le 18 mars 1992, tous ses collaborateurs et ses "petits élèves" – comme il les appelait – de l'Ecole normale supérieure (ENS) étaient là : Hubert Curien (alors ministre de la Recherche) et Pierre Aigrain (ancien secrétaire d'État à la Recherche), Jean-Louis Steinberg, Jean-François Denisse, Maurice Lévy, Michel Soutif, Pierre-Gilles de Gennes (prix Nobel en 1991)... Bref, les grands noms de la science et de la société française de la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle.

Pourtant l'Académie des sciences avait rejeté sa candidature en 1962 sous prétexte que le savant s'était fourvoyé dans les parasciences ! En effet, en 1954, après avoir vu un sourcier trouver de l'eau à l'aide d'une baguette dans un terrain aride de Normandie qu'il avait acheté pour le compte du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), Yves Rocard se mit à chercher l'explication scientifique du phénomène au moyen de la physique classique. Cette recherche durera jusqu'à sa mort, quarante ans plus tard.

#### **L'UNION RATIONALISTE BLOQUE SA CANDIDATURE**

Au moment de poser sa candidature à l'Académie, il avait d'ailleurs fait part à son fils Michel (futur Premier ministre) de son inquiétude : « Mes travaux, il n'y a que trois personnes capables de les lire à l'Académie. Il faut que je publie une chose qui les amuse un peu et qui leur plaise. » « C'est dans ces conditions, raconte son fils, qu'il publie *le Signal du sourcier*, qui présente l'esquisse d'une véritable découverte : les sourciers sont sensibles à une variation locale du champ magnétique terrestre. Mais l'Union rationaliste a vent de cette publication et une énorme bagarre se déclenche chez les scientifiques, qui aboutit au rejet de sa candidature. » La "grande science" ne lui pardonne pas d'avoir touché à un sujet ■ ■ ■



# Ce savant hors norme avait le goût

■ ■ ■ “qui sent le soufre”. Michel Rocard se souvient encore de l’avoir entendu commenter le résultat : « Je ne me représenterai jamais. »

Nombreux sont ceux qui voient dans le refus de l’Académie un “juste” retour de bâton à l’encontre de celui qui, dès son plus jeune âge, fut contaminé par le virus de l’anti-conformisme et de l’humour corrosif. Quand il n’était qu’élève de l’ENS, dans les années 20, il rédigea puis diffusa des *Règles du jeu de l’oie à l’usage des savants et chercheurs de France et de Navarre*. On y trouve déjà l’essentiel de ses opinions : « Qui ira au n° 42, où il y a une mairie, deviendra gendre de savant sans payer aucun prix [...] et ira au 52, où il y a l’Institut » [l’Académie des sciences]. Quarante-cinq ans plus tard, lorsqu’il décide de s’y présenter, il se justifie face à son fils hilare : « Qu’est-ce que tu veux que je fasse d’autre à mon âge ? »

Pour Louis Néel, prix Nobel de physique 1970 et ami d’Yves Rocard, le refus de l’Académie « a été une grande injustice, car le niveau de ses travaux était largement supérieur à celui des autres candidats ». En effet !



J.L. CHARMET

## Son QG

Yves Rocard enseigne à l’Ecole normale supérieure jusqu’à ce qu’il rejoigne la résistance, en 1943. Il y retournera en 1945 pour occuper le poste prestigieux de directeur des laboratoires de physique.

Yves Rocard fut durant toute sa vie un grand scientifique. Après une thèse en maths (1927) et une autre en physique (1928), il publia de nombreux articles d’importance et “rata” de peu la découverte de l’effet Raman (1), donc le prix Nobel.

Il déposa des brevets sur des sys-

tèmes d’amélioration de la stabilité des automobiles, des trains et des avions face aux effets vibratoires qui limitaient leur vitesse. Il devint spécialiste des transmissions radars et fut l’un des premiers à observer l’effet radio du soleil... « Un grand théoricien de la physique appliquée », selon l’expression de Michel Soutif, fondateur du premier laboratoire de RMN en France et “second” de Rocard à l’ENS de 1946 à 1951.

## SUR LE TERRAIN, AU PÉRIL DE SA VIE

Pourtant rien ne prédestinait Yves Rocard, né en 1903, fils et petit-fils de militaires, à moitié sourd, à devenir l’un des grands mandarins de la science nationale. Rien ne présageait non plus qu’il allait tomber dans un oubli peut-être trop prompt pour être mérité !

« Mon père a été très marqué, raconte son fils Michel, par la mort de son père lorsqu’il avait 15 ans. Celui-ci fut le dernier officier français abattu en vol pendant la Première Guerre mondiale. C’est cette image de son père, à qui il vouait un culte, qui lui donnera le goût de l’action. » Mais « ce sera la Seconde Guerre mondiale qui lui fournira les moyens de devenir le grand homme qu’il fut », estime Maurice Lévy, fondateur de la Cité des sciences de La Villette, ancien président du Centre national d’études spatiales (CNES) et de l’Agence spatiale européenne (ESA).

Lorsque la guerre éclate, le 1<sup>er</sup> septembre 1939, Yves Rocard est un jeune chercheur spécialiste de la physique des vibrations et des rayonnements, de thermodynamique, d’électricité et d’électromagnétisme. Or ce dernier est à la base de la technologie des radars et des communications

## Le maître et ses “petits élèves”

L’ENS s’est réveillée du cauchemar de la guerre humainement vidée par la déportations de ses professeurs. Yves Rocard, notamment, lui donnera un second souffle. Il continuera d’“éveiller” des scientifiques, comme il le faisait auparavant. Ci-dessous, le chercheur (au premier plan) entouré de ses élèves.



(1) Raman a montré qu’il existe une relation entre l’intensité de la diffusion de la lumière dans un liquide et la vibration des atomes composant les molécules du liquide.



# de l'action

radio. Possédant déjà une certaine réputation dans ce domaine, Rocard intéresse au plus haut point l'armée.

C'est vers celle de la résistance au nazisme qu'il se tourne dès 1940, franchement dégoûté par « l'esprit de collaboration » qui régnait à Vichy. Il mènera pendant le reste de la guerre une double activité clandestine, en France, en Angleterre et en Algérie : la première, liée du réseau de résistance Cohors-Asturies – dont le chef, le philosophe Jean Cavaillès, sera fusillé par les Allemands ; la seconde, liée au service de renseignement de l'armée régulière française – dont les informations parvenaient, sous le manteau, à l'ambassadeur américain à Vichy.

Yves Rocard devint donc une pièce maîtresse de l'espionnage scientifique contre les Allemands : reconnaissance de leurs installations radio et mise au point de systèmes de brouillage des radars allemands sur les navires alliés, création d'un réseau de communication radio pour la Résistance... Mais, contrairement à la plupart des scientifiques, Yves Rocard travaillait sur le terrain et au péril de sa vie. Son action dans la Résistance fourmille d'anecdotes dévoilant le courage, voire l'inconscience qui l'ont caractérisé. « Il fut arrêté au moins deux fois à la ligne de démarcation, dit encore son fils, mais fut immédiatement libéré. L'une des deux fois en se faisant passer pour débile mental... »

C'est souvent en pleine action qu'Yves Rocard s'adonnait à la science. Comme l'a raconté un



PHOTO X - TOUS DROITS RÉSERVÉS



## Au cœur de la guerre

Dans la résistance, le savant ne se contenta pas d'un travail intellectuel. Il participa à des missions de repérage de radars allemands et dota les navires alliés de systèmes de brouillage contre les bombes téléguées ennemies.

témoin à Michel Soutif, pendant la guerre, alors qu'il avait pris place à bord du croiseur *Montcalm* nouvellement équipé par les Américains, en pleine tempête, il donna l'ordre de « mettre en batterie tous les radars du bord pour "écouter" le soleil ». C'est ainsi que naquit son intérêt pour la radioastronomie.

Une fois la guerre finie, lorsqu'il fut nommé directeur du laboratoire de physique de l'ENS, matériellement vide et humainement dévastée par la guerre et les déportations, il convoqua un par un tous les jeunes

gens qui hantaient les lieux et proposa à Jean-François Denisse et à Jean-Louis Steinberg de « faire de la radioastronomie » dont « nous ignorions jusqu'à l'existence », se rappelle ce dernier, fondateur avec Emile-Jacques Blum et Jean-François Denisse de l'École française de radioastronomie.

« Rocard nous a donné les moyens de faire des observations, raconte Jean-François Denisse. On a donc monté le labo. » Pour Yves Rocard, « donner les moyens » signifie aller les prendre là où ils se trouvent, et – sur-





# Son unique but : bâtir une science mo

■ ■ ■ tout – en passant par-dessus l'Administration. Imaginez un commando de jeunes scientifiques brillants, menés par une sorte de Professeur Tournesol, faisant une "descente" dans les laboratoires d'une Allemagne vaincue, pour y "chaparder" de la technologie et des scientifiques allemands avant qu'ils soient "réquisitionnés" par les Américains !

En 1946, la petite équipe de radio-astronomes récupéra trois radars allemands Würzburg géants (paraboles de 7,5 mètres de diamètre – voir photo p. 104). « Ne sachant qu'en faire, se souvient Jean-Louis Steinberg, Yves Rocard nous demanda de monter un des Würzburg sur le toit de l'ENS. » La radioastronomie

démarrait en France. Tel était le "système Rocard" – mélange d'intelligence, de sang-froid, de débrouillardise, d'esprit d'équipe – tout entier tourné vers un unique but : bâtir, par tous les moyens, une science moderne en France.

Entre 1946 et 1950, Yves Rocard hantait, de New York à Washington, les surplus de l'armée américaine – véritables cavernes d'Ali Baba – à

la recherche de matériel "dernier cri" pour un scientifique français. Achat de 3 000 kg de matériel par-ci, de caisses d'équipement électronique estampillé "secret" par les Américains par-là... C'est à cette occasion (en 1946) qu'il rencontre Pierre Aigrain, jeune étudiant français qui fait une thèse aux Etats-Unis (il allait devenir, avec Claude Dugas, le pionnier de la physique française des semi-conducteurs).

Lors de l'un de ses nombreux périples en Allemagne et en Autriche, Yves Rocard était tombé sur un laboratoire qui se spécialisait dans les cellules au sulfure de plomb, sensibles à l'infrarouge – technologie alors inconnue en France. Il lança ses jeunes collaborateurs sur le sujet. Ainsi fut créé le premier laboratoire de semi-conducteurs de France.

« Le 15 juin 1948, on annonça l'invention du transistor. Rocard nous poussa, Dugas et moi, dit Pierre Aigrain, à prendre contact avec l'industrie qui commençait à s'y inté-

resser. » Etablir des ponts avec l'industrie était un axe essentiel de la méthode Rocard. « Il est l'un des premiers, souligne son fils Michel, à avoir "trahi" la filière universitaire pour aller dans l'industrie. »

Dès 1928, à l'âge de 25 ans, Rocard avait quitté la recherche pour entrer à la Société française de radiotechnique (SFR), qui fabriquait des lampes triodes pour la TSF (la radio), alors en pleine expansion. « Le passage de Rocard dans l'industrie fut très mal vu par l'establishment scientifique », précise Louis Néel, qui, à 93 ans, est l'un des derniers témoins de la science d'avant-guerre.

Pour Hubert Curien,

## Un acteur clé de la bombe

Un article paru dans *France Soir*, en 1950, propulsa Yves Rocard sur le devant de la "scène nucléaire" et lui permit de devenir un acteur essentiel de la mise au point de la première bombe H française. Il dotera aussi la France du premier réseau de détection des explosions atomiques.

Vendredi 15 Décembre 1950

**Dès 1946, le savant français Yves Rocard avait inventé une bombe «H»**

Un moment où le projet, aussi avancé que celui des Etats-Unis, ne fut pas retenu par le gouvernement

KEYSTONE



KEYSTONE



# derne en France

« c'est parce qu'il nous a donné le goût de la mobilité que beaucoup d'entre nous ont acquis des positions importantes dans l'organisation de la science ou dans le lancement de nouvelles disciplines ».

Yves Rocard était infatigable. À l'ENS, il créa, avec Michel Soutif, le premier laboratoire français de RMN ; il introduisit la physique moderne (relativité et quantique) dans l'enseignement... « C'était un homme-orchestre, il courait partout ! se souvient Maurice Lévy. Pour le voir, il fallait venir à l'École entre 7 heures et 9 heures ou entre 19 heures et 21 heures. Entre-temps, il allait faire du *lobbying* au ministère de l'Éducation nationale pour obtenir des postes, ou bien il siégeait au CEA. »

## SECRET, DISCRET ET... PROVOCATEUR

Au CEA, Yves Rocard participa à la mise au point de la première bombe atomique française, « Gerboise bleue », en tant qu'... agent immobilier ! C'est lui qui acheta les terrains où devait se fabriquer la bombe, à l'insu de l'opinion publique et... du gouvernement, qui ne voyait pas toujours cette entreprise d'un bon œil (du moins jusqu'à l'arrivée de De Gaulle, en 1958). Savant de grande renommée, Rocard faisait office de caution scientifique du CEA, rôle qu'il joua pleinement jusqu'en 1958. Il fut aussi l'architecte de la planification du dossier des « 100 milliards pour la bombe », qui débloqua définitivement les budgets. Ensuite, il s'adonna à un « sport » bien plus à la mesure de sa personnalité : la mise en place d'un réseau national de détection des essais nucléaires mondiaux, qui permit de déceler la première explosion nucléaire chinoise, en octobre 1964.

Rocard était un vrai leader dans tous les secteurs

de la physique appliquée. Mais ses qualités de meneur d'hommes et d'« essayeur » de nouveaux laboratoires dans la France entière n'éclipsaient pas sa qualité première : celle de scientifique. Ses nombreuses publications l'attestent.

En revanche, on ne trouve que peu d'indices de sa participation à des actions de renseignement pour le compte de la Marine, juste après la guerre ; elle fait cependant peu de doute. Il aurait ainsi aidé le futur Premier ministre israélien Yitzhak Shamir à fuir les Britanniques, qui, en 1945, voulaient l'emprisonner pour actes terroristes. Michel Rocard ne l'apprit de la bouche de son père qu'en 1990, lorsque, lui-même Premier ministre, il reçut Shamir en visite officielle. « C'était un homme extrêmement pudique. Il ne parlait jamais de lui, se souvient Maurice Lévy. Il a toujours cultivé le secret, la discrétion. C'est sans doute pour cette raison qu'il n'est pas devenu une figure publique. Mais, pour ses amis, il était très agréable, très drôle, souvent provocateur. »

Est-ce par provocation qu'il s'intéressa aux sourciers ? Oui, répondent les uns, pour donner un nouveau « coup de pied » dans l'institution

## Une œuvre accomplie

Le vieil homme était fier d'avoir su « faire marcher son cerveau ».



## Pour services rendus à la nation

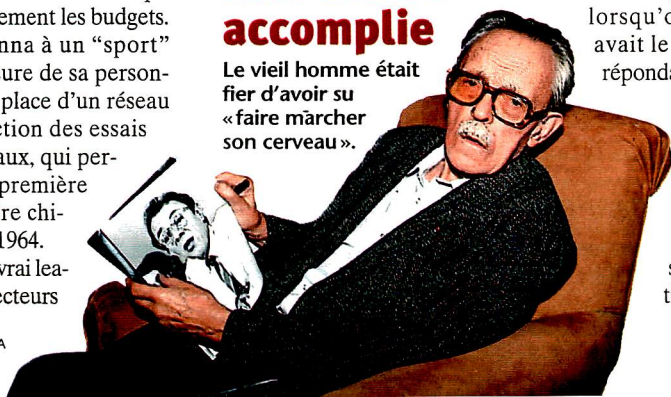
Son rôle dans l'espionnage scientifique pendant la guerre puis dans la reconstruction de la science française lui valut d'être fait Commandeur de la Légion d'honneur, en 1967.

scientifique ! Non, affirment les autres : il pensait que, s'il existait vraiment quelque chose derrière cette pratique, la science allait pouvoir l'expliquer. Pas du tout, répliquent d'autres encore, c'est parce que sa mère était sourcière ! Les trois raisons ont vraisemblablement coexisté.

Louis Néel, l'un des plus grands spécialistes du magnétisme, a peut-être la vraie réponse : « Je suis convaincu qu'il y a effectivement des choses à découvrir dans le magnétisme humain. Mais Rocard était trop têtu pour se plier à des protocoles stricts d'expérimentation, qui l'auraient pourtant mis à l'abri des critiques ».

Au crépuscule de sa longue vie, lorsqu'on lui demandait ce qui avait le plus compté pour lui, il répondait, en se touchant le front,

« c'est d'avoir fait marcher ça ». Il n'avait peut-être qu'un seul et profond regret : que personne ne poursuive ses recherches sur les sourciers et sur le magnétisme humain. ■





ESPACE

NASA

## La navette du xxi<sup>e</sup> siècle

La NASA vient de choisir la société Lockheed Martin pour construire sa future navette orbitale, VentureStar, qui décollera et atterrira comme un avion.



# Un avion en orbite !

■ Une navette spatiale entièrement réutilisable, qui reviendra intacte sur Terre : c'est le pari américain de l'an 2000.

Pour réduire les coûts, et pour concurrencer les lanceurs classiques, tels que la fusée Ariane.

PAR GERMAIN CHAMBOST

**L**a navette spatiale américaine présente un grave inconvénient : une partie seulement du vaisseau et de ses équipements revient sur Terre, le reste (les deux fusées d'appoint à poudre et l'énorme réservoir d'hydrogène et d'oxygène liquides) est perdu.

La NASA, l'agence spatiale américaine, a donc imaginé une navette qui regagnerait la Terre dans son intégralité : le RLV (*Reusable Launch Vehicle*, véhicule de lancement réutilisable). Pour prouver la validité du concept, un vaisseau à l'échelle un demi, le X-33, sera lancé en mars 1999. Jusqu'en décembre de la même année, il effectuera quatorze autres vols suborbitaux, tous automatiques – sans hommes à bord –, soit un vol toutes les trois semaines. Lors des essais, le X-33 doit atteindre Mach 15 (18 000 km/h), quinze fois la vitesse du son, ce qui lui permettra de tester son comportement lors des manœuvres de rentrée dans l'atmosphère. A

cette vitesse, l'échauffement des structures par frottement au contact de l'air sera équivalent à celui d'un vaisseau spatial qui vient de quitter son orbite et plonge vers la Terre.

Le RLV devra être capable d'effectuer des "rotations spatiales" à cadence élevée, afin de réduire les coûts d'opération. Il décollera et reviendra se poser de manière autonome. Un véritable avion orbital, le premier du genre. La décision finale de le construire sera prise en 1999, à l'issue des vols d'essai du X-33. Il devrait entrer en service en 2003 dans sa version automatique, vers 2005 dans sa version habitée.

## VÉHICULES DE SECOURS POUR ASTRONAUTES

C'est au groupe Lockheed Martin que la NASA a confié, en juillet dernier, la maîtrise d'œuvre du programme X-33, précurseur du RLV opérationnel, baptisé, lui, *VentureStar*. Le concept *VentureStar* de Lockheed Martin a été préféré au DC-X de McDonnell Douglas (voir *Science & Vie* n° xxx, p. xxx) et à un autre concept de Rockwell/Northrop Grumman. Dans ces deux projets, il s'agissait également de mettre au point un véhicule spatial capable de décoller avec des astronautes à bord, de placer une charge, par exemple un satellite, en orbite, ou de desservir la future station orbitale Alpha, puis de revenir se poser par ses propres moyens, sur n'importe quelle piste d'atterrissage. Si la préférence a été accordée au *VentureStar*, c'est parce que, au lieu de se poser à la verticale, comme c'est le cas du DC-X, il plane en revenant sur Terre : la masse totale récupérable est donc beaucoup plus importante.

Le *VentureStar* bénéficiera des ■ ■ ■



■ ■ ■ acquis accumulés par les Américains dans les années 60 et 70, grâce aux “lifting bodies” (corps portants). Ces engins, qui ressemblent à des galets épais et pointus, ont une forme optimisée pour fournir une portance élevée et des capacités de manœuvre qui leur permettent d'évoluer lors de la phase d'approche sur un terrain d'atterrissage.

Les lifting bodies avaient été d'abord étudiés comme des véhicules de secours pour les astro-

nautes contraints d'abandonner leur véhicule spatial, ou leur station orbitale, et de regagner rapidement la Terre. Des sortes de canots de sauvetage. Mais le VentureStar incorporera bien d'autres innovations, notamment dans les domaines de la propulsion et des matériaux.

Ainsi sera-t-il propulsé par sept moteurs (le X-33 n'en aura que deux) dits "aerospike", ou "à pointe émergente". Il s'agit de moteurs cryotechniques (à hydrogène et à

oxygène liquides) disposés de part et d'autre d'un tronc central. Mais, à la différence des moteurs cryotechniques habituels, les moteurs aerospike présentent l'avantage de s'auto-adapter à l'altitude à laquelle ils fonctionnent. Afin, bien entendu, d'obtenir le meilleur rendement possible quelle que soit l'altitude.

Sur un moteur-fusée, la poussée est obtenue par la détente et l'accélération des gaz chauds produits par le moteur dans une tuyère en forme

## L'EFFET DE L'AIR

■ Une tuyère classique, en forme de tronc de cône, est adaptée à une seule altitude de fonctionnement, généralement au-delà de 80 km.

Son rapport de détente, rapport entre la section de sortie du divergent et la section du col de la tuyère, est donc calculé pour que, simplement correct au niveau de la mer, il soit bien meilleur dans le vide.

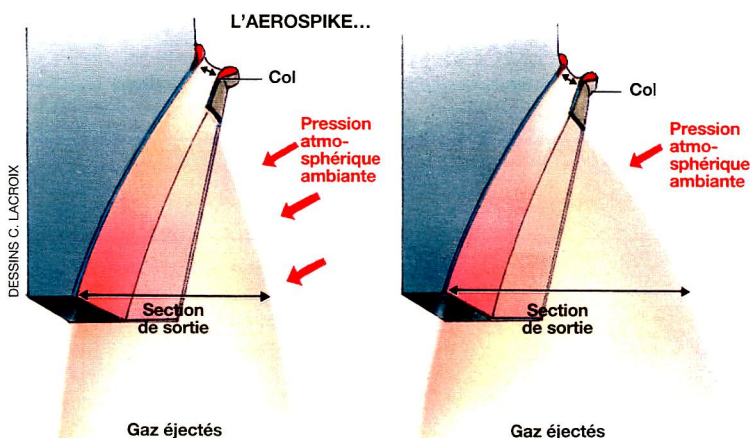
Une tuyère déployable permet, pour un encombrement minimal en position repos, de disposer d'un espace large

section de sortie lors de l'utilisation en altitude.

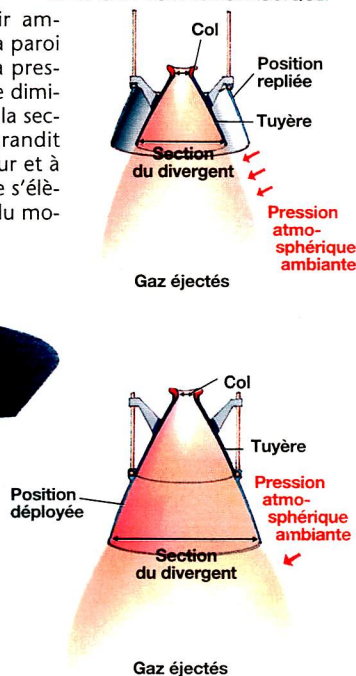
Avec le moteur aérospike, celui de la future navette, les gaz chauds sont éjectés de part et d'autre d'une

paroi centrale, l'air ambiant constituant la paroi latérale. Comme la pression atmosphérique diminue avec l'altitude, la section de sortie s'agrandit naturellement au fur et à mesure que la fusée s'élève. Le rendement du moteur s'améliore.

## L'AEROSPIKE...



## ... ET UNE TUYÈRE CLASSIQUE



**Un modèle réduit du moteur cryotechnique dit "aerospike" a déjà été testé en vol, à bord d'un SR-71.**



de divergent. La détente confère à ces gaz une très grande vitesse d'éjection, de l'ordre de plusieurs milliers de mètres par seconde. La vitesse d'éjection, donc le rendement du moteur, est fonction directe du rapport entre la section de sortie du divergent et la section du col de la tuyère (voir dessin). C'est ce qu'on appelle le rapport de détente.

A haute altitude, lorsque la pression ambiante diminue ou est quasiment nulle, on a intérêt à disposer de tuyères à très grande section de sortie, donc les plus longues possible, afin d'améliorer encore le rapport de détente. Mais se pose alors un problème d'encombrement, car de longues tuyères, d'ailleurs difficiles à fabriquer, demandent de la place. Particularité gênante, entre autres, pour les missiles stratégiques, logés dans un silo terrestre ou dans la coque d'un sous-marin. Ou pour l'étage supérieur d'une fusée, placé au-dessus d'un premier étage. L'une des solutions consiste à concevoir des tuyères déployables, qui, repliées à l'arrêt, se déploient en vol à la manière des gobelets pliables de camping. C'est la solution qui a été retenue par la SEP (Société européenne de propulsion). Son divergent déployable en carbone-carbone a d'ailleurs été adopté par la société américaine Pratt & Whitney pour le moteur cryotechnique de l'étage supérieur du nouveau lanceur commercial Delta 3, de McDonnell Douglas.

### RENDEMENT AMÉLIORÉ, POUSSÉE ACCRUE

La solution retenue par la firme américaine Rocketdyne sur le moteur aerospike est différente. Dotés de tuyères plates ou linéaires, les moteurs sont disposés de chaque côté d'un tronc central, à la partie inférieure du X-33 ou du VentureStar. Les gaz se détendent d'un côté, le long d'une paroi plane, l'air ambiant constituant en fait l'autre paroi. Au fur et à mesure que la pression ambiante diminue, lors de l'ascension de la fusée, la section de

## Exploration verticale

**Le DC-X de McDonnell-Douglas a exploré la technologie du véhicule spatial réutilisable. Mais la NASA ne l'a pas retenu comme navette.**

sortie a tendance à s'élargir. Dans ces conditions, le rapport de détente augmente en fonction de l'altitude. Le rendement s'améliore, la poussée s'accroît. Rocketdyne précise que la poussée du moteur RS-2200, qui équipera le RLV, sera de 431 000 livres (environ 195 tonnes) au niveau de la mer, et de 495 000 livres (224 tonnes) dans le vide. A condition que l'écoulement autour du véhicule ne vienne pas perturber celui des moteurs. Ce qui suppose, souligne Marcel Pouliquen, ingénieur en chef du service Etudes-Systèmes de la SEP, une parfaite intégration des moteurs dans le véhicule.

Autre grande innovation du projet de Lockheed Martin: le choix des protections thermiques du VentureStar. Les navettes spatiales actuelles sont équipées de tuiles en céramique, qui absorbent la chaleur produite par le frottement de l'engin sur les couches denses de l'atmosphère (1300 °C à 1800 °C), lorsqu'il quitte son orbite de travail et effectue sa manœuvre de rentrée. Mais, à

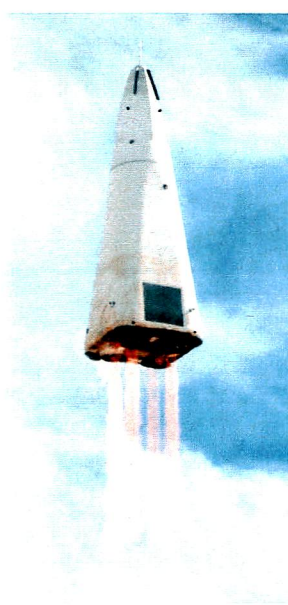
l'usage, ces tuiles se sont révélées assez fragiles, et leur remplacement coûte cher. Sur le X-33 et sur le VentureStar, le nez et les bords d'attaque du corps portant seront en composite carbone-carbone, les parties chaudes en alliages métalliques, notamment au titane, le reste étant recouvert d'un revêtement isolant. Les coûts de fonctionnement seront donc réduits.

### UN PRIX DE LANCEMENT DIVISÉ PAR CINQ

Le RLV est en effet conçu pour concurrencer les lanceurs classiques de satellites. Grâce à sa soule, placée à la partie supérieure de l'engin, le RLV sera capable d'emporter et de placer en orbite basse une charge de 18 tonnes, au prix de 10 à 15 millions de dollars par vol et au rythme de vingt à trente vols par an. Ce qui donnerait un prix de lancement au kilogramme "de satellite en orbite" d'environ 2000 dollars (10000F), comparé au prix actuel avec les fusées classiques, qui avoisine 10 000 dollars, et atteint même 20 000 dollars pour la navette américaine.

L'administrateur de la NASA, Daniel S. Goldin, ne fait pas mystère de l'objectif qu'il assigne au RLV: reconquérir les parts de marché perdues par les Etats-Unis au profit d'Arianespace ou d'autres concurrents. A cet effet, les Américains misent sur l'innovation technologique. La NASA va donc financer le développement du X-33. Mais, par la suite, l'exploitation du RLV lui-même sera confiée à des intérêts privés, non fédéraux. En l'occurrence, à une entreprise indépendante, United Space Alliance (USA).

Il faut cependant se montrer circonspect face à de telles déclarations. Par le passé, les Américains avaient justifié leur programme de navette spatiale par les importantes économies qu'ils en escomptaient. On parlait alors de soixante vols par an. Nous en sommes actuellement à huit...



MC DONNELL DOUGLAS



# Des fusées à la mer

■ Située sur l'équateur, une base de lancement de fusées permet d'économiser de l'énergie et d'augmenter la charge utile du satellite. D'où l'intérêt du programme *Sea Launch*, une plate-forme internationale en plein océan Pacifique.

PAR GÉRARD MORICE





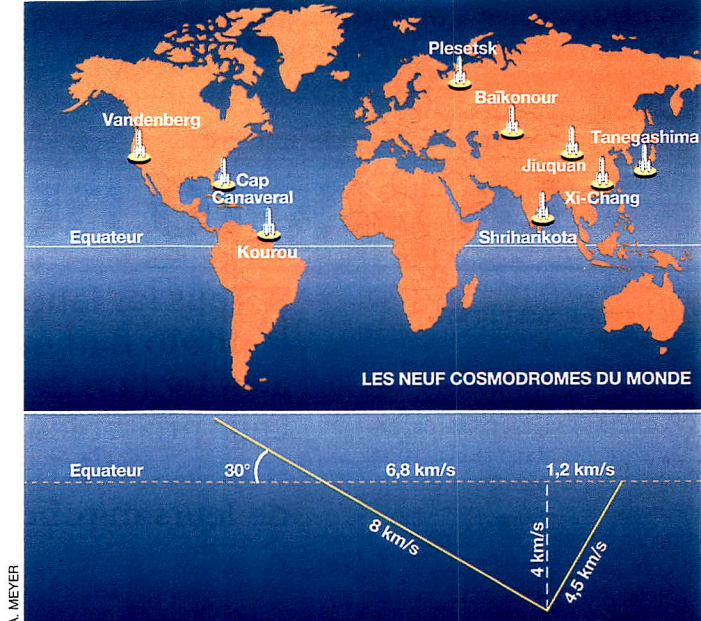
**P**lacé sur une orbite géostationnaire à 36 000 km d'altitude, au-dessus de l'équateur terrestre (dans le "plan équatorial"), un satellite tourne à la même vitesse que le sol. Pour un observateur terrestre, il semble immobile. Il est donc aisé de pointer vers lui une antenne parabolique, afin de l'utiliser comme relais pour assurer des transmissions.

Pour atteindre l'orbite géostationnaire, il faut au préalable placer le satellite en orbite basse – à 300 km d'altitude – en lui communiquant une vitesse de 8 km/s. Depuis la base spatiale guyanaise de Kourou, située pratiquement sur l'équateur, il suffit de viser le point de l'orbite géostationnaire recherché, et d'imprimer au satellite la vitesse requise. Mais, pour un lancement depuis Cap Canaveral (Floride) ou Baïkonour (Kazakhstan) – des bases situées à des latitudes plus élevées –, il est indispensable de dévier la trajectoire du satellite pour qu'il rejoigne le plan équatorial. Cette "torsion" de trajectoire est très coûteuse en énergie... Pour un tir depuis Cap Canaveral (30° de latitude nord), elle correspond à une impulsion supplémentaire de 4,5 km/s.

### LES BASES ACTUELLES SONT SATURÉES

La torsion de trajectoire se fait au détriment de la charge utile, réduite dans des proportions drastiques du fait de l'énergie consommée. Lancé depuis Baïkonour (47° de latitude nord), un satellite d'une charge utile de 5,9 t voit celle-ci tomber à 1,2 t ! Or, on s'oriente aujourd'hui vers un accroissement du poids moyen des satellites, qui passe de 2 t à 4,5 t environ.

De plus, le lancement de satellites est devenu une véritable industrie : les sites et les lanceurs existants sont quasiment saturés. Environ 5 000 satellites ont été lancés depuis 1957 (dont près de 3 000 par les Russes). On prévoit 85 lancements de satellites commerciaux dans les cinq pro-



## Le handicap de la latitude

**Il est plus avantageux de lancer les satellites géostationnaires depuis l'équateur. Or, à l'exception de Kourou, tous les cosmodromes du monde se trouvent à une latitude élevée. Pour ceux situés à 30° – Cap Canaveral ou Tanegashima (Japon) –, l'analyse des composantes de la vitesse de la fusée montre que, outre les 8 km/s indispensables à sa satellisation, elle doit fournir une vitesse supplémentaire de 4,5 km/s pour se placer en orbite géostationnaire. Cette dépense d'énergie se fait au détriment de la charge utile.**

chaines années, à raison de 17 ou 18 lancements par an. C'est dire si les sites seront occupés...

Ces contraintes ont inspiré le programme *Sea Launch*. Il s'agit de construire une plate-forme de lancement en plein océan Pacifique, près des îles Hawaï – au niveau de l'équateur, donc. Ce programme est mené par un consortium réunissant l'américain Boeing Corporation, le norvégien Kvaerner, le russe Energia et l'ukrainien NPO Youjnoye. Pour ces deux derniers, très défavorisés d'un point de vue géographique, *Sea Launch* est un formidable atout, qui va leur permettre de se passer du cosmodrome de Baïkonour pour lancer les fusées Zénith II (de fabrication ukrainienne, sauf le moteur, russe). Le futur lanceur sera l'un des plus concurrentiels : lancer un satellite depuis l'équateur autorise une charge utile cinq fois plus importante que depuis l'Ukraine.

Cette plate-forme semi-submersible de 31 000 t, élaborée sur le

modèle des plates-formes de forage, est en cours d'armement à Stavanger (Norvège), dans les chantiers navals Kvaerner. Un système de positionnement géographique très précis, réalisé par la filiale française du groupe helvético-suédois ABB Industrie, permet de déterminer la trajectoire de la fusée.

## Premier tir en février 1998

Un navire d'assistance technique long de 200 m (tonnage brut de 34 000 t) est en cours de construction dans les chantiers Govan, à Glasgow (Ecosse). Il conduira les étages de la fusée sur le site de tir, où ils seront assemblés mécaniquement – la mise à feu sera aussi automatisée. Le premier lancement aura lieu en février 1998, pour le compte de la firme américaine Hughes Space Communication, qui a déjà pris des options sur dix lancements ultérieurs. ■



# La photo numérique

PAR HENRI-PIERRE PENEL

**L**a guerre des technologies semble s'engager dans la photographie grand public. Alors que la pellicule argentique cherche une nouvelle jeunesse avec l'apparition du format APS - ce nouveau film simple d'emploi et capable de s'adapter à toutes les conditions de prise de vue -, les fabricants d'appareils photographiques, tels que Kodak, Canon, Fuji ou Olympus, se lancent dans la photo numérique. Une technique lourde à laquelle ne s'intéressaient, il y a encore quelques mois, que les constructeurs de périphériques informatiques.

En photographie numérique, le "cliché" est constitué par un composant électronique qui analyse chaque point de l'image, puis traduit sa luminosité et sa couleur en une tension électrique (une matrice CCD, comme sur un caméscope). Cette tension est ensuite numérisée. L'image entière n'est plus qu'une succession de chiffres. Mais cette numérisation nécessite une énorme quantité de données (de 1 à 3 octets par pixel en fonction du standard et de la qualité désirée). Une image de "qualité informatique" comporte généralement 640 x 480 pixels, soit 307 200 points élémentaires d'information ! Son stockage constitue ainsi un véritable fichier informatique qui peut atteindre près de 1 méga-octet : l'équivalent d'une disquette !

## UNE BONNE MÉMOIRE CÔÛTE TRÈS CHER

En raison de la taille des appareils photo numériques, il n'est pas envisageable de les équiper d'un lecteur de disquettes. Seuls quelques appareils professionnels possèdent un véritable micro-ordi-

■ Tous les fabricants se lancent dans la photo numérique. Mais faut-il acheter l'un de ces nouveaux appareils ? Leur prix et leurs performances sont loin d'être à la hauteur de leurs mirobolantes promesses.

nateur intégré équipé d'un disque dur miniature. Il faut donc avoir recours à de la mémoire électronique. Mais son coût encore très élevé interdit un emploi massif sur les appareils grand public. Ce coût est lié au type de mémoire qui doit être utilisé en photo numérique. Si les mémoires qui équipent les micro-ordinateurs offrent une forte

capacité de stockage pour un prix relativement modeste, elles ont le défaut de perdre les informations qu'elles contiennent si elles ne sont plus alimentées en électricité. Les seules qui ne présentent pas ce défaut sont les mémoires dites "flash". Hélas, leur technologie très particulière entraîne encore un coût de fabrication élevé.

Pour compenser la faible capacité des mémoires, les fabricants se servent d'un circuit électronique auxiliaire qui "compresse" les données de l'image : le DSP (Digital Signal Processor). L'image est stockée non plus point par point, mais par

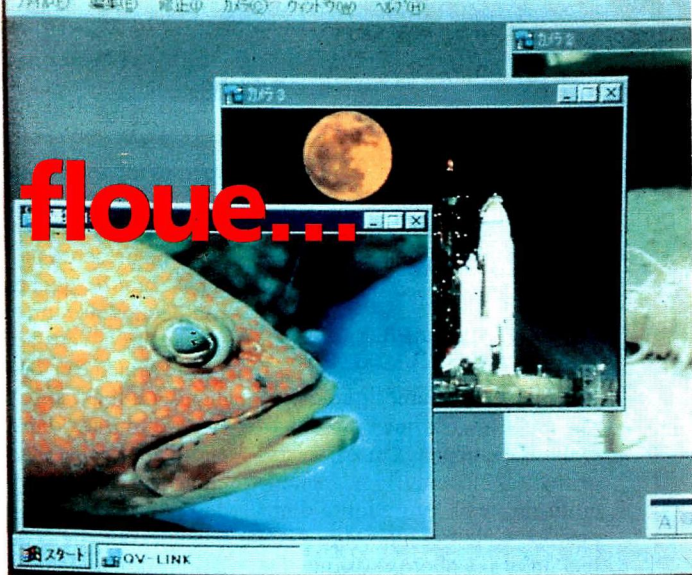




# est un peu floue...

zones, sous forme de polygones de même teinte. Tout le travail du DSP consiste donc à déterminer ces zones et à coder leurs coordonnées. Lors de la restitution, pour visualiser la photo, le DSP effectue le travail inverse et retrouve l'image d'origine. Sur le Kodak DC 20, par exemple, dont la mémoire n'est que de 1 méga-octet, il est possible de stocker seize photos.

Mais le plaisir de la photographie ne se limite pas à la prise de vue: il faut pouvoir réaliser un tirage papier ou, tout au moins, être en mesure de visualiser les images. Opération qui n'est pas directement possible sur l'appareil (sauf sur le Casio QV 10 et le Fuji DS 200, tous deux équipés d'un écran couleur à cristaux liquides). En définitive, l'avantage majeur de la photographie numérique est l'absence de développement: on connecte l'appareil à un ordinateur et les photos s'affichent sur l'écran. Autre avantage, la photo numérique est particulièrement bien adaptée pour réaliser des retouches ou ■■■



**L'ordinateur:  
15 000 F  
environ**

**Le cordon:  
2500 F  
environ**



**Quelques  
centaines de francs  
seulement**

## L'appareil seul ne suffit pas

Certains appareils, comme celui commercialisé par Casio (ci-contre), comportent un mini-écran pour visualiser les photos. Cependant, ordinateur et imprimante couleur restent des "accessoires" indispensables à la photo numérique. Si certains appareils sont aujourd'hui proposés à un prix accessible, il faut aussi tenir compte du matériel nécessaire pour exploiter toutes leurs possibilités...



■ ■ ■ des truquages. Mais à quel prix ! Les appareils coûtent de 2 700 à 6 500 F, à quoi il faut ajouter de 8 000 à 15 000 F de matériel informatique !

## IL FAUT UN PAPIER GLACÉ PARTICULIER

L'intérêt du numérique disparaît, en outre, dès que l'on souhaite un tirage papier. Certes, les imprimantes couleur se démocratisent, mais leur qualité d'impression reste très inférieure à celle d'un tirage photo classique. De plus, pour en tirer le meilleur parti, il faut utiliser un papier glacé particulier, nouveau support coûteux. Kodak, notamment, a lancé ce type de papier, au format 13 x 18, en même temps que son appareil numérique DC 20.

Quoi qu'il en soit, même si le prix des appareils devient compatible avec un budget grand public,

pour les utilisateurs qui souhaitent, avant tout, des tirages à classer dans un album, la photo numérique ne présente pas d'intérêt. N'importe quel appareil compact, voire un jetable, donne plus de satisfaction.

On est même en droit de se demander s'il est aujourd'hui judicieux d'investir dans un appareil photo numérique. La retouche des photos ne concerne pas la majorité des photographes amateurs. En outre, les amoureux de ces manipulations demandent généralement une qualité d'image très supérieure à celle qu'est en mesure d'offrir un appareil photo numérique grand public. D'autant que le matériel péri-informatique se démocratise et que toute une nouvelle génération de petits scanners couleur est en train de faire son apparition. On peut acquérir un scanner de qualité pour environ 2 000 F. La



**Apple Quick Take 150**



**Casio QV 10 A**



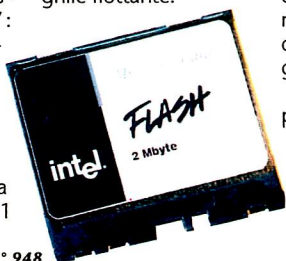
**Canon Power Shoot 600**

## LA "PELLICULE" DU NUMÉRIQUE

■ La mémoire électronique des appareils photo numériques doit posséder des caractéristiques proches de celles d'un support magnétique : une forte capacité et, surtout, la possibilité de conserver l'information même si l'alimentation électrique est coupée. La seule technologie qui réponde actuellement à ces critères est celle des mémoires dites "flash".

Sur ce type de mémoire, l'élément actif de chaque "case mémoire" est un transistor à "grille flottante" : une électrode parfaitement isolée. Des électrons sont apportés à la grille flottante par un circuit de commande. L'état de charge de la grille détermine un 1

ou un 0. Les électrons stockés restent en place tant qu'ils n'ont pas été volontairement éliminés par le circuit de commande. L'effet de mémoire est ainsi obtenu. Comme le maintien des électrons est indépendant du passage du courant électrique, le stockage des données persiste même lorsque la mémoire flash n'est plus alimentée en électricité. Mais ces mémoires sont chères, à cause des difficultés de fabrication des transistors à grille flottante.



Intel a trouvé une astuce pour augmenter la capacité des mémoires sans accroître le nombre de transistors. Sur les futures mémoires d'Intel, il sera possible de déterminer quatre seuils pour un transistor, chaque seuil correspondant à une donnée. Avec ce procédé, un transistor peut donc stocker quatre états possibles, au lieu d'un seul, comme précédemment. Un circuit électronique complémentaire, intégré dans la mémoire, est capable de reconnaître chaque état et de le convertir en un groupe de 1 et de 0.

Intel pense pouvoir proposer bientôt des mémoires flash d'une capacité de 16 mégaoctets pour moins de 100 F.

numérisation d'une photo à partir d'un tirage sur papier au format 13 x 18 fournit une résolution identique, voire supérieure, à celle d'un appareil photo numérique. Enfin, s'agissant du traitement de l'image elle-même, l'ordinateur et les logiciels qui l'équipent n'ont que faire du procédé mis en œuvre pour sa numérisation. Que l'image soit directement issue d'un appareil photo ou que les données qui la composent proviennent d'un scanner, le traitement informatique des retouches ou des effets est le même.

## DES PHOTOS "GRAVÉES" SUR CD

Il existe une dernière filière qui permet de se passer de tout équipement péri-informatique complémentaire, tout en garantissant une qualité numérique professionnelle,



## Huit appareils au banc d'essai

| Marque<br>Type                       | Nombre<br>de pixels | Capacité<br>mémoire            | Ordinateur<br>compatible | Prix     | Commentaires   |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|----------|--|
| <b>Apple<br/>Quick<br/>Take 150</b>  | 640<br>par<br>480   | 1 Mo                           | Mac<br>ou<br>PC          | 3 400 F  | - Spécialement étudié<br>pour l'environnement Apple<br>- Qualité d'image moyenne                             |
| <b>Casio<br/>QV 10 A</b>             | 320<br>par<br>240   | 16 Mo                          | Mac<br>ou<br>PC          | 3 980 F  | - Ecran LCD couleur intégré<br>- Connexion directe sur téléviseur<br>- Qualité d'image limitée               |
| <b>Canon<br/>Power<br/>Shoot 600</b> | 858<br>par<br>614   | 780 Ko<br>plus carte<br>PCMCIA | PC<br>seulement          | 6 500 F  | - Carte mémoire extractible<br>pour réduire le temps de<br>transfert des photos vers l'ordinateur            |
| <b>Fuji<br/>DS 220</b>               | 640<br>par<br>480   | Carte<br>PCMCIA                | Mac<br>ou<br>PC          | 8 700 F  | - Carte mémoire extractible<br>pour réduire le temps de<br>transfert des photos vers l'ordinateur            |
| <b>Kodak<br/>DC 20</b>               | 493<br>par<br>373   | 1 Mo                           | Mac<br>ou<br>PC          | 2 690 F  | - Qualité d'image limitée<br>- Deux choix de résolution possibles<br>- Une capacité réduite à 8 ou 16 photos |
| <b>Kodak<br/>DC 40</b>               | 756<br>par<br>504   | 4 Mo                           | Mac<br>ou<br>PC          | 5 790 F  | - Modèle proche du précédent<br>mais avec une bien meilleure<br>qualité d'image                              |
| <b>Kodak<br/>DC 50</b>               | 756<br>par<br>504   | 1 Mo<br>plus carte<br>PCMCIA   | Mac<br>ou<br>PC          | 7 900 F  | - Modèle proche du précédent<br>mais avec carte PCMCIA.  |
| <b>Sony<br/>DKC ID1</b>              | 768<br>par<br>576   | Carte<br>PCMCIA                | Mac<br>ou<br>PC          | 12 060 F | - Un appareil semi-professionnel<br>tant par le prix que<br>par les caractéristiques                         |

PHOTOS X TOUTS DROITS RÉSERVÉS



**Fuji  
DS 220**



**Kodak  
DC 20**

**DC 40**

**DC 50**



**Sony  
DKC ID1**

c'est le Photo CD Kodak. On peut aisément obtenir le transfert d'une pellicule sur ce support : de très nombreux "points photo" de magasins à grande surface proposent ce service au même titre que le développement ou les agrandissements.

Une fois le CD photo "gravé", il peut être lu par le lecteur de CD-Rom du micro-ordinateur et offre donc aux amateurs les mêmes possibilités de traitement

d'image que dans les cas évoqués plus haut. Il est ensuite possible de transférer la photo obtenue sur une disquette et d'en demander un tirage. Tirage certes plus cher que celui réalisé sur une petite imprimante, mais d'une incomparable qualité.

Le numérique manque encore de maturité. Ces défauts de jeunesse vont être corrigés. Ainsi, le fabricant de composants électro-

niques Intel travaille sur des prototypes de mémoire fondés sur une nouvelle technique de stockage des données qui devrait permettre de proposer à court terme des mémoires de forte capacité à un coût extrêmement faible. La photographie traditionnelle a donc un répit de quelques années avant que sa rivale électronique devienne un réel concurrent dans le domaine grand public. ■



# La lumière à bon marché



**L**es lampes à incandescence que nous utilisons depuis Edison chauffent plus qu'elles n'éclairent : 95 % de l'énergie qu'elles consomment pour faire briller le filament se transforme en chaleur ! Leur efficacité (1) est donc faible. Quant à leur durée de vie, elle est plutôt courte, environ 1 000 heures...

Les halogènes constituent certes un progrès technologique important : ces lampes classiques dans l'atmosphère desquelles on ajoute un

(1) Quotient du flux lumineux émis par la puissance consommée (en watts). Plus cette efficacité est grande, plus la lampe émet de lumière pour une même quantité d'électricité consommée.

■ Quatre fois moins gourmandes en énergie que les lampes à incandescence, elles durent dix fois plus longtemps. Alors, pourquoi les "lampes basse consommation" ne sont-elles pas plus utilisées en France ?

PAR GÉRARD MORICE

composé de brome ou d'iode présentent un meilleur rendement lumineux (jusqu'à plus de 50 % d'augmentation) et une durée de vie double. Mais elles continuent de dégager énormément de chaleur ; leur

fonctionnement est donc coûteux.

Il y a une cinquantaine d'années, la mise au point des lampes fluorescentes (ou plutôt des tubes fluorescents) avait déjà marqué un net perfectionnement. Leur consom-





OSRAM

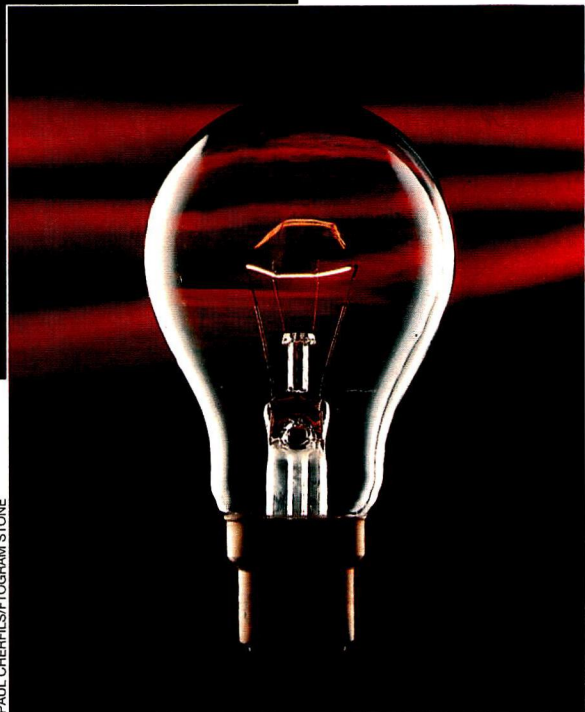
de vie supérieure à 10 000 heures. Les professionnels les ont adoptées depuis longtemps, mais pas le grand public. Car ces tubes présentaient alors deux inconvénients majeurs : leur encombrement et la diffusion d'une lumière peu flatteuse au teint.

La lumière est, en effet, principalement produite par la couche de poudre fluorescente qui revêt la paroi intérieure de la lampe. Le rayonnement ultra-violet émis par une décharge dans la vapeur de mercure à basse pression que contient le tube rend la poudre lumineuse : c'est ce phénomène qu'on appelle la photoluminescence. Mais, depuis les années 50, la lumière émise par ces tubes n'a

couleurs naturelles des objets qu'elle éclaire, est ainsi passé pour ces tubes de 50 à 85 (2) – un IRC de 100 correspond à la lumière naturelle ; lorsqu'il est supérieur à 90, le rendu des couleurs est considéré comme excellent, bon entre 90 et 80, acceptable entre 80 et 70. L'indice des lampes à incandescence est de 100, comme celui des lampes halogènes.

Les tubes fluorescents ayant acquis une lumière de "bonne qualité", il ne restait plus qu'à les miniaturiser. Ainsi sont nées les lampes basse consommation. Mises au point il y a quelques années, ces lampes, dites aussi fluocompactes, sont utilisées un peu partout dans le monde, mais de façon très marginale en France.

Le procédé consiste à replier le tube fluorescent sur lui-même et à placer dans le culot (à baïonnette ou à vis) le starter et le ballast. Ces deux dispositifs sont nécessaires au fonctionnement de la lampe : le starter amorce la décharge élec-



PAUL CHERFILS/FTOGRAM STONE

## Les couleurs du jour

**Aux oubliettes, les néons qui donnent une mine blafarde ! La lampe fluocompacte (à g.) imite la lumière du jour aussi efficacement qu'une ampoule à incandescence (à dr.)... et permet de sérieuses économies.**

trique et le ballast, interposé entre le réseau et la lampe, limite le courant à la valeur requise.

Les lampes fluocompactes peuvent donc se substituer aux lampes ordinaires sans aucune modification de l'équipement électrique. Pour diffuser la même lumière, elles consomment quatre ou cinq fois moins d'énergie que les lampes à incandescence et durent de huit fois à dix fois plus longtemps (de

mation est nettement plus faible que celle des lampes à incandescence, elles dégagent moins de chaleur (75 % pour 25 % de lumière), diffusent une lumière uniformément répartie et bénéficient d'une durée

cessé de s'améliorer, grâce à la modification de la composition de la poudre et du gaz.

L'indice de rendu des couleurs (IRC), qui caractérise l'aptitude d'une lampe à ne pas déformer les

(2) Et même à 95 pour les tubes destinés à des usages spécifiques, comme l'éclairage des salles d'opérations.



## Un investissement à long terme



■ ■ ■ 8000 à 10000 heures). Leur faible dégagement de chaleur permet de les utiliser dans des locaux exigus et/ou très peu ventilés.

Etant donné leurs qualités, leur coût élevé (voir plus loin) peut paraître secondaire : pour 8000 heures d'utilisation et pour le même rendement lumineux, une lampe à incandescence de 60 W consommera 480 kWh ; une lampe halogène de 50 W, 400 kWh ; une fluocompacte de 15 W, 120 kWh.

## Une baisse de la consommation ne ferait pas l'affaire d'EDF...

Soit un coût en énergie de 350 F pour la première, de 292 F pour la deuxième et de 87 F pour la troisième (1 kWh = 0,73 F).

La faible consommation des lampes fluocompactes les rend d'autant plus rentables qu'elles sont placées dans des locaux qu'on doit éclairer longtemps. Prenons

l'exemple d'un particulier qui allume chaque jour trois lampes à incandescence de 100 W. Ces ampoules, achetées 15 F pièce, ne durent qu'un an. Il peut leur substituer trois lampes fluocompactes de 20 W à 120 F pièce. Ces lampes coûtent certes huit fois plus cher, mais, comme elles durent huit fois plus longtemps, l'investissement est le même. Mais, dans le premier cas, il consommera 900 Wh par jour, au lieu de 180 Wh dans le second cas. Il fera donc sur sa facture d'électricité une économie annuelle de plus de 180 F.

Autre exemple encore plus frappant : un commerce éclairé douze heures par jour au moyen de vingt ampoules à incandescence d'une puissance de 60 watts : les fluocompactes permettront d'économiser environ 1 600 F. Les ampoules sont ainsi amorties en moins de dix-huit mois !

Par ailleurs, les lampes fluocompactes entraînent deux autres économies : les frais de remplacement dans un bâtiment sont divisés par huit et le coût de la climatisation baisse très fortement, puisque les fluocompactes déga-

gent beaucoup moins de chaleur.

Raisonnons à l'échelle du pays : on estime que l'éclairage des particuliers représente 10,8 TWh/an (1 TWh = 10<sup>9</sup> kWh), soit environ 10 % de l'ensemble de la consommation domestique. Soit encore la production annuelle de deux centrales de 900 MW. Si chaque foyer remplaçait deux ampoules à incandescence par des lampes fluocompactes, le pays ferait une économie d'électricité équivalant à la consommation de la ville de Nice.

Des opérations de promotion en faveur de ces lampes sont régulièrement tentées par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Mais on murmure avec insistance qu'EDF tient à commercialiser tout le courant qu'elle produit et ne veut en aucun cas se trouver davantage en situation de surcapacité. La France, en effet, possède trop de centrales nucléaires et produit donc plus d'électricité qu'elle n'en consomme. Du coup, EDF est obligée d'exporter quelque 10 % de sa production. Un frein puissant à la diffusion des lampes à basse consommation. ■



**Profitez  
de notre offre fabuleuse  
pour vous abonner à  
SCIENCE & VIE**

**12 mensuels de  
SCIENCE & VIE**

**= 226 francs**

**+**

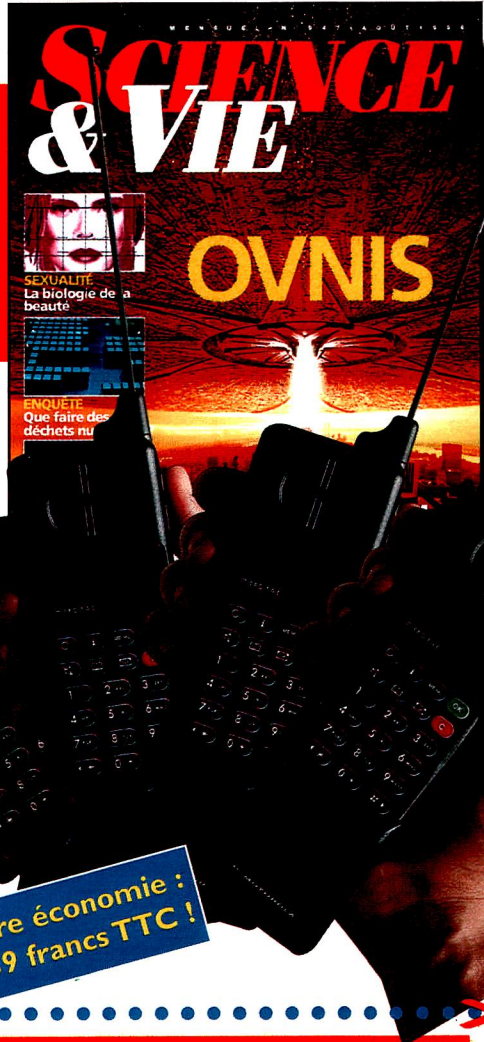
**le téléphone GSM Motorola 7500  
pour 1 franc \***

**=**

**227 francs**

les frais de dossier  
et de connexion  
vous sont offerts.\*

**Votre économie :  
1039 francs TTC !**



## BULLETIN D'ABONNEMENT A SCIENCE & VIE

à compléter et à renvoyer dans une enveloppe affranchie à **SCIENCE & VIE** - Service Abonnements - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cédex 15

**COCHEZ  
SVP  
LA FORMULE  
QUE VOUS  
CHOISISSEZ**



**Je m'abonne pendant 1 an à SCIENCE & VIE pour 226 francs + 1 franc et je recevrai 12 mensuels + le téléphone portable GSM Motorola 7500\*, sans frais de dossier ni de connexion. Le tout pour une valeur de 1266 francs TTC.**

● Je règle seulement 227 francs pour l'ensemble et j'économise au total 1039 francs TTC.



**Je m'abonne uniquement à SCIENCE & VIE, pour 1 an, soit 12 mensuels, pour 226 francs et je réalise une économie immédiate de 50 francs par rapport au prix de vente en kiosque des magazines (276 francs). Je ne souhaite pas recevoir ce téléphone GSM.**

● Ci-joint mon règlement de 226 francs.

\* L'envoi du téléphone portable et la gratuité des frais de connexion sont subordonnés à l'ouverture de votre ligne téléphonique auprès de SFR ou Itinéris. Notre offre vous permet d'accéder, au choix, à l'une de ces formules d'abonnement : «Proximité», «Professionnel» et «Premier» pour SFR ; «Référence» et «Intensif» pour Itinéris. Non cumulable avec une souscription SFR et Itinéris déjà contractée, elle est uniquement réservée pour un premier abonnement à SCIENCE & VIE, à la France continentale et valable jusqu'au 30/11/1996. Les documents complets nécessaires à l'obtention de votre ligne SFR ou Itinéris (au choix) vous seront adressés sous réserve d'acceptation de votre dossier par la Société A.L. Communication. Votre téléphone vous parviendra alors sous huitaine après l'accord donné par celle-ci. Votre abonnement au réseau SFR ou Itinéris porte sur une durée minimale de 12 mois à raison d'un règlement par prélèvement mensuel correspondant à la formule que vous aurez demandée, tarifs opérateur en vigueur. Les frais de communication téléphonique seront à votre charge. La responsabilité du Groupe Excelsior sur cette offre promotionnelle est contractuellement limitée à la fourniture de l'abonnement au magazine concerné.

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

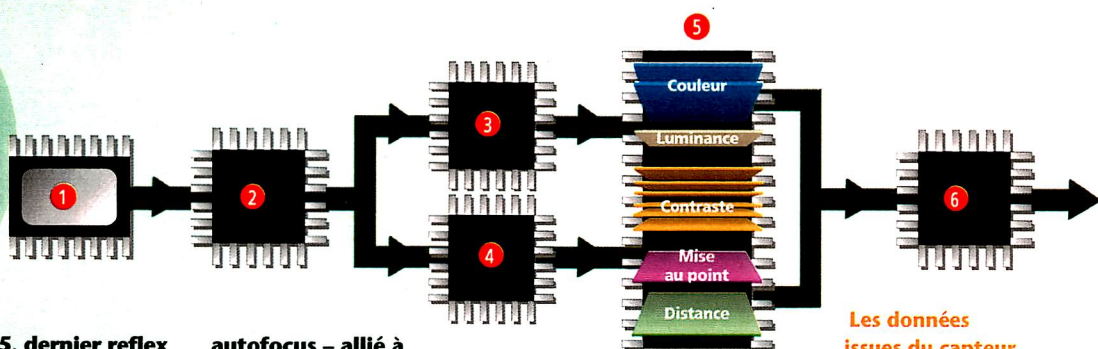
Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

● Le coût total de votre abonnement peut être affecté au budget formation ou frais généraux de votre entreprise.

● Le règlement de l'une ou l'autre des formules est à libeller à EXCELSIOR PUBLICATIONS

Conformément à la loi Informatique et Libertés du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données personnelles vous concernant. Vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autre société ou association. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire en nous indiquant vos nom, prénom, adresse et si possible votre référence client.





**L**e F5, dernier reflex 24 x 36 commercialisé par Nikon, cumule les performances. Il est ainsi doté d'un nouveau système autofocus ultrarapide et d'un système de contrôle l'exposition révolutionnaire. Le système autofocus Multi-CAM 1 300 comprend cinq capteurs CCD (trois en croix, deux linéaires) qui totalisent 1 300 pixels en couvrant une large plage de 17 mm x 7 mm. Les trois capteurs en croix, disposés sur l'axe médian horizontal, permettent une discrimination optimale des sujets répétitifs ou à faible contraste. Le système de suivi dynamique qui équipe l'autofocus est fondé sur l'anticipation du mouvement – largement utilisé sur les boîtiers

**Le système autofocus dynamique à anticipation du F5 assure une mise au point parfaite même si le sujet se déplace dans le viseur.**

autofocus – allié à la commutation automatique sur l'un des capteurs. Si le sujet se déplace, l'autofocus le suit en activant l'un des cinq capteurs en fonction de son déplacement dans le champ. Une caractéristique qui en fait l'autofocus le plus rapide du monde, capable de faire le point à la cadence de 8 images/seconde grâce à un miroir mobile. Le suivi de mise au point comporte un verrouillage "Lock-On" qui empêche la prise en compte de tout élément venant s'interposer entre le sujet et le photographe. La seconde innovation majeure est un posemètre à mesure matricielle. Mis en pratique sur le Nikon FA, ce procédé divise chaque élément de la scène en zones qui sont analysées et comparées à des cas types stockés dans une base de données. La mesure matricielle couleur 3D du F5 évalue la luminosité,

le contraste, la zone de mise au point sélectionnée, la distance et la couleur dominante. A cette fin, la matrice comprend des cellules de 3 pixels placés derrière des microfiltres RVB (rouge-vert-bleu). Ces filtres permettent de connaître la répartition de la lumière dans les trois grandes zones du spectre. Les données issues des 1 005 pixels de la matrice sont comparées aux 30 000 cas types compilés dans la base de données, pour effectuer une exposition optimale. La mesure matricielle peut même déterminer si l'éclairage est au tungstène ou fluorescent, et corriger l'exposition. Par ailleurs, le spotmètre est doté d'une mesure pondérée centrale variable : 75 % de la luminosité est prise en compte dans une zone de sensibilité centrale

Les données issues du capteur CCD 1 sont numérisées 2 ; les signaux de contraste 3 et de couleur 4 sont extraits. Les paramètres de l'image (couleur, luminance, contraste, zone de mise au point, distance) sont comparés à ceux des 30 000 clichés stockés dans la base de données 5. L'exposition optimale est déterminée 6.





# Un monstre de technologie

dont le diamètre varie, au choix de l'utilisateur, de 8 à 20 mm, les 25 % restants étant analysés

à la périphérie. Quant à la mesure spot (zone de 4 mm de diamètre), elle

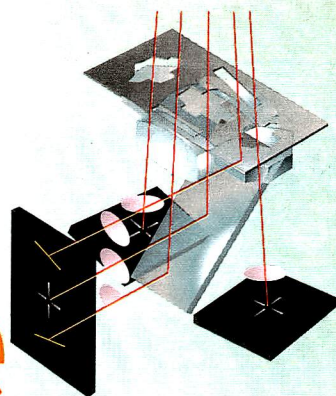
peut se décaler automatiquement pour coïncider avec la zone autofocus sélectionnée manuellement. Cet appareil extrêmement élaboré, destiné aux

professionnels et aux amateurs fous de technologie, possède en outre une centrale d'autodiagnostic de l'obturateur et un rebobinage de film en 4 secondes. Il peut être connecté à un ordinateur pour sauvegarder les paramètres de prise de vues ou piloter certaines fonctions. Prix : environ 20 000 F.

J.-L. G.

Ci-dessus : sur le F5, la qualité de la mise au point est liée à la répartition des capteurs CCD (en croix sur l'axe horizontal et linéaires sur l'axe vertical), qui recouvrent une large zone du champ.

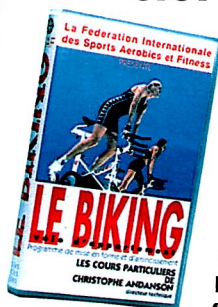
Nikon a apporté un soin particulier à l'ergonomie du boîtier du F5 (ci-contre). Robuste et léger, il est aussi doté de mécanismes de réduction des vibrations. Enfin, la vitesse de synchronisation ultra-rapide du flash (1/300 de seconde) atténue les ombres portées.





SPORTS ET  
LOISIRS

## J.O. en chambre



La société française Care propose le "biking" : un vélo d'appartement en constitue la base. Il est équipé d'un guidon à double prise et d'un système de pédalage à volant d'inertie. Une

cassette vidéo, réalisée avec la Fédération internationale de fitness, diffuse des exercices physiques à effectuer sur la bicyclette. Pour contrôler son effort, un cardiofréquencemètre permet de programmer cinq rythmes au choix. Prix de l'ensemble : **2 290 F.**

## VIE PRATIQUE

Des batteries **longue vie**

Le Delta Pro 9000 est un déchargeur-chargeur de batterie multifonction. Il est compatible avec les batteries de la plupart des caméscopes, les piles rechargeables et certaines batteries de radiotéléphones. Cet appareil garantit une longévité maximale aux batteries grâce à un contrôle de leur charge particulièrement précis. Un mode de régénération, basé sur l'application d'impulsions négatives, permet de régénérer une batterie vieillissante ou n'offrant plus sa capacité de charge maximale.

Prix : **690 F.**

La botte  
du  
marcheur

Idéale pour les terrains boueux, la botte en caoutchouc naturel est peu adaptée aux longues marches. La société Aigle lance la "Parcours", une botte originale : un patin dur et résistant et un intercalaire très amortissant constituent sa semelle. Sa coupe particulière enserre la cheville, la botte ne flotte pas. La doublure est imputrescible et se lave d'un coup de jet. Prix : **399 F.**





## AUDIOVISUEL

### Le son cinéma encore amélioré



Le Dolby Digital AC3 est un procédé de codage de la bande son des films capable de restituer jusqu'à six canaux réels. Les laserdiscs (vidéodisques 30 cm) sont prêts à recevoir ce codage numérique qui arrive sur le marché. Ainsi, Pioneer utilise ce procédé pour le

lecteur de vidéodisques CLD D925. Sa mémoire de trame numérique permet aussi des arrêts sur image, des ralentis et des accélérés de grande qualité. PAL/NTSC, il est équipé d'un système auto reverse ultra-rapide qui évite d'avoir à retourner le disque. Prix : **6 990 F.**

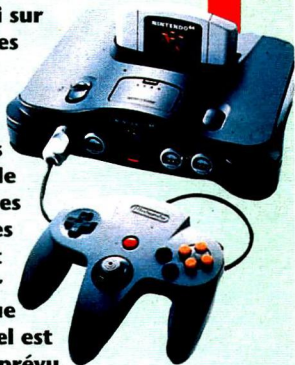
### Le plus grand écran en 16/9

Diagonale de l'écran : 1,29 m. Ce téléviseur à rétroprojection SD-T50W1 de Pioneer est le plus grand du marché au format 16/9. Un traitement de la surface de l'écran selon le procédé exclusif SLD (Surface Layer Diffusion) élimine la lumière parasite, pour un meilleur contraste d'image. L'appareil offre les formats 16/9 et 4/3, cinq modes de zoom permettant d'adapter la taille de l'image. Il est aussi muni d'un dispositif d'optimisation dynamique de l'image. Prix : **29 990 F** environ.



## La 3D survitaminée

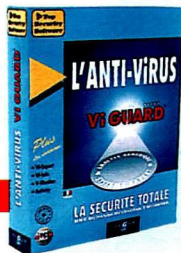
Développée en collaboration avec Silicon Graphics, société leader en matière d'imagerie 3D, la Nintendo 64 ouvre la porte à un nouveau concept de jeu vidéo. Son microprocesseur 64 bits lui confère une puissance de calcul suffisante pour gérer des scènes en 3D d'un réalisme jamais atteint ni sur les consoles de jeu actuelles, ni sur les meilleurs PC. Elle utilise des cartouches de jeu, et un lecteur magnétique optionnel est également prévu.



Fonctionnant sur un principe comparable à celui des disques durs amovibles, ce support permettra à l'utilisateur de créer son propre scénario de jeu et offrira un temps d'accès – donc une fluidité des animations lors des changements de scène – bien meilleur que les CD-Rom. La Nintendo 64 devrait être disponible pour les fêtes de fin d'année au prix de **1 500 F.**

## INFORMATIQUE

### Vaccin pour ordinateur



Depuis le fort développement d'Internet, les virus informatiques sont, de nouveau, la grande terreur des utilisateurs. "Vi Guard" vaccine votre

ordinateur définitivement : c'est l'un des seuls anti-virus qui ne nécessite pas de mise à jour. Compatible Windows 95, il protège efficacement l'ensemble du contenu de la

machine. Il n'occupe que 7 kilo-octets sur le disque dur de l'ordinateur, et n'allonge pratiquement pas le temps d'accès aux fichiers. Prix : **1 295 F** environ.



# Deuxième disparition

**A**près l'extraordinaire spectacle de l'éclipse de Lune d'avril dernier, il ne reste à souhaiter qu'une seule chose : que le ciel soit clément pour observer la deuxième éclipse totale de Lune de l'année 1996 !

Elle se déroule dans la nuit du jeudi 26 au vendredi 27 septembre. Le tableau suivant indique les heures des différentes phases, ainsi que l'azimut (AZ) et la hauteur (H) de la Lune au-dessus de l'horizon. Ces positions sont exactes pour Paris, mais varient de quelques degrés pour les autres sites en métropole. Cela permettra tout de même à chacun de choisir un lieu d'observation favorable. Pour ceux qui ne sont pas familiarisés avec ces notions, rappelons que l'azimut du sud est de 180°, et celui de l'ouest, de 270° (les heures sont indiquées en temps légal).

|                         | Heure  | AZ   | H   |
|-------------------------|--------|------|-----|
| Entrée dans la pénombre | 2 h 12 | 192° | 41° |
| Entrée dans l'ombre     | 3 h 12 | 210° | 37° |
| Début de la totalité    | 4 h 19 | 228° | 31° |
| Milieu de la totalité   | 4 h 54 | 237° | 26° |
| Fin de la totalité      | 5 h 29 | 244° | 22° |
| Sortie de l'ombre       | 6 h 36 | 258° | 12° |
| Sortie de la pénombre   | 7 h 36 | 269° | 2°  |

A Paris, le Soleil se levant à 7 h 46, l'éclipse est donc visible en entier. Toutefois, la sortie de la pénombre risque d'être plus difficile à voir en raison, d'une part, de la faible hauteur de la Lune sur l'horizon et, d'autre part, des lueurs de l'aurore. Cela n'est pas très grave, car le plus intéressant est incontestablement l'entrée dans l'ombre et la totalité. C'est à ce moment-là que la Lune prend des colorations

variant du rose au pourpre cuivré. Théoriquement, la Lune ne devrait pas être visible lors de la totalité, puisque la Terre masque le Soleil. Cependant, une partie de la lumière solaire, déviée par l'atmosphère de notre planète, l'éclaire faiblement. L'intensité de cet éclairage, qui dépend de l'état de pollution de notre atmosphère, est imprévisible !

L'observation de l'éclipse n'offre

aucune difficulté. Le phénomène peut se suivre tout aussi bien à l'œil nu qu'avec une lunette ou un télescope et, bien sûr, avec une paire de jumelles. Dans ce dernier cas, procurez-vous chez un spécialiste une "pince jumelles", petit accessoire qui vous permettra de fixer vos jumelles sur un trépied photo. Cela procure un confort d'observation très apprécié. ■

## ASTROPRACTIQUE

### Photographier l'éclipse de Lune

■ Photographier l'éclipse est possible. Des clichés seront pris à intervalles réguliers pour montrer l'avance de l'ombre, puis avec un temps de pose plus long pour fixer les colorations particulières de la totalité.

Il faut utiliser un film rapide (de 400 à 800 ISO), ouvrir le diaphragme de l'objectif au maximum, fixer le boîtier sur un pied photo et munir l'appareil d'un déclencheur souple pour éviter les vibrations au déclenchement. L'objectif doit avoir une focale d'au moins 135 mm pour obtenir une image de taille exploitable (à 135 mm de focale, la Lune mesure 1 mm sur le négatif). Réalisez plusieurs temps de pose : de 1/125 s à 3 s pour les phases partielles, et de 2 s à 8 s pour la totalité. Attention, au-delà de 2 s, une monture équatoriale est nécessaire, sinon, il y a risque de flou dû à la rotation de la Terre. Si vous possédez une lunette ou un télescope, le boîtier photo sera fixé au porte-oculaire par l'intermédiaire d'un raccord photo astro. Si la focale de l'instrument est de 700 mm ou plus, il ne sera pas nécessaire d'agrandir l'image, et le boîtier sera placé au foyer. Pour des focales inférieures, un oculaire de 30 à 20 mm de focale sera placé

dans le raccord.

Le mieux est de faire des essais au cours de la lunaison précédente pour bien régler les différents paramètres, en réalisant plusieurs temps de pose.

Eclipse de Lune du 3/4 avril 1996 (totalité).



Y. Delaïe



# Le ciel de septembre

(vers 5 h 30, heure légale)

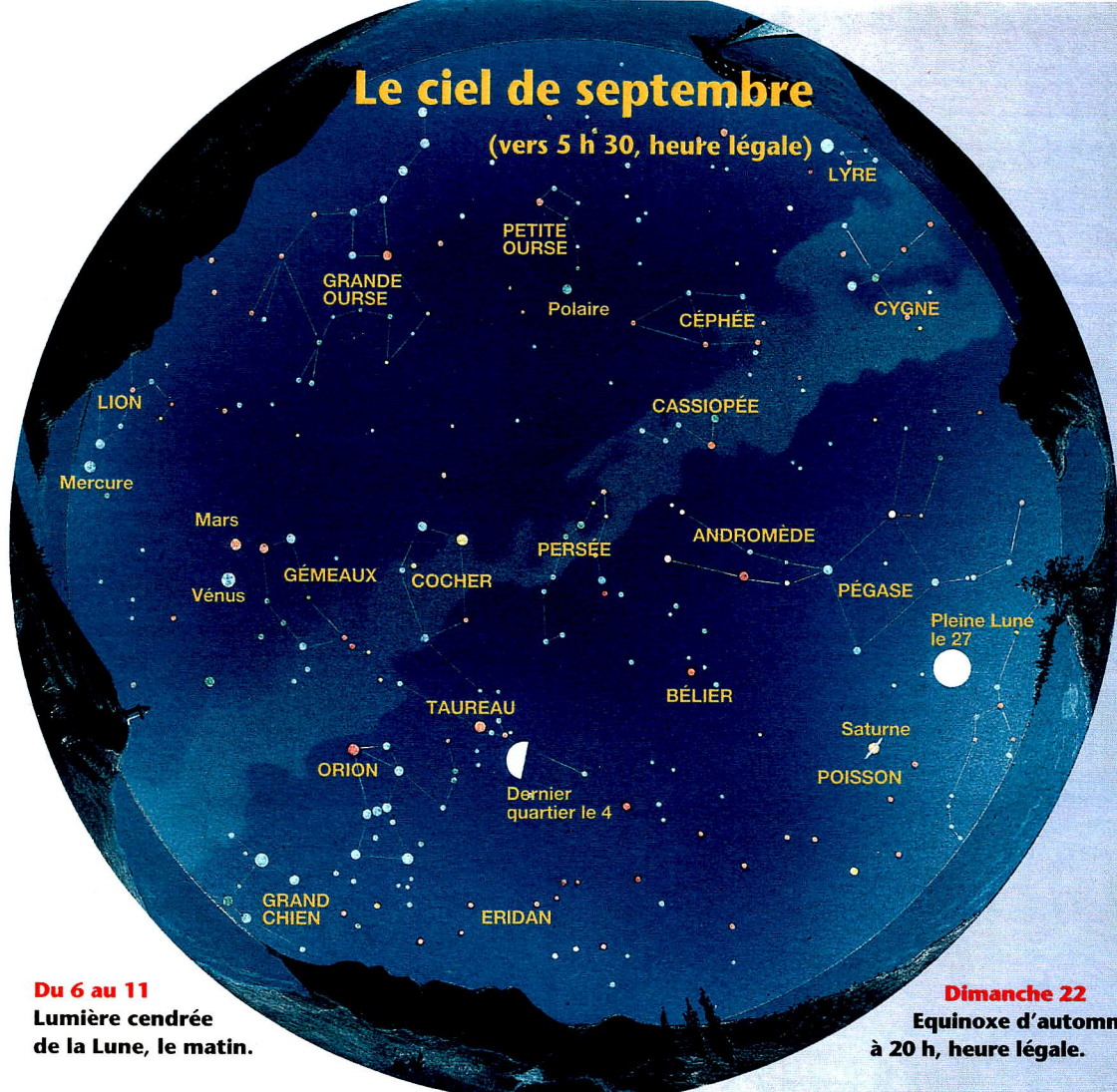


ILLUSTRATION : C. REVAULT

## Du 6 au 11

Lumière cendrée de la Lune, le matin.

## Les 6, 7 et 8

Bel "alignement" à suivre dans le ciel auroral. Castor, Pollux, Mars et Vénus sont parfaitement alignés.

## Lundi 9

Le matin, à partir de 5 h (légales), conjonction de la Lune avec Vénus et Mars. Le mince croissant de Lune se trouve dans l'alignement précédemment décrit.

## Mercredi 11

Jupiter est à sa déclinaison australe maximale. Désormais, la planète "remonte" vers l'équateur, qu'elle traversera en février 1999 !

## Jeudi 12

L'astéroïde Vesta est en conjonction avec l'étoile Bêta du Scorpion (mag. 2,9). 44' séparent les deux astres au sud-ouest, dès le coucher du Soleil.

## Vendredi 20

Beau rapprochement de la Lune avec Jupiter. A observer plein sud en première partie de nuit.

## Samedi 21

Dès son lever vers 4 h (légales), nous pouvons suivre le cheminement de la planète Mars qui traverse l'amas M 44, ou amas de la Crèche.

## Dimanche 22

Equinoxe d'automne à 20 h, heure légale.

## Jeudi 26

Saturne est en opposition au Soleil. C'est la période la plus favorable pour l'observer. Les anneaux sont peu "ouverts" (la Terre est à 4° au-dessus de leur plan). Dans les années qui viennent, nous assisterons à leur ouverture progressive.

**A  
ne pas  
manquer**

Le 27, magnifique éclipse de Lune observable de la France entière (article ci-contre).



# Les enzymes jouent

**N**ous avons eu, à plusieurs reprises, l'occasion de rencontrer des enzymes dans cette rubrique.

Ce sont les outils moléculaires que les cellules utilisent pour réaliser leurs multiples activités, c'est-à-dire la "vie". Les enzymes (à l'exception notable des ribozymes, acides nucléiques présentant une activité catalytique) sont toutes des protéines, c'est-à-dire des molécules codées par une partie de l'information génétique contenue dans l'ADN, à savoir un gène. La nature

et la variété des protéines fabriquées par une cellule sont donc des caractères génétiques qui conditionnent la structure et les fonctions de cette dernière.

## LA CLEF ET LA SERRURE

Les enzymes assurent une fonction de catalyseurs. En présence d'une enzyme donnée, plusieurs molécules sont amenées à interagir et à subir des transformations chimiques déterminées.

Il en résulte la formation de nou-

velles substances pouvant à leur tour être transformées par d'autres enzymes. On appelle substrats les substances réagissantes et produits les substances formées.

Pour pouvoir agir sur ses substrats, une molécule d'enzyme doit d'abord se lier avec eux. Cette liaison s'établit avec une région de l'enzyme, appelée site actif, dont la configuration spatiale est complémentaire de celle des molécules de substrats. On utilise souvent l'image de la clef et de la serrure pour décrire cette complémentarité de forme assurant la spécificité.

## La catalase passe à l'action...

### Principe

La catalase décompose l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) en eau et en oxygène :  
 $2 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{catalase} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$   
 Elle protège ainsi nos cellules des peroxydes toxiques formés lors des réactions d'oxydation. Des carrés de papier imprégnés de catalase sont plongés dans des solutions d'eau oxygénée de concentrations variées. La formation de bulles d'oxygène entraîne le papier vers la surface à une vitesse proportionnelle à la quantité d'oxygène formé, expression de la vitesse initiale de la réaction.

### Matériel

Foie frais, broyeur électrique, eau oxygénée, filtres à café, essuie-tout, entonnoir, coton,

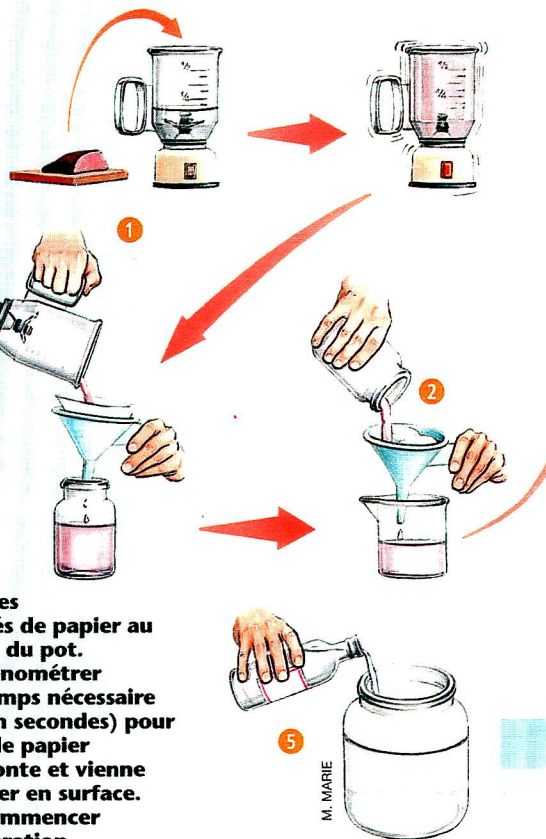
pince à épiler, pots de yaourt vides, montre.

### Préparation

Broyer environ 5 g de foie dans 0,25 litre d'eau et filtrer sur un filtre à café ①. Puis filtrer dans un entonnoir tapissé de coton ②. Le filtrat constitue l'extrait enzymatique. Découper des carrés de 1 cm x 1 cm dans un filtre à café et les mettre à tremper pendant une minute dans l'extrait enzymatique ③. Les poser avec la pince sur un papier essuie-tout et les retourner après une minute ④. Mélanger 100 ml d'eau oxygénée à 10 volumes avec 500 ml d'eau ⑤. C'est la solution stock de substrat.

### Mesures

Placer dans un pot 100 ml de la solution stock de substrat. Déposer avec la pince



un des carrés de papier au fond du pot. Chronométrer le temps nécessaire (t, en secondes) pour que le papier remonte et vienne flotter en surface. Recommencer l'opération avec des dilutions croissantes de la solution stock tout

M. MARIE



# avec les molécules

On appelle complexe enzyme-substrats l'ensemble formé par la molécule d'enzyme et les molécules de substrats spécifiques fixées sur elle. Le rapprochement des substrats et les propriétés chimiques du site actif favorisent alors les interactions chimiques conduisant à la transformation des substrats en produits. Ces derniers se détachent ensuite de la molécule d'enzyme qui, n'ayant pas été modifiée par la réaction, peut donc resservir immédiatement.

La vitesse à laquelle les substrats se fixent à l'enzyme puis sont trans-

formés et enfin libérés caractérise l'activité de l'enzyme. Elle est au minimum de quelques centaines de molécules de substrat par seconde pour une molécule d'enzyme moyennement efficace, mais peut être beaucoup plus élevée. Comparons les vitesses d'une réaction en absence et en présence d'enzyme : l'augmentation de la vitesse de réaction assurée par l'enzyme peut atteindre quelques milliards de fois.

Pour étudier une enzyme, on l'extrait, on la purifie autant que possible puis on la fait agir *in vitro* sur ses sub-

strats pour mesurer la vitesse de réaction. Les résultats des cinétiques permettent de comprendre le comportement des enzymes.

Ainsi, quand la concentration en enzyme est fixe et très inférieure à celle des substrats, la vitesse de réaction est d'abord constante puis ralentit jusqu'à atteindre zéro. Cela s'explique si l'on considère les complexes enzyme-substrat qui se forment à tout moment : tant que le substrat est en excès, toutes les molécules d'enzyme disponibles sont liées aux substrats et les transforment à vitesse constante appelée vitesse initiale ( $V_i$ ). Lorsque les substrats s'épuisent, la probabilité de rencontre entre molécules d'enzyme et de substrats devient de plus en plus faible, de plus en plus de molécules d'enzyme restent inemployées et la vitesse de réaction mesurée diminue. Enfin, lorsqu'il n'y a plus de substrats, la vitesse devient nulle.

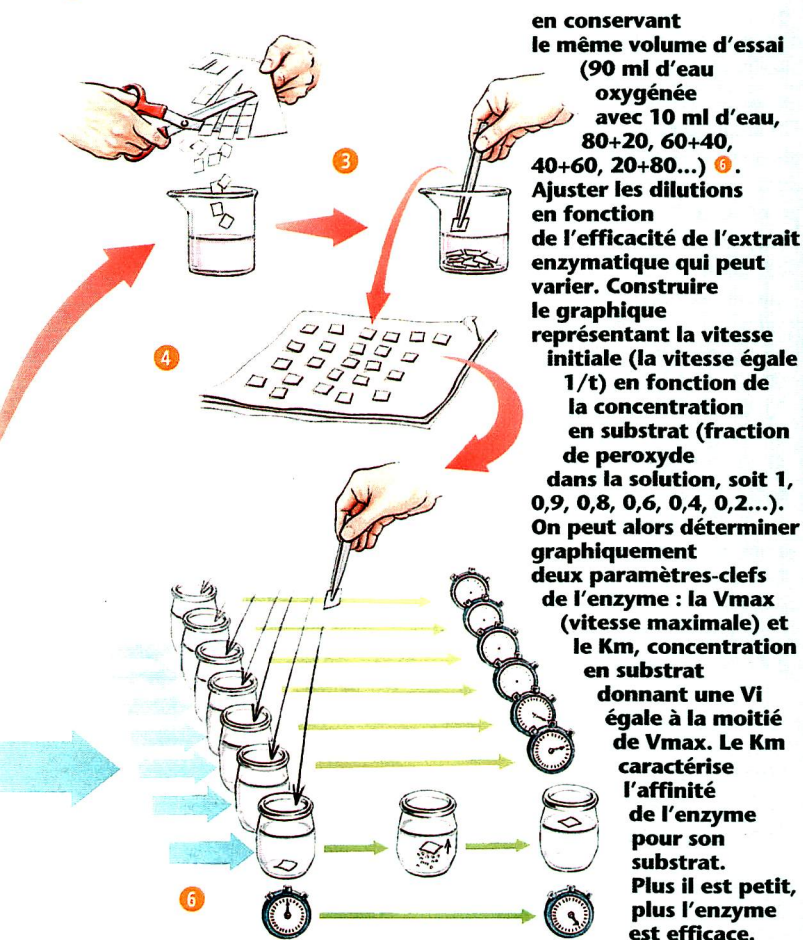
## PLATEAU DE SATURATION

Aussi, la valeur de  $V_i$  pour des concentrations croissantes en substrat est nulle en absence de substrat, augmente linéairement avec l'augmentation de la concentration en substrat, puis cesse progressivement en tendant vers un plateau, la vitesse maximale ( $V_{max}$ ).

En effet, aux faibles concentrations, la probabilité de rencontre entre molécules d'enzyme et de substrat augmente proportionnellement à la concentration de ce dernier. Si l'on continue à augmenter la concentration en substrat, la probabilité de rencontre devient maximale, les molécules d'enzyme travaillent à leur capacité maximale et  $V_i$  est donc égale à  $V_{max}$ . On qualifie pour cette raison le palier observé de plateau de saturation.

L'expérience de ce mois a pour but d'étudier la cinétique d'une enzyme omniprésente dans les cellules, la catalase.

## plus ou moins vite !





# La Voie lactée

**L**e grand champion polonais Xavier Tartakower avait surnommé "Voie lactée" la grande diagonale visant le roi adverse après le petit roque (a1-h8 pour les Blancs, a8-h1 pour les Noirs). Sans doute parce que, lorsqu'un Fou la contrôle, généralement posté en b2 (b7), les combinaisons qui y surgissent sont aussi nombreuses que les étoiles qui scintillent dans notre galaxie. A vous de rester aussi vigilant qu'un astronome scrutant la voûte céleste.

a) Les Noirs ont délibérément abandonné leur paire de Fous pour accélérer leur développement. Ils vont prendre le contrôle de la diagonale a8-h1. Mais les Blancs pourront y répliquer en plaçant leur Fou blanc en g2, tandis que, privés de Fou noir, les Noirs devront laisser leur adversaire dominer la grande diagonale de cases noires.

b) Prépare l'installation du Fou c1 en b2, avec toute la Voie lactée en perspective.

## Pein-Engqvist Pays de Galles 1995

- |               |          |
|---------------|----------|
| 1. ♖f3        | ♟f6      |
| 2. c4         | e6       |
| 3. ♖c3        | ♙b4      |
| 4. ♗c2        | 0-0      |
| 5. a3         | ♙xc3     |
| 6. ♗xc3       | b6 (a)   |
| 7. g3         | ♙b7      |
| 8. ♙g2        | d6       |
| 9. 0-0        | ♙bd7     |
| 10. b3 (b)    | c5       |
| 11. ♙b2       | ♗c7      |
| 12. ♗ad1      | a6       |
| 13. d4! (c)   | d5 (d)   |
| 14. dxc5 (e)  | bxc5 (f) |
| 15. exd5      | ♙xd5 (g) |
| 16. ♙h4       | ♗b7      |
| 17. ♙f5!! (h) | ♙h8 (i)  |
| 18. ♙xg7!     | ♙xg7 (j) |
| 19. e4        | ♗xb3 (k) |
| 20. ♗c1!      |          |
- Les Noirs abandonnent (l)

c) Les Noirs ayant montré leur intention d'attaquer à l'aile-dame (par ♗fc8, ♗ab8 et la poussée b7-b5), les Blancs réagissent au centre.

d) Après 13. ... cxd4

14. ♗xd4, le pion d6 serait faible et, si les Noirs ne réagissent pas, 14. d5 donnerait un bel avantage aux Blancs.

e) Il n'est pas question de laisser la Voie lactée obscurcie.

f) Forcé, car, sur 14. ... ♙xc5 15. cxd5

♙xd5 (ou 15. ... ♙xd5), le Cavalier c5, cloué, serait perdu après 16. b4. g) Bien sûr, pas 15. ... ♙xd5 16. ♗xg7 mat. Ce clouage du Cavalier f6 va être le thème majeur de la suite de la partie.

h) Magnifique exploitation du contrôle de la Voie lactée.

i) La menace était 18. ♙e7+ ♙h8 19. ♙xd5 exd5 20. ♙xd5, et 20. ... ♙xd5 est toujours impossible à cause de 21. ♗xg7 mat. Sur 17. ... exf5, aurait de même suivi 18. ... ♙xd5 et, enfin, sur 17. ... ♙xg2, on aurait pu voir une fin instructive : 18. ♗xd7! ♗xd7 19. ♙h6+ ♙h8 (19. ... gxf6 20. ♗xf6 et 21. ♗g7 ou h8 mat) 20. ♗xf6!! ♗g8 (20. ... gxf6 21. ♙xf6 mat) 21. ♗xf7 ♗ad8 (21. ... ♗xf7 22. ♙xf7 mat et, si la Dame fuit la septième rangée, par exemple 22. ... ♗c6, alors 23. ♗xg8+ ♗xg8 24. ♙f7 mat) 22. ♙xg2, et les Noirs, totalement paralysés, ne peuvent rien face à la menace 23. ♗d1.

j) Ici, la meilleure défense était 18. ... ♙xg2 mais, comme le montre Pein, sans espoir après 19. ♙h5! ♙xf1 20. ♗xf1 e5 21. ♙xf6 ♗c6! 22. ♙xd7 ♗xd7 23. ♗xe5+ f6 24. ♗xc5.

k) 19. ... ♙c6 ou 19. ... ♙xb3 seraient suivis de 20. ♗xd7! (20. ... ♗xd7 21. ♗xf6+ suivi du mat).

l) Que faire face à la menace 21. ♗g5+ ♙h8 22. ♙xf6+ ♙xf6 23. ♗xf6+ suivi de 24. exd5 avec un Fou de plus ?



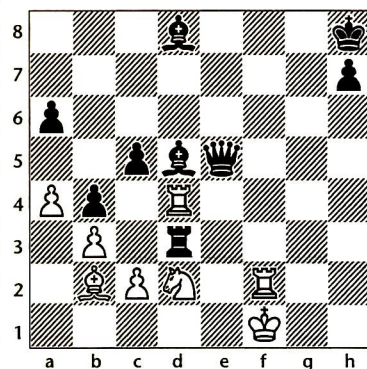
P. LESTIENNE

La seule défense, 20. ... h6, est insuffisante après 21. exd5, par exemple, 21. ... e5 22. f4 ♗ae8 23. fxe5 ♙xe5 24. ♗xf6+ ♙xf6 25. ♗e1, etc.

## A vous de jouer ! —

Les Noirs viennent de prendre la Dame blanche en d3, avec leur Tour.

Comment les Blancs leur prouvent-ils immédiatement que c'est insuffisant ?

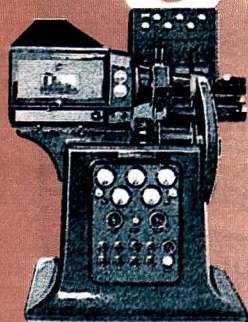


## Solution du n° 947

1. ... ♗xd2! 2. ♗xd2 ♙xe3 regagnant la Tour d2 avec un bénéfice d'un Fou car sur 3. ♗xe3 ou 3. ♗e1, suivrait 3. ... ♗xg2 mat (Jeliandinov-Mikhaltchichine 1995).



# Il y a 60 ans

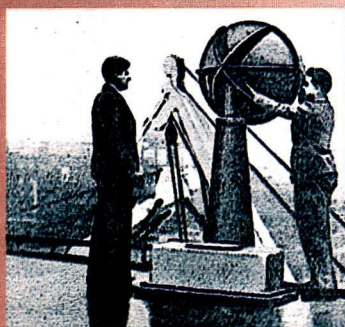


## Où en est la télévision ?

« Grâce aux progrès des cellules photoélectriques et des amplificateurs à très haute fréquence, l'appareil Fernseh (ci-dessus) est parvenu à transmettre, sur 180 lignes, des images télévisées à plus de 30 km. »

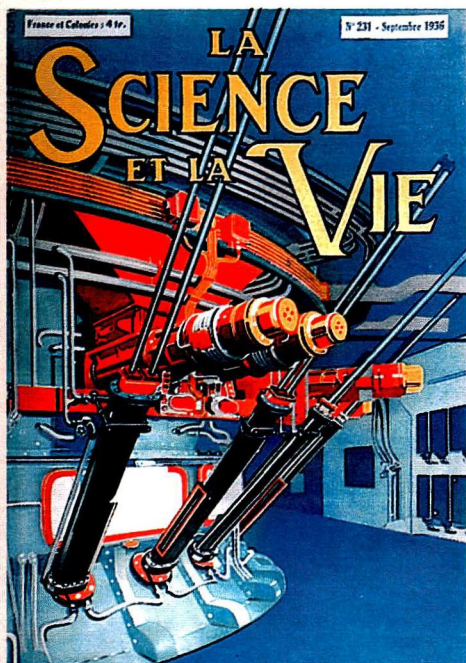
## Un nouveau détecteur d'obstacles pour les paquebots

« Le faisceau du détecteur à ondes ultracourtes (16 cm) du paquebot *Normandie* balaye un angle de 40°. Chaque onde de retour est analysée par le récepteur pour déterminer la position de l'obstacle. Même les bouées sont repérées. »



## Septembre 1936

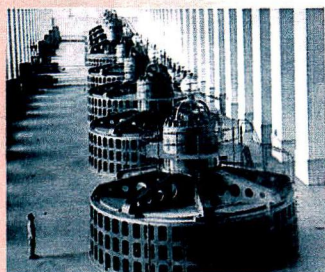
« Ce four automatique, l'un des plus puissants du monde, fabrique industriellement des alliages, des métaux, des carbures, dont le carbure de calcium. Plus de 400 000 ampères circulent dans son électrode de 4 m de diamètre, une intensité qui correspond, sous 110 volts, à l'énergie nécessaire pour alimenter 440 000 lampes de 100 watts. »



PHOTOS X - TOUS DROITS RÉSERVÉS

## Les grands travaux de Roosevelt

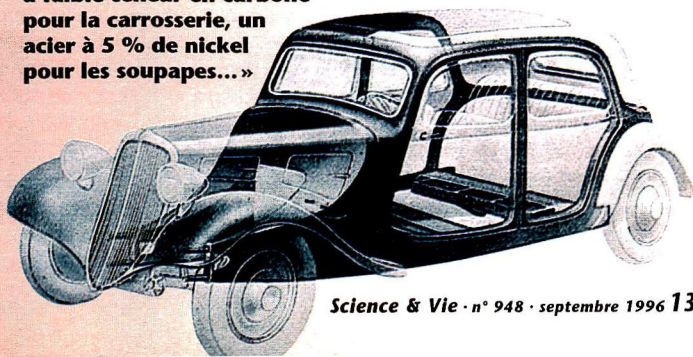
« Pour lutter contre le chômage, le gouvernement américain a entrepris de grands travaux, dont



la construction des neuf alternateurs de l'usine hydroélectrique du Wilson Dam, sur le Tennessee, qui produisent 260 000 ch – leur puissance pourra être portée à 612 000 ch. »

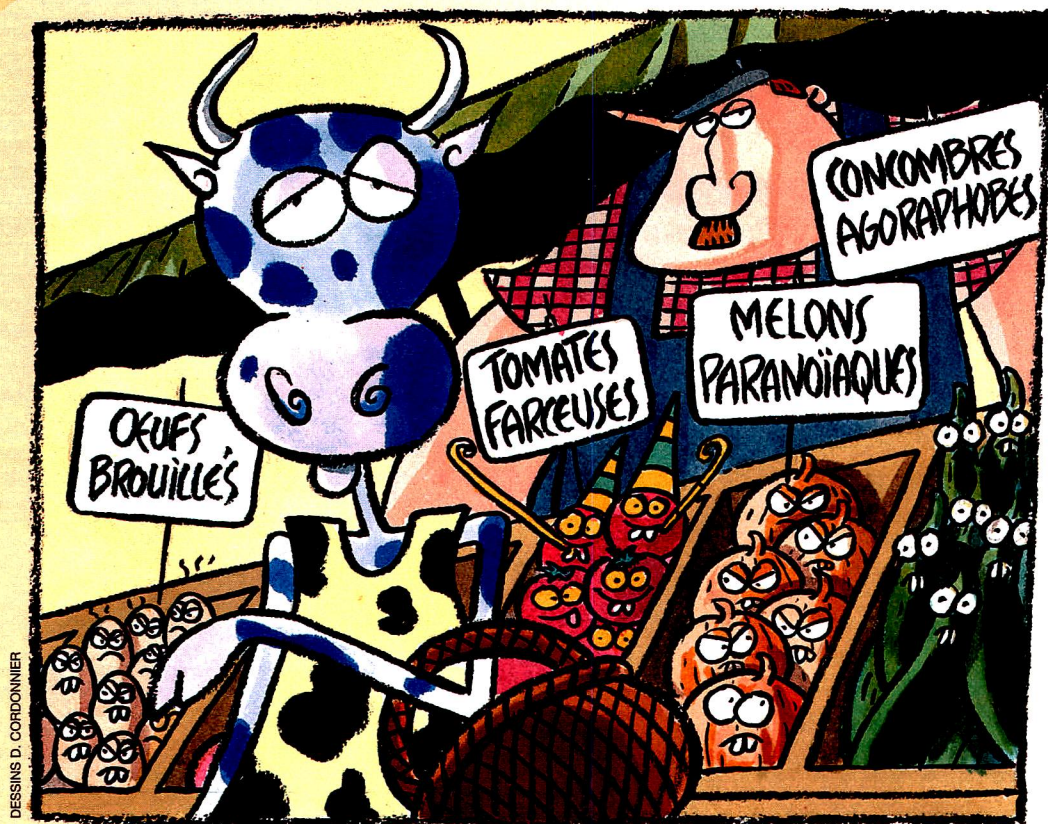
## Les aciers spéciaux en automobile

« Les métallurgistes, grâce aux alliages, fournissent un métal adapté à chaque pièce de la voiture moderne. Ainsi, un acier à faible teneur en carbone pour la carrosserie, un acier à 5 % de nickel pour les soupapes... »





# Folle ou pas, que mange la vache ?



■ « Est-ce que les vaches, en tant que gros herbivores, ne sont pas censées manger de l'herbe ? » ironise M. Pierre Dupont, de Paris, à propos de la maladie de la vache folle (*Science & Vie*, n°944, p. 98). « Il semble que par volonté de profits rapides plus que par stupidité, on ait préféré leur donner des résidus de viande d'abattage... Quelle est l'alimentation du bétail en élevage industriel et en élevage traditionnel ? »

La vache n'échappe pas à l'élevage intensif, qui signifie produire le plus possible au moindre coût. Mais, quel

que soit le mode d'élevage, elle mange toujours de l'herbe : fraîche l'été, dans les prairies ou à l'auge (élevage dit "zéro pâturage"), et conservée, sous forme d'ensilage (plante récoltée entière, hachée fin et fermentée) ou de foin sec, l'hiver. La différence de nourriture tient surtout au niveau de production escompté.

Une vache qui produit plus de 7 000 litres de lait par an doit recevoir plus d'énergie et d'azote qu'une vache qui en produit 4 000 ou 5 000 ; celle-là peut se contenter d'une ration four-

ragère traditionnelle (15 kg d'herbe pâturée permettent de produire 20 l de lait). Au-delà de la ration de base, qui peut assurer jusqu'à 35 l de lait par jour, il faut fournir environ un demi-kilo d'aliment concentré par litre de lait supplémentaire.

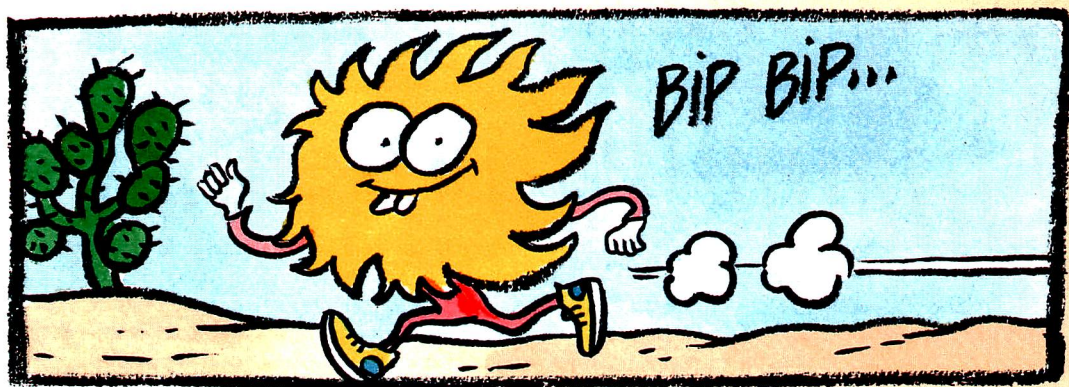
En Bretagne, une vache laitière consomme ainsi environ 5 tonnes (en poids sec) de fourrage par an – 60 % d'herbe et 40 % de maïs-ensilage – et 1,2 t de concentrés. Ces aliments sont composés de céréales, de tourteaux de graines oléagineuses, de coproduits

des industries agro-alimentaires (sons de blé, pulpes de betterave...).

Jusqu'au 11 août 1990, on avait le droit d'y inclure de 1 à 3 % de ces fameuses farines de viande et d'os. Mais, dans les années 80, les Britanniques, eux, les ont incorporées dans les aliments composés jusqu'à des taux de 12 %. Avec les conséquences que l'on sait lorsqu'elles étaient contaminées.

Pour connaître les systèmes d'élevage, *Impact de la réforme de la PAC*, 9 témoignages, cassette vidéo, 150 F, Technipel, 149 rue de Bercy, 75 012 Paris.





## Record absolu pour la lumière

■ « Un article consacré à d'hypothétiques "tachyons" (*Science & Vie* n° 937, p.52) rappelait que, selon les connaissances actuelles, la vitesse de la lumière ne peut être dépassée par aucune particule matérielle, ni par aucune interaction ayant une particule pour support », écrit M. Philippe Mérat, de Viroflay (Yvelines). « Mais cette limitation vaut-elle pour toute action, en particulier pour les effets de la vitesse sur les distances et les durées (effets de "contraction" des longueurs et de "dilatation" du temps, selon la relativité restreinte) ? D'autre part, la relativité générale nous dit que la gravité correspond à une déformation de l'espace. Or l'attraction gravitationnelle se transmet à vitesse finie... En résumé, les effets de la vitesse relative sur l'espace et le temps sont-ils instantanés ou non ? »

Effectivement, d'après la relativité restreinte, aucune particule, énergie ou information ne peut voyager plus vite que la lumière dans le vide. Ce qui interdit toute action instantanée à distance d'un "objet" sur un autre. En revanche, la vitesse elle-même n'a pas d'"action" sur le temps et l'espace, elle ne les distord pas. Temps et

espace sont relatifs au système de référence, c'est-à-dire qu'ils sont différents pour des systèmes en mouvement (très rapide) l'un par rapport à l'autre. Il n'y a là aucune transmission de masse, d'énergie ou d'information. Les contractions

spatiales et les dilatations temporelles dues à la relativité restreinte sont donc instantanées. En revanche, l'attraction gravitationnelle exercée par un corps se transmet bien à une vitesse finie, celle de la lumière dans le vide ( $c$ ). De même

les déformations de l'espace qu'il engendre, selon la relativité générale, ne sont pas instantanées, elles doivent se propager à la vitesse  $c$ . Mais les ondes gravitationnelles qui véhiculent cette interaction n'ont pas encore été détectées directement.

## Le mystère de la conscience

■ Mlle Clémence Simonin, d'Epinal (Vosges), s'interroge sur la théorie de Penrose (*Science & Vie* n° 945, p. 64) : « Si la cohérence quantique peut naître indépendamment d'un potentiel d'action, elle doit pouvoir être créée au niveau de cellules contenant des microtubules, différentes des neurones. La conscience pourrait-elle naître de l'ensemble du corps humain ? (...) Si la

théorie de Penrose se révèle vraie un jour, et si l'on montre que la création d'une cohérence quantique peut faire naître la conscience et peut être expliquée de manière rationnelle, on sera alors bien obligé d'admettre que tous les êtres vivants possesseurs de microtubules ont une conscience ! »

En effet, la cohérence quantique peut apparaître dès lors qu'il existe dans la

cellule un système de microtubules. Les neurones ne sont donc pas les seules cellules à être le siège d'un tel phénomène. Cela signifie-t-il que l'esprit peut jaillir d'un système quelconque de cellules ? Non, car la cohérence quantique n'est pas suffisante pour engendrer la pensée. Selon Penrose, elle agit seulement sur la plasticité cérébrale en modifiant la géométrie des contacts entre neurones. C'est donc la variation continue de la "cartographie" neuronale du cerveau, pilotée par la cohérence quantique des microtubules, qui engendre la pensée. Quant à savoir ce qui déclenche, dans le cerveau, la cohérence quantique, c'est le point central du problème... qui n'a pas encore de réponse.

## Bicyclette : la roue tourne...

■ « Le vélo à pédalage "horizontal" présenté dans votre n° 946, p.36, a des ancêtres français », précise M. Henri Lirbat, de Carcans (Gironde). « En 1936, les modèles Vélocar et Ravat ressemblaient fortement à la réalisation écossaise. Avec le premier, j'ai alors effectué les 167 km de Paris à Dieppe en touriste en quatre heures ! (...) Le modèle écossais ne semble pas encore réunir toutes les conditions pour un très bon rendement. »

Cela explique peut-être qu'on ait oublié ses ancêtres !



# La lèpre a-t-elle disparu ?

■ « Dans votre n° 944, p. 23, vous relatez la découverte d'un cimetière des XIV<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles contenant des os de lépreux. Je me demande pourquoi la lèpre a disparu de notre pays, alors qu'elle semblait si fréquente il y a quelques siècles », s'interroge Mme Claude Verroust, de Beaugency (Loiret).

La lèpre était effectivement répandue en France avant le XIV<sup>e</sup> siècle. Actuellement, cette maladie, due au bacille de Hansen, est encore endémique dans les

zones tropicales et subtropicales, en Asie (60 % des 15 millions de cas estimés dans le monde), dans les îles du Pacifique, en Amérique du Sud, aux Antilles, en Afrique. Le *Vade-mecum clinique* de Vittorio Fattorusso et Otto Ritter (Masson, 1995) signale qu'on trouve des foyers résiduels dans l'Europe du Sud et du Sud-Est.

Dans les pays industrialisés, il n'y a que quelques

très rares cas sporadiques, car les conditions socio-économiques jouent un rôle plus important que le climat dans la transmission de la maladie. Celle-ci se contracte par un contact direct, prolongé, avec un lépreux ; l'homme est le seul réservoir connu de la maladie. Le bacille infectieux pénètre probablement à travers la peau ou les muqueuses lésées. La morbidité dépend plus de

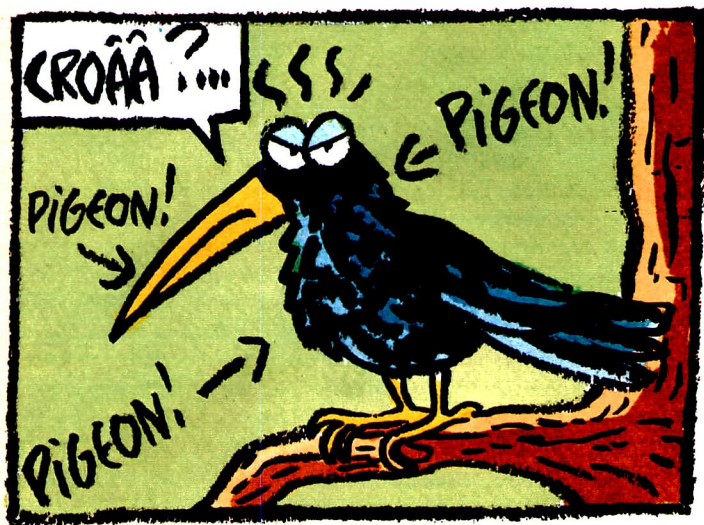
la réaction immunitaire du sujet que de la virulence du germe : seuls de 5 à 10 % des sujets exposés développent la maladie.

Le traitement est basé sur une polychimiothérapie (dapson, rifampicine, chlofazimine...), difficile à appliquer et coûteuse. Le BCG pouvant avoir un effet prophylactique, ce vaccin obligatoire a contribué à la quasi-disparition de la lèpre en France.

## Pouillet, précurseur de Curie

■ A propos du magnétisme de Pierre Curie (*Science & Vie* n° 944, p. 145), M. Per Jossang, du Muséum national d'histoire naturelle (Paris), apporte la précision suivante : « Le fait expérimental du "point de Curie" (température à laquelle certains corps perdent leurs propriétés magnétiques) n'a pas été découvert par Curie mais par Claude Pouillet (1790-1868). Le "point de Pouillet" du nickel est de 350 °C ; celui donné par Curie (quelque soixante ans plus tard) est approximativement de 340 °C. »

Claude Pouillet, auteur d'*Éléments de physique expérimentale et de météorologie*, a notamment retrouvé expérimentalement les lois d'Ohm et étudié la compressibilité des gaz.



## Le corbeau et le pigeon

■ « Le corbeau pensant » (*Science & Vie* n° 945, p. 72) a inspiré ce récit à M. Théodore Siret, de Païta (Nouvelle-Calédonie). « En Nouvelle-Calédonie, le corbeau, *Corvus moneduloides*, espèce endémique, ne risque pas de rencontrer le renard, mais il est quelquefois confronté au pigeon vert (*Drepanoptila holose-ricea*), endémique lui aussi.

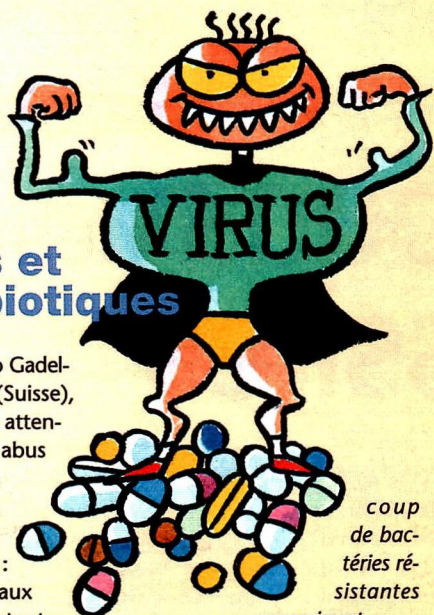
Ce pigeon évolue à travers les troncs des arbres des forêts denses à une vitesse égale à celle d'un faucon en piqué, et – grâce à la configuration de certaines de ses plumes – émet un sifflement en vol.

» Invisible dans le feuillage, il surveille les descentes du corbeau accompagnant la noix qu'il vient de lâcher au-dessus des galets d'une ri-

vière. Soudain, telle une flèche, il file sous le corbeau, s'empare de l'amande enfin libérée. Le frustré, furieux et croassant, tente de poursuivre le voleur, qui a déjà disparu dans un sifflement. Vivre aux dépens de celui qui travaille, n'est-ce pas aussi une forme d'intelligence ? »

Si l'on veut, mais cette forme d'intelligence a un nom : le parasitisme !





## Virus et antibiotiques

■ M. Danilo Gadel-la, d'Orbe (Suisse), attire notre attention sur un abus de langage dans notre éditorial du n°945 (p. 1) : « De nouveaux virus, résistants aux antibiotiques (...) apparaissent ». « Les antibiotiques doivent être utilisés contre les bactéries, rappelle-t-il, et non pas contre les virus, sur lesquels ils n'ont pas d'effet... Parce qu'on distribue à tort et à travers des antibiotiques dans le monde entier, beau-

*coup de bactéries résistantes apparaissent. »*

Certes, de nombreux médecins prescrivent des antibiotiques dans le cas de maladies virales ; souvent dans le but d'éviter les surinfections bactériennes. Au risque de sélectionner des souches résistantes (voir *Science & Vie* n° 946, p. 154)...

## 3615 SCV

### La question du mois

Chaque mois, la meilleure question posée sur notre serveur minitel 3615 SCV est récompensée par un abonnement d'un an à *Science & Vie*.

Voici celle d'août, posée par "GLOUP" :

**« La vitesse d'un mobile se mesure par rapport à un point considéré comme fixe, le platane pour l'automobile par exemple. Mais, lors d'un voyage intergalactique, quel est le point de repère ? »**

Le point que le voyageur a choisi : le Soleil, une étoile... Comme lorsque vous vous déplacez dans un train en marche : votre vitesse est en effet de quelques kilomètres/heure si votre repère est votre place assise, et de plusieurs centaines de kilomètres/heure si votre point de référence est la gare de départ.

## DES LAMPES "MADE IN USA"



**Corps en aluminium "aéronautique" anodisé, traité anti-corrosion. Etanche aux projections d'eau. Eclairage modulable de grande puissance. Ampoule de rechange logée dans le bouchon arrière...**

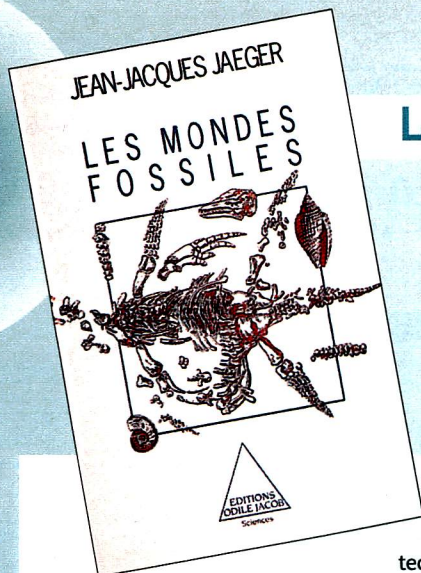
**MAG-LITE La lampe sélectionnée par la police et les pompiers américains.**

**MAG-LITE**

Informations : GMT - MAG-LITE

Tél (1) 47. 91. 26. 60. - Fax (1) 47. 93. 01. 98.





Jean-Jacques Jaeger

## LES MONDES FOSSILES

Odile Jacob,  
276 p., 160 F.

**L**a paléontologie a connu bien des soubresauts. Techniques modernes, concepts nouveaux et vieilles idées remises au goût du jour ont secoué la poussière du vieil arbre phylogénétique. Citons, en vrac : la génétique moléculaire ; le concept

d'"horloge moléculaire", qui suppose que les mutations apparaissent à un rythme régulier au cours du temps, ce qui permet de mesurer l'ancienneté de la divergence entre espèces ; la théorie des équilibres ponctués, selon laquelle l'évolution procède par

sauts brusques, entrecoupés de longues phases de calme plat ; le rôle de la biologie du développement dans la formation de nouvelles espèces. Dans *Les Mondes fossiles*, Jean-Jacques Jaeger remet les pendules à l'heure : en dehors des fossiles, point de salut...

**Science & Vie** : Quelle confiance peut-on avoir dans un passé "reconstruit" ?

Le livre du mois

# Ces bons vieux fossiles

**Jean-Jacques Jaeger** :

Chaque nouveau progrès technologique confirme une grande quantité de données acquises, et en remet en question un petit nombre. L'essentiel des connaissances paraît donc bien solide. On le voit, par exemple, avec la phylogénie : l'approche moléculaire n'a pas bouleversé l'approche classique.

**S & V** : Vous critiquez vivement la notion d'horloge moléculaire...

**J.-J. J.** : Tout le monde s'accroche à cette idée, qui rassure mais n'est pas démontrée. Au contraire : il y a des taux variables de mutation dans les différentes parties du génome, et l'on ne sait absolument pas pourquoi. Sur des périodes longues, de 10 à 20 millions d'années, ces différences se compensent. Mais, lorsqu'on s'attaque à des périodes plus courtes, cela ne marche plus...

**S & V** : La théorie des équilibres ponctués ne recueille guère plus vos faveurs !

**J.-J. J.** : En effet. Non que ceux-ci n'existent pas. Mais ils sont un "bruit de fond", pas un moteur de l'évolution.

On ne peut imaginer que de petites populations périphériques remplacent des populations principales. Lorsqu'on étudie ces petites populations dans des îles, où elles sont isolées, on voit que leur destin est avant tout l'extinction, pas le remplacement des formes centrales. Je ne suis absolument pas convaincu qu'elles constituent le

grand réservoir des potentialités futures d'une espèce. Ce réservoir, ce sont les ressources génétiques offertes par les très grandes populations. Plus une population est largement répartie, moins elle risque de s'éteindre, et plus elle a de chances de voir surgir en son sein des variations nouvelles.

Ce qui nous apparaît comme de brusques révolutions à l'échelle des temps géologiques n'implique pas nécessairement des bouleversements biologiques. L'accumulation graduelle de mutations simples peut produire de nouvelles espèces, et même de nouveaux plans d'organisation.

**S & V** : Venons-en à l'homme. Quel est, selon vous, le scénario le plus probable des origines de l'homme moderne ?

**J.-J. J.** : J'adhère complètement à la théorie du berceau unique africain. D'abord, sur le plan paléontologique, aucune découverte n'infirme cette hypothèse. Ensuite, les archives paléontologiques suggèrent fortement que les descendants d'*Homo erectus* ont été remplacés par des *Homo sapiens sapiens* venant d'Afrique.

En Europe occidentale, par exemple, les Néandertaliens ont été remplacés par des hommes modernes. Quelle est la cause de ce "succès" ? Le langage n'explique pas tout. Peut-être la supériorité de leurs armes, leur organisation sociale, leur culture...

*Propos recueillis  
par Thierry Pilorge.*



Jean-Jacques Jaeger



## ■ Lorsque l'enfant babille

*Bénédicte Boysson-Bardies*  
**COMMENT LA PAROLE VIENT AUX ENFANTS**

Odile Jacob, 286 p., 140 F.

Le langage est un "don" inscrit dans notre patrimoine génétique. Cependant, le parcours qui fait d'un nour-

risson un enfant doué de parole est très complexe. Le langage ne vient pas en un jour. Il se développe par étapes : les expressions vocales des premiers mois de la vie, puis le babillage, enfin le langage, qui

fait de l'enfant un être sociable.

Bénédicte de Boysson-Bardies dis-  
sèque chaque étape de cette construction, du stade du nouveau-né à celui de l'enfant de 24 mois. Un livre qui nous concerne tous : il retrace un parcours que nous avons tous – inconsciemment – effectué.

*Nathalie Tannou*

## ■ Une "pensée" succincte

*Philippe Meyer,  
Patrick Triadou*

**LEÇONS D'HISTOIRE DE LA PENSÉE MÉDICALE**

Odile Jacob, 397 p., 180 F.

Ce livre n'est pas un "manuel de la pensée médicale", comme l'annonce la quatrième de couverture, mais seulement une bonne histoire de la médecine occidentale, des origines à nos jours – avec une incursion du côté de

## ■ Mon hibou adoré

*Nicholas J. Saunders*  
**LES ANIMAUX ET LE SACRÉ**

*Brian Leigh Molyneaux*  
**LA TERRE ET LE SACRÉ**

Albin Michel, coll. "Sagesses du monde", 184 p. et 98 F chaque volume.

Le premier ouvrage est un bestiaire symbolique, de l'abeille au yéti. Toutes les civilisations ont leurs symboles et leurs allégories, supports de leur foi. Les animaux, si proches de nous, y ont tenu – et y tiennent encore – un rôle important. On note d'étonnantes convergences entre les cultures : ainsi, le hibou était l'oiseau de la mort dans l'Égypte ancienne, en Inde, en Chine, au Japon et en Amérique. Dans d'autres pays, il avait en revanche un rôle protecteur. Ses plumes servaient de talismans aux Indiens d'Amérique du Nord, les Athéniens firent de la chouette l'attribut d'Athéna. Également au sommaire, les animaux imaginaires qui peuplent les légendes et les mythes, tels que dragons, licornes et loups-garous.

Autre objet de vénération : la Terre. Dans les cultures traditionnelles, les paysages sont souvent considérés comme l'œuvre d'entités surnaturelles. Le second ouvrage témoigne du culte des pierres, des lacs, des gouffres...

Cette nouvelle collection aborde chaque thème dans une optique pluridisciplinaire, de l'histoire à la symbolique, de l'anthropologie religieuse à la physique et à la biologie. D'excellents petits livres, à l'abondante iconographie en couleurs et aux textes très documentés, qui établissent une connexion intelligente entre la pensée moderne et celle des Anciens. Dans la même collection : *l'Inde éternelle*, *l'Ame des animaux*, *les Chamans*.

*Marie-Sophie Germain*

la médecine chinoise, dont on ne voit pas ce qu'elle vient faire ici. Pourquoi ne pas avoir traité, dans la foulée, de la médecine indienne, tibétaine ou patagone ?

Bref, l'ouvrage n'offre pas de grande synthèse philosophique, juste une description des progrès de la médecine dans chacun des domaines de cette discipline.

Ainsi, le chapitre sur la médecine anatomoclinique relate, dans l'ordre chronologique, les apports de Pinel, Cabanis, Corvisart, Bichat, Bayle, Broussais et Laennec. Un peu succinct, pour un prétendu "manuel de la pensée médicale" !

Certes, le livre n'est pas dénué d'intérêt – il est même très instructif –, mais il n'atteint pas l'objectif qu'il vise.

*Pierre Rossion*



BÉNÉDICTE DE BOYSSON-BARDIES

COMMENT LA PAROLE VIENT AUX ENFANTS



Philippe Meyer  
Patrick Triadou

Leçons  
d'histoire  
de la pensée  
médicale

Sciences humaines  
et sociales  
en médecine





## Livres

### ■ La guerre contre les criquets

#### LES DENTS DU CIEL II

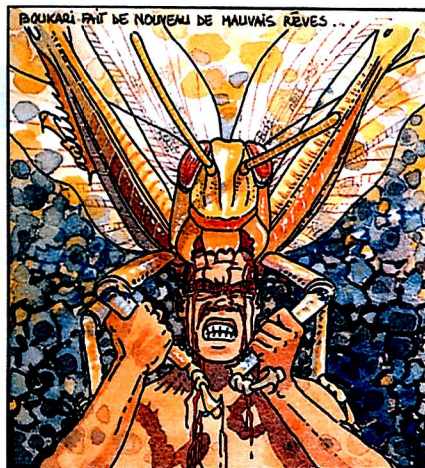
48 p., CIRAD-GERDAT-PRIFAS, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1. Tél. : (16) 67 61 58 45.

Cette bande dessinée présente les nouvelles méthodes de lutte contre les criquets ravageurs, ces fléaux du Sahel qui peuvent dévorer chaque jour jusqu'à 100 % de leur poids. C'est le second volet des *Dents du ciel*, édité par le CIRAD (1) et le PRIFAS (2), avec le concours de la Commission européenne et d'institutions françaises et néerlandaise.

On y retrouve le héros, Boukari, un agriculteur du Sahel confronté aux in-

vasions de six espèces de criquets. Le premier épisode, édité en 1994, traitait de la lutte chimique. Il s'agit cette fois d'aborder la lutte "intégrée", qui utilise diverses méthodes respectueuses de l'environnement (agronomiques, mécaniques, thermiques et biologiques) pour maintenir les populations de ravageurs à un niveau où leurs dégâts restent économiquement négligeables.

Le scénario a été élaboré par Michel Launois, du PRIFAS, aidé de plusieurs conseillers africains. En partageant la vie de Boukari, le lecteur acquiert les connaissances scientifiques indispensables à la lutte antiacridienne. Comme le premier album, cette bande dessinée devrait toucher plus de cent



pays. 50 000 exemplaires de l'ouvrage sont diffusés gratuitement dans les milieux professionnels de la protection des végétaux, ainsi que dans les circuits éducatifs, scolaires et culturels.

Catherine Revault

(1) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

(2) Programme de recherche, d'information et de formation sur les acridiens.

## SCIENCE & VIE

Publié par Excelsior Publications SA  
Capital social : 11 100 000 F.  
Durée : 99 ans.

1 rue du Colonel-Pierre-Avia,  
75503 Paris Cedex 15.  
Tél. : 1 46 48 48 48. Fax. : 1 46 48 48 67.  
Adresse télégraphique : Sienvie Paris.  
Principaux associés : Yveline Dupuy,  
Paul Dupuy.

#### DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : Paul Dupuy.  
Directeur général : Jean-Pierre Beauvalet.  
Directeur général-adjoint : François Fahes.  
Directeur financier : Jacques Béhar.  
Directeur marketing et commercial : Marie-Hélène Arbus.  
Directeurs marketing et commercial-adjoints : Jean-Charles Guérault, Patrick-Alexandre Sarradeil.  
Directeur des études : Roger Goldberger.  
Directeur de la fabrication : Pascal Rémy.

#### RÉDACTION

Rédacteur en chef : Jean-René Germain, assisté de Marie-Anne Guffroy (documentation) et Elisabeth Latsague (secrétariat).  
Rédacteurs en chef-adjoints : Jean-François Robredo, Didier Dubrana, Gérard Morice, assisté de Monique Vogt. Secrétaire général de la rédaction : Norbert Régina. Secrétaires de rédaction : Françoise Sergent, Nadine Raguet, Agnès Marillier, Jean-Luc Glock.  
Rédacteurs : Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel, Isabelle Bourdial, Thierry Pilorge, Alexandre Dorozynski, Philippe Chambon,

Hélène Guillemot. Conception graphique, direction artistique : Gilles Moine. Maquette : Lionel Crooson, Elisabeth de Garrigues.  
Service photo : Anne Levy. Correspondante à New York : Sheila Kraft, PO Box 1860, Hemlock Farms Hawley PA, 18428 Etats-Unis.

#### ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Anna Alter, Michel Brassinne, Philippe Breton, Germain Chambost, Sonia Feertchak, Marie-Sophie Germain, Leïla Haddad, Roman Ikonikoff, Violaine Joire, Bernard Marck, Hugo Marck, Marielle Mayo, Jacques Petit, Catherine Schubert, Philippe Testard-Vaillant, Marielle Véteau.

#### RELATIONS EXTÉRIEURES

Michèle Hilling, Blandine Devriendt.

#### MARKETING INTERNATIONAL,

#### REVENTES

Directeur-adjoint : Marie-Ange Rouquet-Dezellus, tél. : (33) 1 46 48 47 26, fax : (33) 1 46 48 49 39.

#### PUBLICITÉ

Excelsior Publicité Interdéco, 23 rue Baudin, BP 311, 92303 Levallois-Perret Cedex, tél. : 1 41 34 82 08. Directeur commercial : Gilles de Becdelièvre. Directrice de la publicité : Véronique Moulin. Directrice de clientèle : Laurent Auzie. Chef de publicité : Marie Renoir. Assistante de publicité : Sandrine Lenoir.

#### À NOS LECTEURS

Renseignements : Monique Vogt, tél. : 1 46 48 48 66. Commande d'anciens numéros et de reliures : Chantal Poirier, tél. : 1 46 48 47 18.

#### SERVICES COMMERCIAUX

Chef de produit marketing : Capucine Jahan. Chef de produit ventes : Marie Cribier. Téléphone vert : 05 43 42 08 (réservé aux dépositaires).

Belgique AMP, 1 rue de la Petite-Isle, 1070 Bruxelles. Abonnements et marketing direct : Patrick-Alexandre Sarradeil.

#### ABONNEMENTS

Relations clientèles abonnés : service abonnements, 1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75503 Paris Cedex 15, tél. : 1 46 48 47 08 - (à partir de 9 h). Tarifs : un an, 12 numéros, 253 F ; un an, 12 numéros + 4 hors-série, 328 F ; un an, 12 numéros + 6 cahiers, 413 F ; un an, 12 numéros + 4 hors-série + 6 cahiers, 488 F. Aux Etats-Unis et au Canada : Periodica Inc. - C.P. 444, Outremont, Québec, Canada H2V 4R6. En Suisse : Naville, case postale 1211, Genève 1, Suisse. En Belgique : Presse abonnements, 90 bd du Souverain, 1170 Bruxelles. Autres pays : nous consulter.

#### À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changement d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,80 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et organismes liés contractuellement avec *Science & Vie* sauf opposition motivée. Dans ce cas, la communication sera limitée au service des abonnements. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal. Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus. La rédaction ne reçoit que sur rendez-vous.

Copyright 1989 Science & Vie.





## ■ La reine Marie

*Susan Quinn*

### **MARIE CURIE**

Odile Jacob,  
480 p., 180 F.

On connaît la chercheuse qui découvre le radium avec son mari Pierre, deux fois couronnée du prix Nobel, la Marie Curie qui repose au Panthéon. Voici la femme, sa vie, ses succès, ses drames.

Maria Skłodowska naît en Pologne en 1867. A 24 ans, elle s'installe en France, où elle rencontre Pierre Curie. Ils auront trois enfants : Eve, Irène (qui deviendra la physicienne Irène Joliot-Curie) et... le radium.

Marie connaîtra tous les succès, tous les honneurs, mais ne sera épargnée ni par les échecs ni par une « presse de quatre sous » qui lancera contre elle une virulente campagne de dénigrement lors de son aventure avec Paul Langevin. Elle fera taire ses détracteurs en participant à l'effort de la Grande Guerre, à la tête de ses unités mobiles de rayons X. Quelque 10 000 blessés seront ainsi radiographiés.

Richement documenté, cet ouvrage dévoile le vrai visage de celle qui demeure la femme scientifique par excellence.

*Fabrice Laurent*

## ■ Amiante : tous coupables

*Roger Lenglet*

### **L'AFFAIRE DE L'AMIANTE**

La Découverte, 250 p., 135 F.

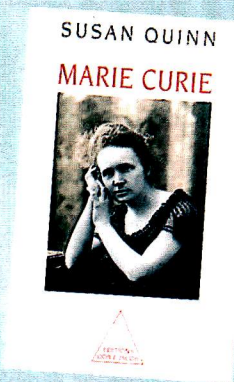
L'amiante n'en finit plus de défrayer la chronique. Jadis encensé pour ses propriétés, il est désormais mis à l'index comme un dangereux cancérigène. En France, il est déjà responsable de quelque 3 000 morts par an, et d'ici à vingt ans, 10 000 personnes pourraient succomber chaque année aux effets des poussières nocives.

Cet ouvrage ne se contente pas de lancer un cri d'alarme ; il remonte le temps à la recherche des causes de ce fléau majeur et tente de dégager les responsabilités.

De la colère des victimes au laxisme médical, des pressions lobbyistes à la timidité politique, Robert Lenglet pénètre les coulisses d'un drame qui se joue à l'échelle internationale.

Fort bien documenté, donnant la parole aux acteurs et aux responsables, ce livre tente d'apporter des solutions, ou, à défaut, de nous faire prendre conscience de la gravité du problème.

*Fabrice Laurent*



# Tous les mardis, stimulez votre





## Livres

## ■ Les deux utopies

Virgilio Vercelloni

## LA CITÉ IDÉALE EN OCCIDENT

Philippe Lebaud, 210 p., 390 F.

Qu'y a-t-il de commun entre le philosophe Platon, l'écrivain Jules Verne et l'architecte Robert Mallet-Stevens ? Tous les trois ont rêvé d'une cité idéale. En (presque) deux cents planches, Virgilio Vercelloni traite de l'architecture, de l'urbanisme et... de l'utopie.

Pour ce dernier mot il propose une double étymologie : utilisé pour la première fois en 1516 par Thomas More, le terme serait forgé sur le grec *eu-topos*, "lieu du bonheur", ou sur *ou-topos*, "lieu qui n'existe pas". Et il est vrai, si l'on en juge par cet ouvrage, que les villes "idéales" semblent avoir été imaginées selon des critères inspirés par l'un ou l'autre de ces sens.

"Lieu de bonheur", la cité idéale est édifiée à la gloire d'un seigneur, pour démontrer sa puissance, mais aussi dans le but de procurer une vie "parfaite" à ses sujets. C'est le cas, dans l'Egypte ancienne, de la capitale Tell el-Amarna, voulue par le

pharaon Aménophis IV (Akhenaton).

A propos de la carte de la Rome antique, dressée, en 1762, par l'architecte Jean-Baptiste Piranèse, l'auteur explique que « l'idéalisation du fait urbain consiste (...) à le considérer comme le conteneur de toutes les merveilles possibles. C'est selon cette même logique qu'il faut concevoir le prestige dont ont joui les cités sumériennes et babyloniennes, égyptiennes et perses, grecques et hellénistiques, puis celles de l'Islam et de Byzance ».

"Lieu qui n'existe pas", la cité idéale est rêvée pour remédier au malheur des hommes. Idéalisation que l'écrivain et peintre britannique William Morris (également fondateur de la ligue socialiste) exprime parfaitement dans ses *Nouvelles de nulle part* (1891), où il oppose à Londres, mégapole industrielle, un ensemble

de petits centres urbains édifiés comme des villages médiévaux.

On retrouve ici les deux sortes d'utopies évoquées par Jean Servier (1) : l'utopie "écrite", celle d'un lieu qui n'existe pas (tel que l' imagine William Morris) ; et l'utopie "pratique", celle qui tente de créer un lieu de bonheur (comme le fit Aménophis IV).

Un livre superbe, d'une parfaite érudition. *Sonia Feertchak*

(1) Dans *L'Utopie*, Que sais-je ?, 1993.



## CD-Rom



## ■ La cité magique

## JÉRUSALEM

Softkey, 2 CD-Rom, 270 F.

L'histoire de Jérusalem, cette cité magique, à la fois historique et légendaire, est ici racontée par les hommes et les femmes qui l'ont construite : neuf guides, du roi David à Hérode, dévoilent chacun

une facette de la Ville sainte.

Une visite non guidée est également possible, en se référant à la carte géographique découpée en quartiers.

La chronologie est excellente, chaque événement est resitué dans le contexte mondial. On trouvera aussi des informations touristiques, précieuses pour le futur visiteur.

*Laurence Boulanger*



# ARCHIMEDE

Un cocktail  
de sciences  
pour vos  
cellules  
grises



**L**a science vous intéresse ? Découvrez en 26 mn de grands sujets en petits formats. Archimède, un regard original et passionnant sur le monde qui nous entoure.

## Les sujets du mois d'Archimède :

### Mardi 3 septembre à 20h

1. A la découverte des mondes lointains.
2. Espion du soleil.
3. Les mouvements du corps.
4. Une évolution accélérée

### Mardi 10 septembre à 20h

1. De toutes les couleurs.
2. Mémoires d'une pierre.
3. Paradoxe infini.
4. Gènes.

### Mardi 17 septembre à 20h

1. Tube de Crookes.
2. Force du vide.
3. Zéro est arrivé.
4. Placebo.
5. Sans gènes.

### Mardi 24 septembre à 20h

1. Les Capitaines, l'ordinateur et le bateau du futur.
2. Expédition dans le nanocosmos.
3. Alchimie moderne.

**Le magazine scientifique télé  
recommandé par SCIENCE & VIE**

**3615 ARTE (1,29F/mn)**

**arte**



**De retour de vacances ?  
Explorer quelques-uns  
des 750 000 services**

**Web d'Internet, c'est  
un peu prolonger les congés  
par l'aventure virtuelle.  
C'est aussi le moment de faire  
le point sur l'actualité, l'emploi,  
le télétravail et les nouveaux  
métiers qu'autorisent les réseaux  
informatiques. A moins, bien sûr,  
de "repartir" – au sens  
propre comme au figuré !**

## VALISE DIPLOMATIQUE

■ Le Monde diplomatique sur Internet constitue une immense base de données sur les textes parus dans le mensuel. Loin de la médiatisation par l'image télévisée, bien davantage porteuse d'émotions que d'explications, ce sont ici

les rouages du monde dans lequel nous vivons qui sont "décortiqués" dans des articles de fond. A consulter absolument :

**<http://www.ina.fr/CP/MondeDiplo/Thesaurus/index.sujet.html>**

## REVENIR...

■ Le monde en bref, jour après jour, grâce au service Web de l'agence France Presse :

**<http://www.afp.com/MonBref/MonBrefVF.html>**

Pour revenir à la page d'accueil :

**<http://www.afp.com/>**

Le CNED (Centre national d'enseignement à distance) a été créé en 1939 afin de répondre au besoin de scolarisation des jeunes réfugiés au moment de la déclaration de guerre. C'est aujourd'hui un établissement public à caractère administratif sous tutelle du ministère de l'Éducation nationale. Il a pour mission de « dispenser et de promouvoir l'enseignement à distance ». Un savoir-faire dont 350 000 personnes profitent chaque année :

**<http://cned.cned.fr/homepage.html>**

Ou, plus classiquement, CNED, BP 200, 86980 Futuroscope Cedex [tél.: (16) 49.49.94.94].

Qui peut citer 80 métiers de l'environnement ? Forestier, bû-

cheron, euh... On lira donc avec étonnement la variété du "Catalogue des métiers de l'environnement" : de thermicien à goûteur d'eau en passant par fontainier, hydraulicien, technicien de rivière, écotoxicologue et même volcanologue, avec, pour chacun d'eux, la formation requise, les salaires et les bonnes adresses :

**[http://ourworld.compuserve.com/homepages/GIRAN\\_MICHEL/metiers.htm](http://ourworld.compuserve.com/homepages/GIRAN_MICHEL/metiers.htm)**

Le catalogue des écoles françaises d'ingénieurs, classées par villes, régions, thèmes et conditions d'admission sera le choix des diplômés :

**<http://www.cri.ensmp.fr/~cefi/ingenieur.html>**

Des sites Web moins connus méritent d'être présentés, comme exemples de volonté régionale ou as-

sociative de se servir d'Internet, notamment dans le domaine éducatif. C'est le cas de "L'Ecole réticulaire", une école virtuelle constituée de plusieurs écoles ou classes organisées en réseau, fonctionnant sur un projet pédagogique commun. A découvrir, pour l'exemple :

**<http://www.ac-nice.fr/cremli/ecole/retic/accueil.htm>**

Autre exemple, centré sur la décentralisation et le télétravail, de nouvelles approches que permet tout particulièrement Internet : le réseau "Pyramide" a été mis en place grâce à l'effort commun des collectivités locales, des organismes de formation (CNED, IPST, CNAM, ESC Toulouse...) et de l'Agence régionale pour les téléactivités (ARTEMIP) :

**<http://www.cri-mip.fr/a10.html>**





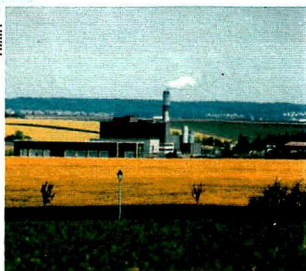
## ... OU REPARTIR

■ Les organisations non gouvernementales (ONG) sont en permanence à la recherche de bénévoles pour se rendre sur les points chauds du globe : <http://iep.univ-lyon2.fr/ong.html>

Et, pour aller très loin "seulement dans la tête" : le site Web de Jean-Pierre Luminet, astrophysicien à l'Observatoire de Meudon, présente lui aussi sa part de rêve, sur la base de données scientifiques.

<http://www.obspm.fr/departement/darc/Luminet/luminet.html>

Le *Courrier de l'environnement* de l'INRA (INRA-DP Env., 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07) fait découvrir des approches nouvelles, telles que la "lecture des paysages" : onze agronomes, spécialistes de disciplines différentes, réagissent face à des images de paysages agricoles.



Ces mêmes images sont présentées à des habitants de la grande banlieue parisienne...

<http://www.inra.fr/dpenv/pagr.htm>

Écrire une histoire... collective. Voilà une nouvelle expérience à vivre sur Internet : le cyber-scénario. Tapez l'adresse d'entrée du site :

<http://www.worldnet.fr/~villemad/francais/x-files.shtml> puis faites le choix "cyber-script".

Pour entrer directement au bon endroit :

<http://www.worldnet.fr/~villemad/francais/x-cyb.htm>

Le thème choisi est celui de l'écriture d'un scénario inédit de la célèbre série *X-files* (en français *Au-delà du réel*), dont les héros Sculley et Fox Mulder sont tous les samedis soir au rendez-vous sur M6. Une expérience étrange où les

textes les plus originaux s'enchaînent avec les précédents.

Le site archéologique du Lazaret parle, lui, d'une autre histoire, celle – bien réelle – de nos ancêtres les plus lointains dans le temps :

<http://www.ac-nice.fr/cremli/second/discip/svt/lazaret/index.htm>

Le laboratoire départemental de préhistoire du Lazaret a pour vocation la recherche, la conservation du patrimoine préhistorique, la diffusion des connaissances et l'enseignement. On y trouvera semaine après semaine les bases de données les plus complètes sur des sites préhistoriques prestigieux et comprenant plusieurs millions d'objets répertoriés : Lazaret, Terra-Amata, Vallonnet, la grotte de Fate, les grottes de Grimaldi et celle du mont Bego.



## DÉMÉNAGEMENT

■ C'est un fait : les adresses des sites Web peuvent changer. Ce fut le cas de l'adresse du rapport sur les sectes de l'Assemblée nationale, entre le moment de sa découverte et la parution de notre numéro. L'adresse d'entrée demeure celle que nous avons indiquée :

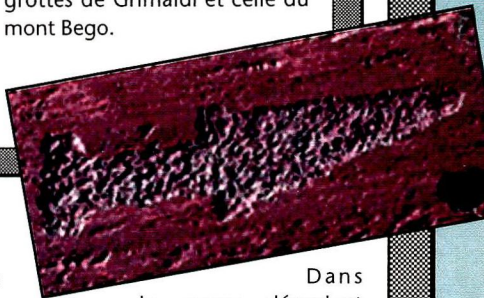
<http://www.assemblee-nat.fr/>  
En revanche, l'accès direct au fa-

meux rapport est désormais le suivant :

<http://www.assemblee-nat.fr/.24386.RAPPORTS.4.2.1>

Au cas où cette adresse viendrait à être modifiée de nouveau, procéder ainsi : entrez par l'adresse <http://www.assemblee-nat.fr/> puis cliquez sur "clés d'accès" en bas de la page d'accueil.

Dans le menu déroulant "Edit", choisissez "Find..." ("trouver") et, enfin, tapez "sectes" suivi d'un retour chariot. Il suffira de cliquer sur "rapports" pour retrouver un précieux document que tout le monde devrait lire. Pour les non-internautes : en vente au *Journal officiel*, 28 rue Desaix, 75015 Paris. ■







# LA COMMUNICA ENTRE LE BIEN ET

■ Les réseaux de communication s'étendent à toute vitesse sur l'ensemble de la planète. Faut-il en attendre de nouveaux bienfaits pour l'humanité ou, au contraire, redouter une société à deux vitesses où régneront l'individualisme, l'inégalité et l'exclusion ?

PAR PHILIPPE BRETON, CHERCHEUR AU CNRS

Quelles machines utiliserons-nous demain ? L'ordinateur personnel survivra-t-il à la mise en réseau généralisée ou va-t-on vers une gigantesque machine mondiale, macrosystème technique auquel chacun d'entre nous serait connecté via un terminal simple et peu coûteux ? On aimerait pouvoir, ne serait-ce qu'un instant, se projeter cinq ou dix ans en avant.

Notre mode de vie changera-t-il en profondeur ? Va-t-on vers une vie sociale plus intense ou, au



## Une DICTATURE de l'information

George Orwell, dans *1984* (ici une scène du film tiré de son roman), décrit une société où toutes les communications sont manipulées et mises au service d'une pensée unique. Un scénario qui n'est pas à exclure pour le futur : le pouvoir des marchands remplacerait alors celui des politiques.



# TION LE MAL

contraire, se dirige-t-on vers un repli sur soi généralisé, les contacts humains étant réduits à des communications formelles et virtuelles ?

Ainsi que le promettent certains hommes politiques américains, à la suite du vice-président, Al Gore, les sociétés futures verront-elles reculer le spectre des inégalités sociales grâce à de nouvelles technologies égalisantes et pacificatrices ? Ou, au contraire assisterons-nous au durcissement d'une société à deux vitesses, où des

masses d'exclus locaux côtoieront une élite internationale ?

Les réseaux de demain seront-ils un nouveau lieu d'affrontement où se mèneront les guerres virtuelles, les attentats terroristes, qui risquent de paralyser toute vie sociale en coupant les voies de communication informatisées ? La vie privée disparaîtra-t-elle au profit d'une transparence sociale généralisée ?

Les enjeux sont immenses. La maîtrise du présent implique que nous réfléchissions au futur et que

nous tentions, sinon d'en prévoir le déroulement, du moins d'en imaginer quelques scénarios possibles, à partir de ce que nous savons déjà.

Trois méthodes peuvent nous permettre d'imaginer le futur. La première consiste à retourner dans le passé pour examiner les différents futurs qui ont déjà été projetés par les experts. La deuxième consiste à mieux cerner les divers "clans" qui tentent d'utiliser aujourd'hui les nouvelles techniques de communication pour réaliser leurs projets de transformation de la société. La troisième méthode part d'une interrogation sur les grands changements de civilisation qui accompagnent le développement des techniques.

### "VERS LA MACHINE À GOUVERNER"

Si loin qu'on remonte dans l'histoire de l'informatique, c'est-à-dire cinquante ans en arrière, on trouve une sorte d'obsession à imaginer l'avenir. D'emblée, l'ordinateur est conçu comme une machine à produire du futur. Le 28 décembre 1948, les Français apprennent, dans le journal *le Monde*, peu de temps après les Américains, l'existence d'une nouvelle machine, appelée à transformer le monde. L'article est intitulé "Vers la machine à gouverner". Les lecteurs médusés découvrent que celle-ci fonctionne par analogie avec le cerveau humain, dont elle reproduit certaines fonctions, notamment de raisonnement et de communication.

L'auteur du "papier" est le père dominicain Dominique Dubarle, un scientifique par ailleurs avocat du procès en révision de Galilée auprès du Vatican. Connaissant bien les milieux scientifiques américains où est née cette technique, il imagine que la nouvelle machine, entre autres fonctions, permettra d'accéder à toutes les connaissances réunies à l'échelle mondiale dans de vastes banques de données.

CAT'S COLL.



Alors qu'un seul ordinateur est en service dans le monde, l'article décrit tout l'avenir de l'informatique ! Dubarle ne se trompe guère. Il voit dans les ordinateurs le moyen radical de se passer des hommes politiques, dont il décrit l'impuissance à gouverner. *Big Brother* est né, en même temps, plus prosaïquement, que tout le courant technocratique qui cherchera – et réussira partiellement – à transférer l'exercice du pouvoir aux experts en tout genre.

L'informatique va se développer d'abord dans les milieux militaires, où certains visionnaires, notamment dans l'aviation, comprennent que la guerre moderne sera de moins en moins un conflit opposant des hommes physiquement. Ce pronostic ne s'est jamais démenti. Pour comprendre le futur des nouvelles technologies, il suffit peut-être, quand on y accède, de regarder les projets des militaires. Ils sont finalement les premiers à avoir

été largement abordés. Si l'on peut interpréter l'œuvre de Dick comme une critique de l'avenir que nous préparent les nouvelles techniques de communication, Isaac Asimov écrit plutôt dans une perspective militante de défense et d'illustration d'un univers où les robots informatiques sont synonymes de progrès.

L'œuvre d'Asimov est fascinante à plus d'un titre. Dès 1955, il décrit une société dans laquelle les autoroutes de la communication

ont été largement abordés. Si l'on peut interpréter l'œuvre de Dick comme une critique de l'avenir que nous préparent les nouvelles techniques de communication, Isaac Asimov écrit plutôt dans une perspective militante de défense et d'illustration d'un univers où les robots informatiques sont synonymes de progrès.



## Le réseau PRÉCURSEUR

**Le minitel s'est implanté grâce à l'annuaire téléphonique (le 11). Des millions d'utilisateurs y sont aujourd'hui connectés. Mais l'avenir des réseaux nationaux est menacé par la domination américaine d'Internet.**

sont le moteur d'une réorganisation de la vie sociale. Baptisé Solaria, ce monde est peuplé d'individus qui vivent seuls, libres et souverains. La norme sociale qui régit cette humanité est l'impossibilité de la rencontre physique, ce qui, pour Asimov, supprime toute possibilité de violence.

L'éducation, les soins médicaux, la reproduction se font à distance. La rencontre est impossible, mais la communication est permanente, grâce à des techniques qui ressemblent comme deux gouttes d'eau au virtuel d'aujourd'hui. Par exemple, lorsque deux personnes, sur Solaria, veulent manger ensemble, la pièce dans laquelle chaque convive se tient se coupe

tion particulière :

Philip K. Dick et Isaac Asimov (1).

Dick est le premier à avoir compris et mis en scène les conséquences du mélange du réel et du virtuel. La plupart de ses personnages évoluent dans des mondes où l'on ne peut plus les distinguer. Dans ce sens, les débats contemporains sur le virtuel, les critiques radicales d'intellectuels français tels que Jean Baudrillard ou Lucien Sfez (2) contre un monde de confusion entre la vie réelle et l'univers informationnel ont déjà

(1) Lire notamment *Face aux feux du Soleil*, Isaac Asimov, 1973, éd. J'ai lu.

(2) Lire notamment *Critique de la communication*, Lucien Sfez, 1992, éd. du Seuil.

## En 1955, Asimov décrivait déjà les autoroutes de l'information

déshumanisé les rapports humains... en retirant l'homme du champ de bataille.

Depuis la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, la plupart des œuvres de science-fiction voient le futur for-



en deux, et l'image de l'autre est virtuellement présente, donnant l'illusion du réel en relief. Tout cela, rappelons-le, sort du cerveau fécond d'un auteur écrivant en... 1955, il y a plus de quarante ans !

Depuis lors, peu de véritables nouveautés ont émergé du point de vue de l'imagination du futur. Lorsque Bill Gates, le patron de Microsoft, veut promouvoir les autoroutes de la communication, du moins les technologies de sa société, il fait réaliser des films de science-fiction. Ceux-ci décrivent un monde où les problèmes de l'éducation, de la santé, mais aussi ceux de la démocratie, sont enfin résolus grâce aux nouveaux réseaux de communication. Un nouveau genre est apparu, qui mêle les ressources de la prospective, de la science-fiction et de la publicité.

Les techniques de communication sont devenues un gigantesque marché où ceux qui maîtriseront les voies du futur s'engageront sur les chemins de la fortune. A partir d'un bricolage informatique – le "basic", premier langage de programmation pour micro-ordinateur –, Bill Gates a édifié l'une des premières fortunes du monde.

## UN CONFLIT IDÉOLOGIQUE

Beaucoup rêvent de poursuivre dans cette voie et d'imaginer les machines qui, demain, seront dans nos foyers ou dans nos entreprises, si celles-ci existent encore sous leur forme actuelle. L'invention du micro-ordinateur par exemple aurait-elle été une simple péripétie de l'histoire des techniques, que nos enfants regarderont bientôt comme on contemple, d'un œil distrait, les gramophones ou les magnétophones à bande ? L'idée d'un vaste ordinateur central mondial, celui-là même que décrivait Dubarle en 1948, "réseau ressource" où chacun irait ponctuellement se connecter pour louer un traitement de texte ou tout autre logiciel, ne

va-t-elle pas redevenir d'actualité ? Ou, au contraire, se dirige-t-on vers des maisons intelligentes dotées de véritables "centres de calcul privatifs", qui seront les maillons d'un grand réseau de communication universel ? Pour mieux concevoir le futur, il faut d'abord imaginer les usages que les uns et les autres souhaitent voir

## Gérard Théry, l'homme du MINITEL

**L'Etat, par l'intermédiaire de France Télécom, a massivement soutenu l'innovation en matière de réseaux de communication. Son désengagement, demain, modifie profondément la donne.**

se développer. Des machines puissantes, très bien, mais pour quoi faire ?

Trois grandes écoles s'opposent sur la question de l'usage des machines à communiquer. Toutes les trois sont très marquées idéologiquement. Les combats qui s'y mènent et les alliances qui s'y nouent sont largement souterrains, peu connus du grand public. Celui-ci n'a accès qu'aux nouveautés techniques, qui lui paraissent parfois tombées du ciel par le simple effet du "progrès", alors qu'elles sont le fruit

d'affrontements idéologiques. L'avenir des nouvelles techniques de communication dépendra en partie de l'issue des conflits aujourd'hui en cours.

La première école est celle des militants libertaires de la "société de communication", largement inspirés par Norbert Wiener, théoricien peu connu mais in-

■ ■ ■  
MOSCHETTI/REA





■ ■ ■ fluent. Ce mathématicien du Massachusetts Institute of Technology, mort en 1964, a créé, dans les années 40, la cybernétique, science du contrôle et des communications.

Wiener développe, la plupart du

## Le rêve d'une société transparente, libre de parole

temps sans le savoir, de véritables théories anarchistes, qui rappellent celles de Bakounine à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle : il appelle de ses vœux une société sans État, autorégulée grâce aux nouvelles technologies (qui, à l'époque, restent à inventer). Il souhaite aussi que la vie sociale se déroule dans de petites communautés et que la communication soit le moteur essentiel du lien social. Il rêve d'une société transparente où la liberté de parole soit complète.

Cette pensée va inspirer quelques-uns des premiers informaticiens. Elle sera directement à l'origine de l'invention du micro-ordinateur, conçu, dans les années 70 – notamment par de jeunes gauchistes tels que Steve Jobs, futur inventeur du Macintosh –, comme une machine « pour le peuple », qui doit favoriser la lutte contre le capitalisme et instaurer une contre-culture faite de démocratie directe et d'échanges permanents.

Cette idéologie va aussi directement inspirer une large partie des promoteurs d'Internet, qui le voient comme un réseau d'échange permettant une expression libre et sans entrave. Dans cet esprit, le

cyberespace constitue un nouveau lieu universel de liberté, une solution aux contraintes en tout genre du monde "réel".

Plus classiquement, la deuxième école est formée par les représentants de la tendance libérale. Confiants dans les lois du marché et hostiles aux interventions des États, ses promoteurs voient dans les nouvelles techniques de communication le moyen de relancer la machine économique en investissant des secteurs de l'activité humaine épargnés par les rapports marchands.

Alors que l'éducation, la connaissance, la communication étaient

dernières prérogatives. Bill Gates, qui a commencé sa carrière au sein du courant libertaire, incarne assez bien cette nouvelle génération d'entrepreneurs libéraux.

La troisième école éco-

## Steve Jobs, le génial ANARCHISTE

**Comme les "cybernautes" d'aujourd'hui, l'inventeur du Macintosh était un farouche partisan de la liberté totale des communications. Ses émules peuvent déclencher une véritable guerre civile dans les réseaux pour les maintenir ouverts et gratuits.**

jusque-là gratuits – ou du moins se trouvaient à l'écart des lois du marché –, leur basculement dans un vaste réseau de communication universel va permettre de les transformer en richesses et en profits. Ces nouvelles techniques de communication sont ainsi l'occasion, dans un esprit ultra-libéral, de dépouiller l'État de ses



SYGMA



le est celle des partisans de l'emploi des nouvelles technologies de communication dans le cadre de l'intérêt général, principalement incarné par l'État. Cette école est notamment animée par ceux qui attribuent aux applications militaires des nouvelles techniques de communication un rôle essentiel. Ainsi le minitel a-t-il été initialement conçu par France Télécom, entreprise nationale, comme un système de communication visant à l'intérêt général.

ternet aux particuliers – à propos des messages qu'ils diffusent, est une autre illustration de la volonté de soumettre à l'intérêt général, dans un cadre national, les nouveaux médias.

### LE JEU DES ALLIANCES ET CELUI DES CONFLITS

L'histoire des nouvelles techniques de communication résulte largement des alliances et des conflits entre ces trois courants. Les technologies des années 50 et

réaction contre ce complexe et contre la coalition des idéologies libérale et étatique qu'il représente. L'incroyable développement anarchique d'Internet a correspondu à une "pénétration" massive de ce réseau par le courant libertaire, à qui l'on doit d'ailleurs une part importante des innovations techniques.

Une grande nouveauté est en train d'apparaître. Elle va probablement marquer le futur de son empreinte. Il s'agit de l'alliance du



POINOT

Dans cet esprit, les lois édictées par les États doivent s'appliquer aux informations qui circulent dans les réseaux. La récente affaire du livre du Dr Claude Gubler, médecin de François Mitterrand, diffusé sur Internet au mépris des décisions de la justice, illustre bien la volonté de cette école "étatique" de ne pas considérer les nouvelles techniques de communication comme extraterritoriales. Les débats actuels sur la responsabilité juridique des "providers" – les sociétés qui fournissent un accès à In-

ternet (les gros ordinateurs centraux, les premiers réseaux de communication militaires et civils) ont été le fruit d'investissements privés et publics faits dans le cadre de la guerre froide, au profit à la fois de l'institution militaire et des grandes entreprises privées. C'est l'époque où le Pentagone et IBM travaillaient la main dans la main au sein d'un complexe industrialo-militaire, qui produira par exemple le fameux IBM 360.

La micro-informatique, portée par le courant libertaire, est née en

courant libertaire et du courant libéral, au détriment du courant étatique. A terme, l'enjeu de cette alliance est, ni plus ni moins, l'affaiblissement, sinon la disparition sous les formes que nous lui connaissons aujourd'hui, de l'État en tant qu'instance de régulation des sociétés.

Nous retrouvons là l'idéal de société dont Asimov s'est fait le porte-parole. Le futur des nouvelles techniques de communication va probablement se caractériser par la résistance acharnée du



■■■ courant étatique, conduit à défendre pied à pied les fonctions régaliennes de l'État, notamment dans le domaine de l'éducation et de la connaissance. On peut imaginer qu'un système de transmission et de validation des connaissances sera mis en place dans les réseaux de communication et reconnu par les entreprises,

## Promenade culturelle en CHAMBRE

La visite virtuelle des musées – ici le Louvre –, que permettent les CD-Rom et Internet, remplacera-t-elle le contact direct avec les œuvres d'art ?



t è m e s  
d'éducation publics.

L'alliance des libéraux et des libertaires pêche toutefois sur un point essentiel : pour les premiers, l'information est une marchandise ; pour les seconds, elle doit circuler librement, et surtout gratuitement, afin de constituer le ciment de la future "société de communication". Si cette dernière revendication n'est

seaux. Ils pourraient y parvenir aisément en développant l'insécurité dans les transactions financières informatisées – équivalent des convois maritimes chargés d'or que les pirates de l'Ancien Régime attaquaient régulièrement.

La puissance future des réseaux de communication généralisés se paiera sans doute d'une extrême fragilité. Des "Tchernobyl informatiques", suscités par des terroristes d'un nouveau genre, ne sont pas improbables : leurs conséquences sur l'organisation des sociétés seraient incalculables.

## Bill Gates, l'informaticien converti au LIBÉRALISME

Devenu milliardaire grâce à ses logiciels, le fondateur de Microsoft n'a de cesse que d'ouvrir des marchés aux nouvelles technologies. Pour lui, la communication entre les hommes doit devenir une marchandise comme les autres.

pas satisfaite, les pirates informatiques, qui incarnent la fraction la plus extrémiste du courant libertaire, sèmeront peut-être l'anarchie dans les ré-

### UN FORMIDABLE OUTIL DE PROPAGANDE

Le jeu actuel des alliances ne doit pas dissimuler le fait que les nouvelles techniques de communication constituent de formidables outils dont une éventuelle dictature pourrait s'emparer. La mise en fiche générale – actuellement en cours de réalisation mais sans conséquence sur les libertés publiques en raison de l'affaiblissement des États – est une grave menace potentielle pour les individus. D'autant plus que la barrière entre vie privée et vie publique tend à disparaître sous l'effet d'une "transparence" généralisée.

Le bracelet informatique, actuellement expérimenté en France, qui permet de localiser les délinquants en liberté surveillée n'est qu'un tout petit exemple des immenses possibilités de la technique. La dictature électronique d'un *Big Brother* du futur





ne peut être totalement exclue. L'avenir des nouvelles techniques de communication n'est pas entièrement soumis au bon vouloir des hommes ou à l'activité militante des courants idéologiques qui s'affrontent désormais à travers les techniques. Il dépend aussi des évolutions fondamentales à long terme des civilisations. Le monde est confronté aujourd'hui à de grandes mutations sur le plan démographique (dénatalité au Nord, surpopulation au Sud), sur celui de l'habitat (développement des villes, disparition des campagnes) et sur celui du mode de vie (recul des sociétés communautaires, montée de l'individualisme).

L'individualisme est le mode de vie dominant, du moins en Occident et dans ses zones d'influence. L'individu, ses droits, son épanouissement, son bonheur sont au centre de toute vie sociale. Lorsque l'individualisme est vécu subjectivement comme un repli sur soi, le besoin de communication se fait sentir avec une force renouvelée. Les réseaux de communication permettent de relier

ceux qui se vivent comme "séparés" – déjà le téléphone, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avait constitué une réponse à l'éloignement social dans les banlieues.

### ISOLÉ DANS UN MONDE DE VIOLENCE

Mais ces réseaux ne vont-ils pas, à terme, contribuer à renforcer l'individualisme ? La fiction racontée dans le film américain *Dénise au téléphone* ne risque-t-elle pas de devenir réalité ? Le film décrit une société où chacun communique en permanence avec les autres, mais où la rencontre physique apparaît subjectivement impossible. Encore Asimov...

Dans cette société individualiste, fortement communicante, mais faiblement "rencontrante", toute violence semble exclue des

## Courses dans son FAUTEUIL

Grâce aux serveurs accessibles sur les réseaux informatiques – ici le catalogue de la Redoute –, on peut désormais faire ses courses sans quitter son domicile. Mais, si chacun reste chez soi devant son écran, sera-t-il encore nécessaire de s'habiller ?

### Votre sélection

Cliquez sur l'un des articles sélectionnés



rapports sociaux, et la vie enfin pacifiée. Le prix payé est toutefois l'isolement programmé des individus et le sentiment diffus que la vie elle-même est devenue virtuelle. L'exclusion d'une partie importante de la po-

## Des "Tchernobyl informatiques" aux effets incalculables

pulation, à cause du chômage et des mauvaises conditions de vie et de logement, risque en outre d'accroître la violence sociale, dont les privilégiés des réseaux devront se protéger en s'isolant davantage.

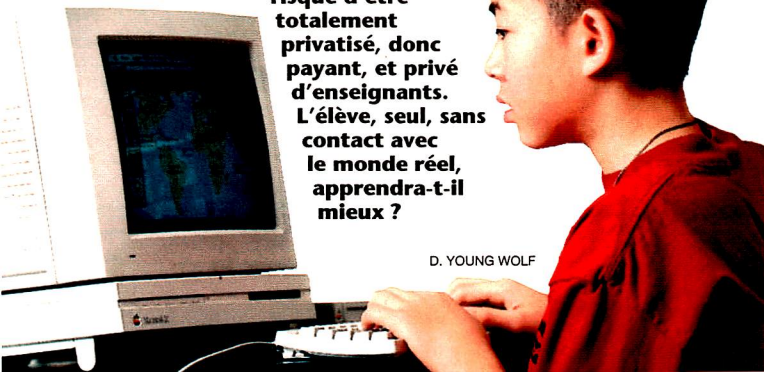
L'avenir nous place devant un choix : devons-nous accepter que les nouvelles techniques de communication séparent encore plus les individus et accroissent les inégalités sociales, ou est-il encore temps de les utiliser pour ce qu'elles sont, des outils dont la finalité reste une meilleure communication entre les hommes ? Ce dilemme, qui engage les générations futures, peut être tranché dès à présent. Il implique une réflexion approfondie sur les véritables enjeux des nouvelles techniques de communication.

## L'école de la SOLITUDE

**L'informatique va-t-elle remplacer les systèmes d'éducation traditionnels ? L'accès au savoir**

**risque d'être totalement privatisé, donc payant, et privé d'enseignants. L'élève, seul, sans contact avec le monde réel, apprendra-t-il mieux ?**

D. YOUNG WOLF





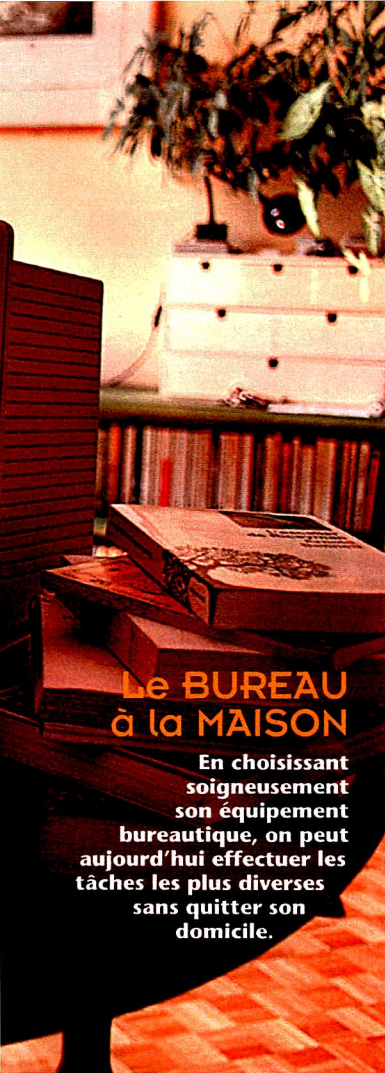


# TÉLÉTRAVAIL : UNE REVOLUTION EN MARCHÉ

■ Compétitif et rentable pour l'entreprise, bénéfique pour la vie personnelle du salarié, le télétravail commence à faire des adeptes en France. Un bouleversement social et culturel se prépare.

PAR JACQUES PETIT





## Le BUREAU à la MAISON

En choisissant soigneusement son équipement bureautique, on peut aujourd'hui effectuer les tâches les plus diverses sans quitter son domicile.

C. GAILLARD

L'évolution des moyens de transport et de communication à grande distance a sensiblement modifié les relations entre l'entreprise et ses partenaires extérieurs, surtout les plus lointains. L'informatique et la robotique ont eu un effet généralement bénéfique sur les conditions de travail dans l'entreprise.

En revanche, la vie personnelle des travailleurs ne s'est pas améliorée. Elle s'est même généralement dégradée pour ceux qui vivent dans les grandes agglomérations : la réduction du temps de travail, hebdomadaire ou annuel – de l'ordre de 10 % à chaque génération –, rendue possible par les gains de productivité, a été largement absorbée par l'allongement de la durée du trajet entre le

domicile et le lieu de travail.

Il faut moins d'une semaine pour rallier n'importe quelle grande ville du globe. Connaître instantanément le résultat d'un point de vente ou la production d'un établissement industriel, où qu'ils se trouvent, n'a plus rien d'exceptionnel. Grâce au fax, un schéma élaboré dans un bureau parisien peut être immédiatement exploité sur un chantier de Melbourne ou de Djakarta.

Pourtant, dans toutes les grandes villes du monde, ce sont des millions de banlieusards qui continuent de quitter leur domicile tôt le matin et de rentrer chez eux tard le soir, après des heures harassantes de transports en commun. Un remède à ce mal commence à se populariser : le télétravail.

Il se définit comme une modalité d'exécution du travail à distance, à temps plein ou à temps partiel, utilisant la communication électronique, informatique et télématique. Il revêt plusieurs formes et s'exerce dans divers lieux :

- à domicile ;
- en rythme télépendulaire : le salarié partage son temps de travail entre son domicile et l'entreprise ;
- en nomade : le salarié, sans cesse en déplacement, exerce dans les lieux où il se trouve ;
- en "groupware" : les salariés d'entreprises différentes ou de filiales du même groupe travaillent simultanément sur le même projet, alors qu'ils sont géographiquement éloignés ;
- en télécentre : le salarié travaille à proximité de son domicile, dans un local professionnel, avec des salariés de son entreprise ou d'autres entreprises ;
- en indépendant, pour des entreprises clientes.

Les nouvelles techniques de communication, la compétition sur les marchés et les nouvelles données socio-économiques font du télétravail un élément de compétitivité et de performance. Son intérêt réside également dans l'améliora-

tion de l'environnement et de la qualité de vie des salariés. De plus, les collectivités locales sont très attentives aux emplois potentiels de ce nouvel outil.

Certaines catégories socioprofessionnelles sont plus particulièrement séduites par le télétravail : d'abord, les chefs d'entreprise, les professeurs et toutes les professions liées à la science, à l'information, aux arts et aux spectacles. Puis les cadres administratifs et commerciaux, les ingénieurs et les cadres techniques. Enfin, les travailleurs indépendants.

## CHANGER LES STRUCTURES ET LES MENTALITÉS

Quels avantages l'individu, l'entreprise et la société en général peuvent-ils en retirer ? A l'individu, il procure une meilleure qualité de vie, une efficacité accrue, moins de trajet et une plus grande souplesse dans l'organisation de son travail. A l'entreprise, il apporte une plus grande flexibilité, une amélioration de la productivité, une réduction des frais généraux et des coûts de main-d'œuvre. La société, enfin, y gagne, grâce à la diminution de la pollution et des embouteillages dans les villes, à la réduction des frais de Sécurité sociale et à de plus grandes possibilités d'emploi dans les zones défavorisées.

Au chapitre des inconvénients, l'individu perd parfois le statut, la protection et les avantages du salarié ; il s'isole socialement et professionnellement ; ses charges à domicile augmentent. L'entreprise, quant à elle, subit l'éloignement du contrôle, de la communication et de la logistique ; elle se trouve confrontée à de nouveaux problèmes de sécurité et de confidentialité des informations et des systèmes ; elle doit supporter les coûts de la mise en place du processus de télétravail. Cependant, les gains de productivité feraient plus que compenser les coûts induits.

Réalité économique, le télétravail n'a pas de spécificité juridique. ■ ■ ■



■ ■ ■ Deux statuts peuvent se rencontrer : le statut d'indépendant et celui de salarié, le salariat demeurant la qualification la plus fréquente. Travail à domicile, travail à temps partiel et pratique d'honoraires individualisés sont déjà régis par le code du travail. Devant ses perspectives de développement, il n'est pas exclu que les pouvoirs publics s'interrogent prochainement sur un statut spécifique du télétravail, ainsi que sur l'opportunité de mesures d'incitation.

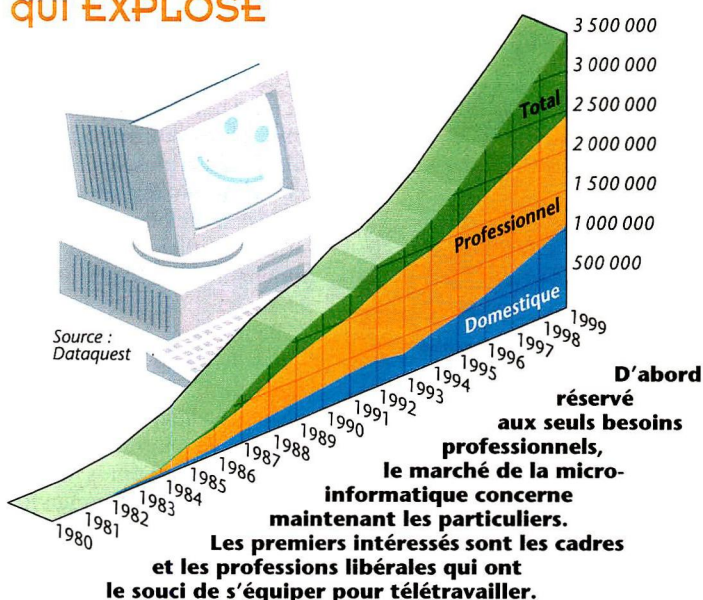
## DES INSTALLATIONS PERSONNALISÉES

Une fois déterminés les besoins en informatique et en communication de chaque travailleur à distance (ligne de téléphone distincte, ordinateur personnel, répondeur téléphonique, fax, modem...), il faut trouver les réponses adéquates dans la gamme des systèmes et des services proposés. En raison de la variété des options disponibles, il est difficile d'établir un coût moyen d'installation. En Grande-Bretagne, une administration locale a équipé chacun de ses télétravailleurs pour moins de 1 000 livres (8 000 F) ; elle avait reconditionné des terminaux d'occasion.

L'Europe ne compte aujourd'hui que 8 millions de télétravailleurs, pour 20 millions aux Etats-Unis !

Mais les perspectives de développement sont vastes. En

## Un marché qui EXPLOSE



Grande-Bretagne, 3 millions de personnes travaillent d'ores et déjà à domicile, pour une population active de 27 millions. Aux Etats-Unis, Compaq, en partie grâce à cette nouvelle organisation, a réduit ses dépenses d'un montant

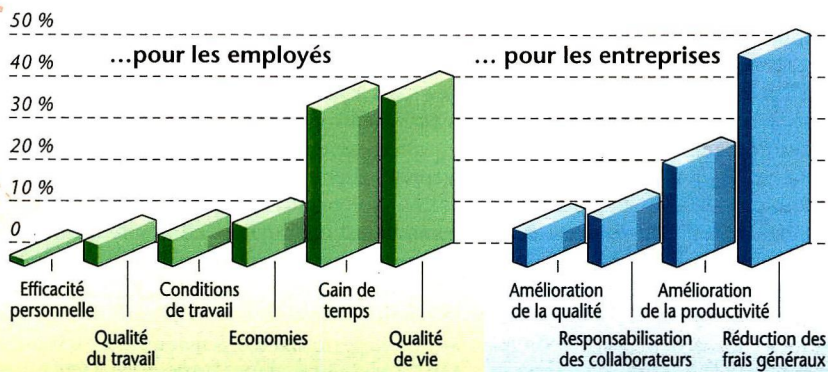
équivalant à 22 % de son chiffre d'affaires. En outre, les "commerciaux" sont en mesure d'accroître le temps qu'ils consacrent à la clientèle. De 15 à 20 %, affirme-t-on chez AT & T, où le télétravail permet à l'entreprise d'économiser

## Dix BONNES RAISONS de choisir le télétravail

**Les premières enquêtes le démontrent, le télétravail jouit d'une grande popularité. Ses atouts majeurs ? Pour les employés, une meilleure qualité de vie et un gain de temps appréciable ; pour les entreprises, une réduction des frais généraux et une amélioration de la productivité (réponses spontanées les plus fréquentes).**



Enquête réalisée auprès de 1 640 ingénieurs d'Ile-de-France. CATRAL-CNIS.



ILLUSTRATIONS JSI



400 millions de francs par an en frais de fonctionnement.

En cinquième position en Europe, derrière l'Allemagne, le Royaume-Uni, les Pays-Bas et l'Italie, la France est à son tour gagnée par le phénomène. Chez IBM-France, qui souhaite réduire de 25 % sa surface de bureaux, pour réaliser une économie annuelle de 180 millions de francs, 2 500 personnes travaillent déjà à distance. Le CATRAL (Agence régionale pour l'aménagement du temps) évalue à 400 000 personnes le gisement d'emplois "travaillés à distance" en Ile-de-France. Dans cette région, 1,5 des 5,6 millions d'actifs travaillent à proximité de leur domicile. Les autres (environ 4 millions) doivent se déplacer : la perte de temps causée quotidiennement par les embouteillages équivaut à 7,5 millions d'heures de travail, c'est-à-dire au total des heures travaillées dans l'agglomération lyonnaise. Selon France Télécom, dans moins de vingt ans le télétravail représentera un chiffre d'affaires de 30 milliards de francs. IFC Research & Telemanagement estime qu'il devrait connaître une croissance de 27 % par an dans les années à venir.

### LES PME AUSSI SE LAISSENT SÉDUIRE

Menant depuis plusieurs années une politique contractuelle active en matière d'aménagement du temps de travail, le groupe d'assurances AXA a mis en place dans ses filiales une formule de travail en "lieux partagés". Le volume de travail à effectuer étant déterminé d'un commun accord entre salariés et responsables hiérarchiques, il est apparu qu'on traitait à domicile 20 % de dossiers de plus qu'au bureau.

Pour les ouvrages d'art qu'il construit aux quatre coins du monde, Bouygues déplace des équipes d'encadrement réduites, aidées par quelques centaines de travailleurs locaux rapidement formés. Le per-

sonnel de chantier adresse au siège par satellite les paramètres de la production du jour, qui sont traités et renvoyés par le même canal.

Les PME-PMI se laissent également séduire. Téléburo, une société du Lot-et-Garonne spécialisée dans le secrétariat, la recherche d'archives et la traduction, fournit à ses clients un logiciel approprié à l'échange de documents entre utilisateurs interconnectés. Ceux-ci peuvent ainsi faire appel à des compétences extérieures à moindre coût, ce qui leur permet de diminuer les frais fixes sans supprimer de postes de travail. Téléburo estime à trois ans le délai de rentabilisation de ses investissements.

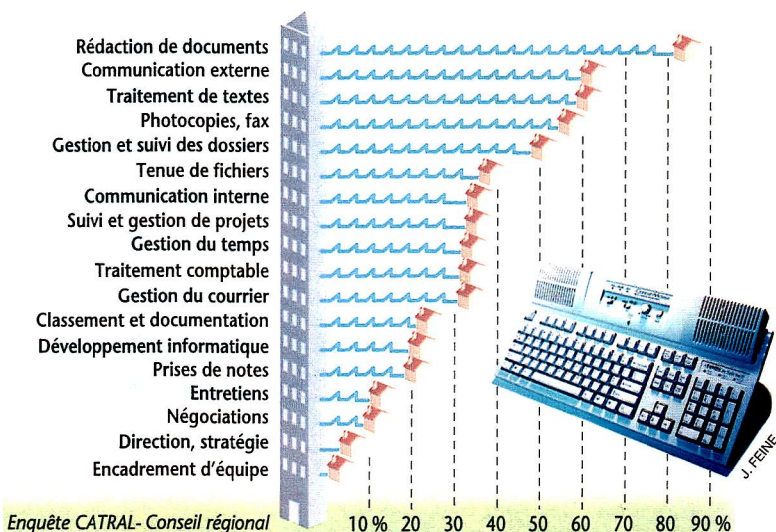
Technimage, société spécialisée dans les applications multimédia, s'est délocalisée en 1992 de Paris vers Nîmes. Ses deux concepteurs-développeurs ne pouvaient s'établir dans le Gard. Former un salarié aux logiciels de conception aurait été long et coûteux. Grâce au

télétravail, Technimage a pu continuer à bénéficier des compétences de ces deux salariés tout en préservant leur indépendance. Il ne lui en a coûté que le prix de deux postes de travail, 60 000 F au total.

## 8 millions de télétravailleurs en Europe, 20 aux Etats-Unis

Le télétravail devrait connaître une explosion dans les cinq prochaines années. Un grand nombre d'entreprises misent sur lui pour maintenir ou créer des emplois et pour séduire une nouvelle clientèle. Les collectivités locales en attendent la régénération du tissu économique, surtout dans les régions défavorisées. Une révolution sociale et culturelle se prépare. ■

## TÂCHES quotidiennes FACILITÉES



**Le télétravail va permettre d'optimiser des tâches quotidiennes comme la rédaction de documents et les opérations de communication externe. Les résultats de l'enquête indiquent à quelles activités on consacre le télétravail aujourd'hui en France. Avec le temps, de nouvelles pratiques pourraient émerger.**



## C'EST DÉJÀ DEMAIN!



ÉCONOMIE

L'AVENIR  
EST-IL COUSU D'OR ?

En 1995, 85 %  
de l'or extrait  
des mines a servi  
à fabriquer  
des bijoux.

RAINER BINDER

**L**es 24 et 25 juin derniers s'est tenue à Venise la Conférence mondiale de l'or. Les experts considèrent que, depuis l'aube de l'humanité, 110 000 tonnes d'or ont été extraites du sol de notre planète. En 1995, la demande mondiale a atteint des sommets : 85 % de l'or vierge (nouvellement extrait des mines) a servi à fabriquer des bijoux. Dans un contexte de mondialisation des échanges, les pays en voie de développement ont décidé de miser sur l'exploitation des mines aurifères : 70 nations, dont 31 en Afrique (Tanzanie,

Zimbabwe, Ethiopie, Ghana...), ont modifié leur législation afin de rendre leurs mines attractives pour d'éventuels partenaires étrangers.

À Venise, les spécialistes se sont interrogés : l'augmentation de la demande – en admettant qu'elle dure – sera-t-elle bénéfique à ces pays ? Financièrement, certainement. Mais quel sera le coût social et écologique d'une exploitation intensive des mines d'or ?

En France, comment se porte le marché de l'or ? Il ne va pas fort. Jean-Bernard Guyon, de la banque

Bruxelles Lambert France, déclare sans ambages : « Dans notre pays, l'or matériel est mort ». Depuis une dizaine d'années, en effet, le

métal jaune est taxé à la vente (8,5 % actuellement), et des placements en Sicav (par exemple) sont nettement plus rentables. Les

## La voix de l'alcool

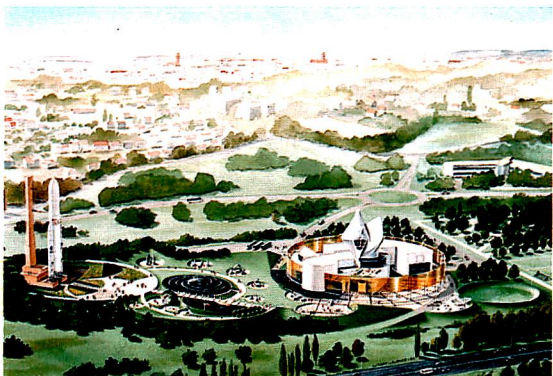
● **Demain, on ne dira plus « Soufflez dans le ballon » mais « Parlez dans le micro », si l'on en croit Kathleen Cummings, du Georgia Institute of Technology, à Atlanta. Le chercheur a mis au point un logiciel de reconnaissance vocale qui identifie les modulations de la voix dues à l'absorption de boisson. Pour l'instant, concède-t-elle, l'alcootest sonore n'est pas tout à fait au point : un rhume peut aussi affecter les sons émis par la gorge. Or, l'ordinateur ne différencie pas une rhinite d'un château-lafite !**



maisons spécialisées dans les transactions "dorées" ne reçoivent que des ordres de vente de la part des particuliers. Qui achète ? Les industriels, bijoutiers en tête (à plus de 80 %), suivis par les dentistes, les électroniciens, etc.

Faut-il néanmoins garder son or ? « Tout dépend de la façon dont on envisage l'avenir, explique Jean-Bernard Guyon. Si l'on est optimiste, c'est inutile, car ce n'est pas rentable. Mais si l'on redoute une guerre ou une crise grave, l'or matériel a des atouts. Contrairement à un billet de banque, c'est un moyen de paiement ultime. C'est aussi une valeur refuge : depuis 100 ans, son pouvoir d'achat est à peu près constant. » De plus, ce métal précieux est inaltérable, quasiment indestructible ; seul l'eau régale, un mélange d'acides nitrique et chlorhydrique, peut le dissoudre.

## TOURISME SCIENTIFIQUE TOULOUSE DANS LES ÉTOILES



FRANCIS BACON

**L**e tourisme spatial n'est pas pour bientôt. En attendant de faire des bonds prodigieux sur la Lune et d'admirer un clair de Terre, il est possible d'aller visiter la Noordwijk Space Expo, aux Pays-Bas, ou l'Euro Space Center de Redu, en Belgique. Mais, pour réellement décrypter les mystères de l'aventure spatiale, on visitera, dès le mois de juin 1997, la Cité

de l'espace de Toulouse.

Pionnière mondiale dans le domaine de l'interactivité, cette "cité" utilisera les techniques muséologiques les plus modernes (simulations et images virtuelles), afin de proposer un voyage

dans l'espace sans quitter le sol terrestre.

Conçue avec la collaboration d'un comité scientifique, présidée par André Lebeau (ancien président du CNES), la Cité de l'espace permettra notamment de découvrir la reconstitution du pas de tir de Kourou (Guyane) et celle d'une station orbitale, un stellarium (carte des étoiles) à fibre optique, un centre d'observation de la Terre et une station météorologique. Point d'orgue de la visite, une reproduction grandeur nature de la fusée Ariane 5, qui veillera sur les visiteurs du haut de ses 55 mètres.

F. L.

## ÉNERGIE

### Du vent, du soleil et des vagues

**L**e jour viendra-t-il où soleil, vents et marées suffiront aux besoins énergétiques du monde ? Pour le savoir, le Worldwatch Institute (Washington) a tenté de quantifier les ressources de la planète en énergies renouvelables non polluantes.

Au Mexique, le vent qui balaie la bien-nommée région de La Ventosa (près de Mexico) est assez fort pour pourvoir au tiers de la consommation en électricité du pays. En Jordanie, 26 % des ménages disposent de chauffe-eau solaires. Au Kenya, 20 000 maisons tirent déjà leur électricité de cellules solaires. Comme en Polynésie française, où le gouvernement a mis en



H. PETER/ERNOULT FEATURES

**En 1993, les habitants de San Francisco ont bénéficié de 3 milliards de kilowattheures produits dans les "fermes à vent" de Californie.**

place un vaste programme d'équipement à l'usage des particuliers.

Et dans l'Hexagone ? On recense quelques éoliennes, de rares installations solaires, l'usine marémotrice de la Rance... Rien de nouveau sous le Soleil !

## COMMUNICATION

### UN BIJOU BRANCHÉ

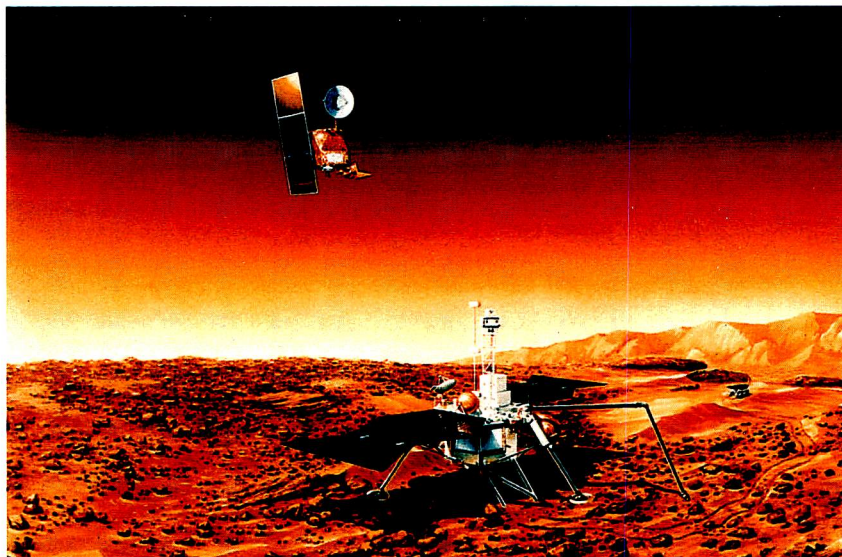
● Voici le dernier "bijou" de Nippon Telegraph and Telephone (NTT) : un téléphone-bracelet à porter au poignet. Nul besoin d'une tête d'épingle pour composer le numéro, un logiciel de reconnaissance vocale est incorporé à l'appareil. A 463 dollars (2400 F environ) les 70 grammes, ça fait cher le kilo de technologie... Surtout si l'on n'est pas capable de lire les indications inscrites en japonais sur le mini-écran !





ESPACE

# LES MARTIENS SAVENT-ILS NAGER ?



**Y**a-t-il de l'eau sur Mars ? C'est ce que seront chargées de découvrir les deux sondes de la NASA qui vont débarquer sur Mars en 1999, lors de la deuxième expédition du *New Millenium Program*. Les sondes effectueront le voyage jusqu'à la planète rouge à bord d'un "orbiteur" (sonde qui reste en orbite) dont elles se sépareront juste avant de pénétrer dans l'atmosphère martienne. Elles se poseront alors en deux endroits distincts et commenceront leur travail de... sourcier.

Certaines traces trouvées sur le sol semblent indiquer qu'il y a eu de grandes quantités d'eau sur Mars. Elle a apparemment disparu, mais on suppose qu'une partie de cette eau est toujours emprisonnée dans le sous-sol, sous forme de permafrost (sol perpétuellement gelé).

A défaut de renouveler les nappes phréatiques ter-

restres, on pourrait peut-être rapporter de l'eau martienne pour abreuver les Terriens...

## MANAGEMENT

### Ecoutez donc Mrs Follett

**A**près les Japonais et les Américains, les Français redécouvrent la très respectable Américaine Mary Parker Follett, grande spécialiste des sciences sociales des années 20. Or, comme M. Jourdain, qui faisait de la prose sans le savoir, beaucoup de chefs d'entreprise ignorent qu'ils appliquent depuis longtemps les principes de Mary P. Follett. Citons-en deux : les cercles de qualité, prônés par Follett dès la fin des années 10, et l'analyse systémique (approche globale des problèmes), qu'elle aborde largement dans son livre *Creative Experience*

Les sondes américaines révéleront-elles la présence d'eau sur Mars ?

(1924). Et Hugues de Jovenel, directeur de la revue *Futuribles*, de s'interroger : « Cela veut-il dire que rien ne change et que tout se répète ? »



JOAN C. TONIN & THE URWICK MANAGEMENT CENTRE

## Japonais poids lourd

● Ce n'est pas seulement dans l'économie mondiale que les Japonais prennent du poids, ils grossissent et n'en sont pas fiers.

Aux Etats-Unis, un tiers de la population est obèse ! A cause de la sédentarité et des habitudes alimentaires.

Or, les industriels américains de l'agroalimentaire exportent leurs denrées, notamment au Japon. Résultat, quelques hamburgers plus tard : en 1995, les Japonais ont mangé plus de viande que de riz, pour



la première fois de leur histoire. Et l'obésité des jeunes préoccupe les médecins. Tout comme leur cholestérol, dont le taux est 75 % plus élevé que celui des adolescents américains ! Doit-on craindre que le phénomène gagne l'Europe, où l'on prend parfois modèle sur les Américains ?

● Avec la participation de Sonia Feertchak. A collaboré à cette rubrique : Fabrice Laurent.



NOUVELLE  
FORMULE

# SCIENCE & VIE JUNIOR

Parce que la curiosité  
est un très beau défaut

**SCIENCE & VIE JUNIOR** est le magazine de ceux qui veulent refaire le monde. Et pour encore mieux satisfaire leurs attentes, **SCIENCE & VIE JUNIOR** évolue. Trois grandes parties rythment le magazine. "Découvertes" est consacrée à l'actualité scientifique avec les problèmes liés à l'environnement et les grands choix technologiques. "Planète" offre aux lecteurs une balade dans l'époque avec des reportages sur des grands sujets de société. "Explorations" décortique des idées et des objets qui font bouger le monde. Dans chaque numéro des dossiers d'histoire et de science, la mise à plat d'un sport... Mise en perspective, humour, rigueur, **SCIENCE & VIE JUNIOR** prouve que la curiosité est vraiment un très beau défaut.



COUREZ VITE L'ACHETER...



Du métal dans le nez,  
un tatouage sur le VENTRE,  
*décidément...*



... LA FISCHER ne passe  
pas *inaperçue.*

*hopla!*  
**FISCHER**