

# SCIENCE & VIE

**FREUD  
avait raison  
DES EXPÉRIENCES  
LE PROUVENT**

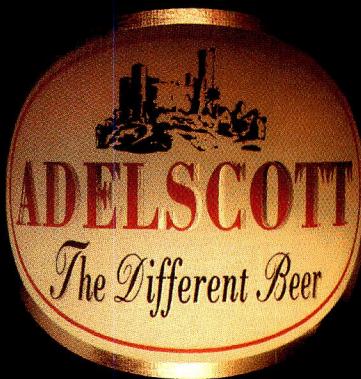
■ **MITTERRAND soigné  
par un médicament  
interdit !**

■ **SALON DU  
BOURGET  
Vivre  
dans  
l'espace**

T 2578 - 933 - 23,00 F



**PESTICIDES ET CANCER**  
La carte de France  
des risques



■ australie ■

Adelscott. La bière différente.

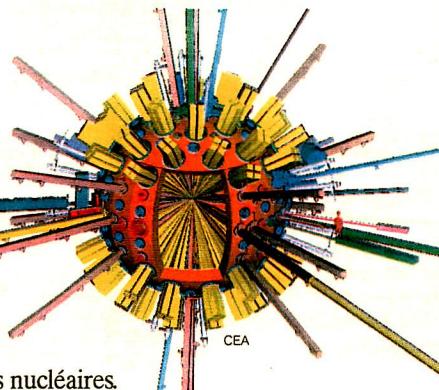
L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ, CONSOMMEZ AVEC MODÉRATION.

# L'ÉVÉNEMENT

**E**n décidant de se doter d'un laser de 1,8 mégajoule (un investissement de 6 milliards de francs), la France a choisi la voie de la simulation des explosions nucléaires.

Elle a donc opté, à plus ou moins long terme, pour l'abandon des expériences réelles sur son champ de tir du Pacifique. Le laser Mégajoule sera implanté sur le site du Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine (CESTA), près de Bordeaux. Le CESTA est l'un des établissements de la Direction des applications militaires (DAM) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA). L'installation sera opérationnelle en 2002, mais n'atteindra sa pleine puissance qu'en 2005.

Dans une chambre sphérique de 10 mètres de diamètre, un ensemble de miroirs concentrera les rayons de 240 lasers sur une "cible" de quelques millimètres de diamètre, contenant un mélange de deutérium et de tritium (isotopes de l'hydrogène, qui composent l'"explosif" des bombes H thermonucléaires). La cible, ainsi comprimée, sera portée à une température de 100 millions de degrés, comme le cœur d'une bombe réelle placé au centre d'une bombe à fission (bombe A). Cette dernière demeure à ce jour le seul moyen d'atteindre les niveaux de pression et de température nécessaires pour provoquer la réaction thermonucléaire sur les engins militaires. La micro-explosion thermonu-



Le futur laser français Mégajoule : la formidable puissance de 240 faisceaux convergeant sur une cible minuscule.

cléaire obtenue au CESTA, avec des températures qui pourront atteindre 400 millions de degrés, permettra donc de reproduire ce type de réaction. La géométrie des cœurs miniatures variera en fonction de celle des engins étudiés, sans que l'on ait à recourir à des explosions en vraie grandeur.

Du moins, en théorie. Dans la pratique, cela suppose de faire appel à des codes de calcul qui ne peuvent être validés qu'en comparant les simulations avec des explosions réelles. Ce qui pose la question de savoir si, pour qualifier son installation du CESTA, la France n'a pas encore besoin de procéder à des explosions.

Les experts désignés par les pouvoirs publics semblent le penser : de cinq à dix tirs seraient encore nécessaires pour obtenir les

données permettant de mettre au point les moyens de simulation, plus une dizaine de tirs supplémentaires pour valider celle-ci.

## NUCLÉAIRE Essais : la fin ou... la reprise ?

Après le moratoire sur les essais nucléaires décidé par le président Mitterrand en 1992, son successeur osera-t-il reprendre les essais dans le Pacifique, à l'instar de la Chine qui, dédaignant la reconduction du Traité de non-prolifération nucléaire, continue la mise au point de son arsenal thermonucléaire ? **S & V**

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 Beaurelet.  
Directeur général-adjoint : François Fahys.  
Directeur financier : Jacques Behar.  
Directeur marketing et commercial : Marie-Hélène Arbus. Directeurs marketing et commercial-adjoints : Jean-Charles Guérault, Patrick-Alexandre Saradeli. Directeur des études : Roger Goldberger. Directeur de la fabrication : Pascal Rémy.

#### RÉDACTION

Rédacteur en chef : Jean-René Germain, assisté de Marie-Anne Guffroy (documentaire) et Elisabeth Latsague (secrétariat). Rédacteur en chef-adjoint : Gérard Morice, assisté de Monique Vogt. Rédacteurs en chef-adjoints : Didier Dubrana, Jean-François Robredo. Secrétaires de rédaction : Françoise Sergent, Nadine Raguet, Agnès Marillier. Rédacteurs : Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Roger Bellone, Henri-Pierre Penel, Isabelle Bourdial, Thierry Pilorge, Alexandre Dorozynski, Philippe Chambon. 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

Serge Brosselin, Sonia Feerthak, Jean-Luc Glock, Frédéric Guérin, Hélène Guillermot, Philippe Hénaréjos, Christiane Holzman, Roman Ikonoff, Eric Kalis, Gérard Messadié, Laurence Panelay, Catherine Tastemain.

#### RELATIONS EXTRÉMIÈRES

Michèle Hilling, Guylaine Brehin.

#### PUBLICITÉ

Excelsior Publicité Interdép, 23 rue Baudin, BP 311, 92300 Levallois-Perret Cedex, tél. : 1 41 34 82 00. Directeur commercial : Yves Langlois. Directrice de la publicité : Véronique Moulin. Directrice de clientèle : Isabelle Sommet. Chef de marques : Jérôme Garrido.

#### 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 : Emmanuelle Foulon. 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 Saradeli.

#### 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. Au Canada : Periodica Inc. - CP 444, Outremont, Québec, Canada H2V 4R6. En Suisse : Naville, case postale 1211, Genève 1, Suisse. Autres pays : nous consulter.

#### À NOS ABONNES

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*.

Photo : Yves Lutz - droits réservés

**LE GUIDAGE PAR SATELLITE SE DÉMOCRATISE**  
avec le récepteur GPS de poche, la providence des randonneurs.

p. 122

## BAISER SPATIAL

L'arrimage de la navette américaine *Atlantis* à la station orbitale russe *Mir* ouvre l'ère de la coopération spatiale internationale. p. 46



**N° 933  
JUIN  
1995**

Photo de couverture : Max Halberstadt.  
Courtesy W.E. Freud.  
Mary Evans.

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

Recevez *Science & Vie*  
chez vous. Votre  
bulletin d'abonnement  
se trouve p. 139.  
Vous pouvez  
commander les  
reliures de  
*Science & Vie*  
p. 99. Vous pouvez  
aussi vous abonner  
par minitel en tapant  
36 15 ABON.

**36 15  
SCV**

Votre journal  
en direct  
sur minitel.

## REPÈRES

**La pollution de l'air en France.....30**

Thierry Pilorge

**MITTERRAND  
Soigné par un  
médicament interdit.....32**

Pierre Rossion

## FIN DU MONDE

**Quand les soleils meurent.....38**

Philippe Hénaréjos

## RENDEZ-VOUS SPATIAL

**Si tous les gars du monde.....46**

Frédéric Guérin

## CLIMAT

**Les icebergs maîtres du temps...54**

Hélène Guillemot

## DOCUMENTS

**Les manuscrits de la mer**

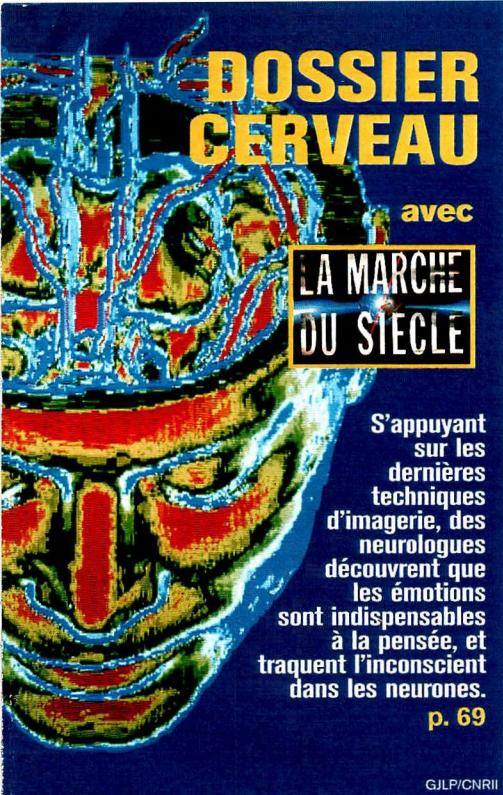
**Morte enfin révélés .....58**

Gerald Messadié

## IMMUNISATION

**Vacciner à l'ADN.....66**

Catherine Tastemain



# DOSSIER CERVEAU

avec

## LA MARCHÉ DU SIÈCLE

S'appuyant sur les dernières techniques d'imagerie, des neurologues découvrent que les émotions sont indispensables à la pensée, et traquent l'inconscient dans les neurones.

p. 69

GJLP/CNRII

## DOSSIER CERVEAU

### La science donne raison à Freud

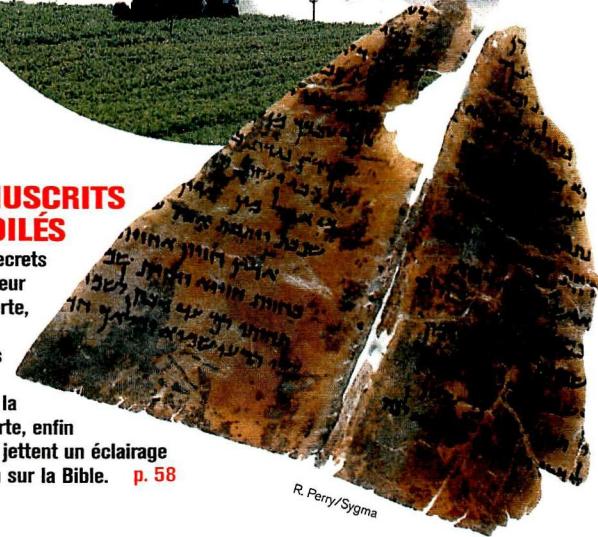
## ALERTE AUX PESTICIDES !

Problèmes respiratoires, allergies, cancers...  
Enquête sur des produits très suspects. p. 84

Nicaud/Jerican

## LES MANUSCRITS DÉVOILÉS

Tenus secrets depuis leur découverte, les célèbres manuscrits de la mer Morte, enfin publiés, jettent un éclairage nouveau sur la Bible. p. 58



R. Perry/Sygma

<b>DOSSIER CERVEAU</b>	69
<b>La science donne raison à Freud</b>	69
Pourquoi le monde nous apparaît cohérent	76
CAHIER PHOTOS	76
Voir dans le cerveau	78

Philippe Chambon  
Christiane Holzhey  
Philippe Chambon et Christiane Holzhey

## ENQUÊTE PESTICIDES

### Cancer : les risques du métier d'agriculteur

Didier Dubrana

### Jardinez-vous à l'arme chimique ?

Isabelle Bourdial

## HYPERGÉANTE

### L'aile volante à l'horizon

Serge Brosselin

## TITANIC

### Le défaut de la cuirasse

Renaud De La Taille

## INTERNET

### De plus en plus incontrôlable

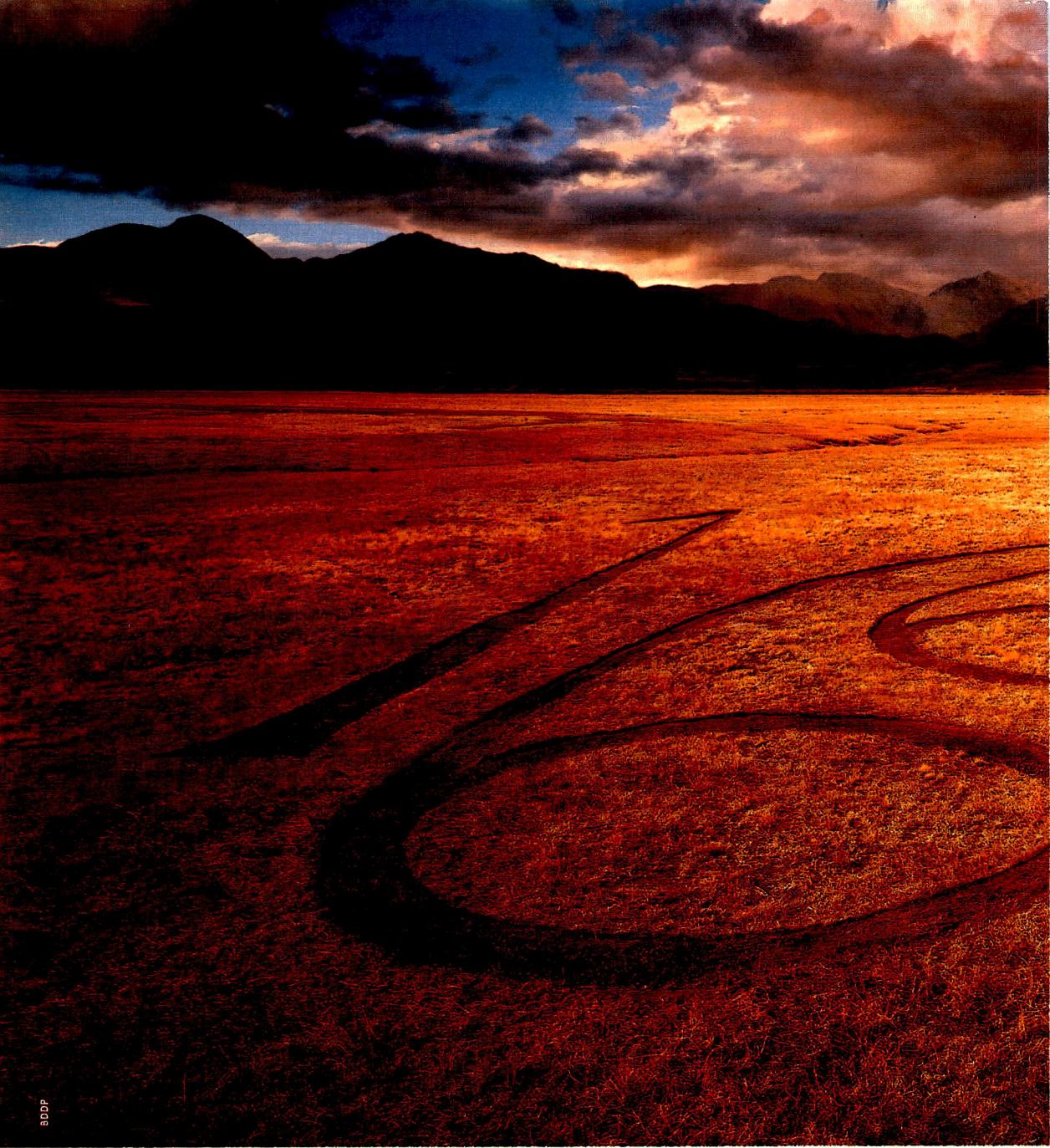
Henri-Pierre Penel

## REPÉRAGES

### Les randonneurs guidés par satellite

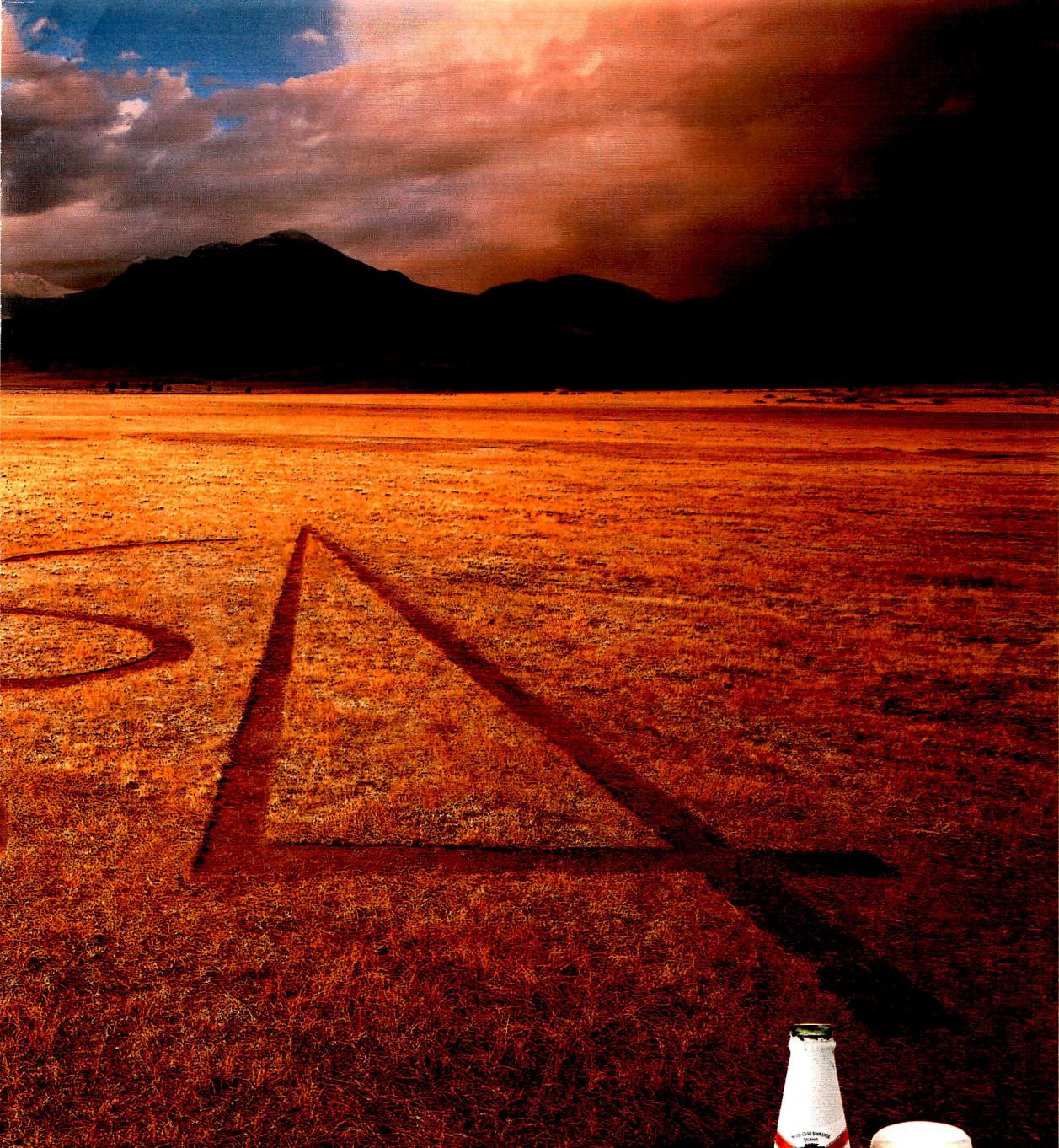
Henri-Pierre Penel

<b>S</b> L'ÉVÉNEMENT	1
<b>R</b> RECHERCHE	6
Rubrique dirigée par Thierry Pilorge	
<b>E</b> ENVIRONNEMENT	20
Rubrique dirigée par Didier Dubrana	
<b>T</b> TECHNOLOGIE	92
Rubrique dirigée par Gérard Morice	
<b>U</b> QUOTIDIEN	126
Rubrique dirigée par Roger Bellone	
<b>M</b> MÉDIATHÈQUE	132
<b>A</b> AGENDA	138
comment ÇA MARCHE	140
Renaud de La Taille	
<b>E</b> ÉLECTRONIQUE amusante	144
Henri-Pierre Penel	
<b>I</b> INFORMATIQUE amusante	146
Henri-Pierre Penel	
<b>B</b> BIOLOGIE amusante	148
Didier Pol	
<b>B</b> journal de L'ASTRONOME	150
Yves Delaye	
<b>E</b> ÉCHECS & maths	154
Alain Ledoux et Louis Thépault	
<b>F</b> FORUM	156
<b>I</b> IL Y A	160
Marielle Véteau	



QUATRE  
PLUS FORTS QUE TOI

BIÈRE SPÉCIALE 6,3% ALC. L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX



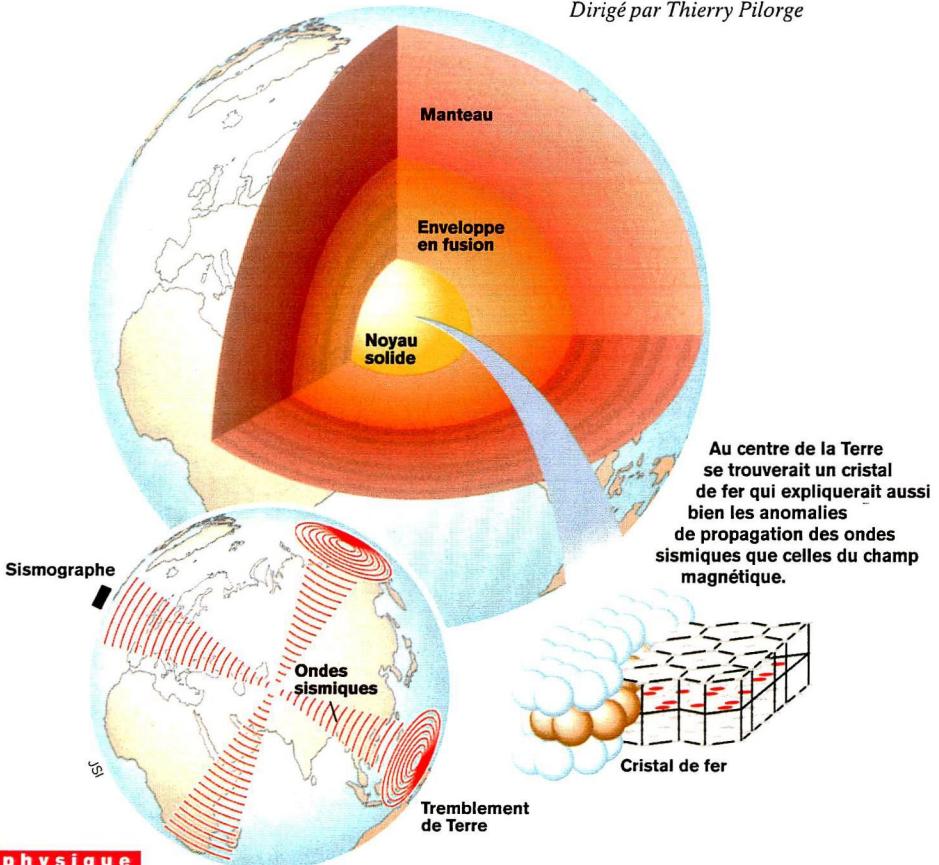
# CHIFFRES US LES MOTS

REUX POUR LA SANTÉ, CONSOMMEZ AVEC MODÉRATION



# RECHERCHE

Dirigé par Thierry Pilorge



## Géophysique

### Un cristal au centre de la Terre

Selon des géophysiciens américains, le noyau terrestre serait constitué d'un unique cristal de fer. Ronald E. Cohen, de la Carnegie Institution à Washington, et Lars Stixrude du Georgia Institute of Technology, en arrivent à cette conclusion après l'étude de la pro-

pagation des ondes sismiques, notamment celles engendrées par un tremblement de terre en Bolivie l'année dernière.

Les ondes qui passent par le centre de la Terre dans la direction nord-sud mettent quatre secondes de moins pour parcourir le diamètre de notre globe que celles se déplaçant d'est en ouest. Or, il n'y a qu'une structure cristalline pour rendre compte d'une telle anisotropie, c'est-à-dire d'une variation des propriétés physiques en fonction de la direction. Et encore, pas n'importe quel cristal : à l'aide de modèles mathématiques de la structure électronique de matériaux, les chercheurs ont déterminé, parmi les structures cristallines possibles du fer (on sait

depuis longtemps que le noyau terrestre est principalement formé de fer), que c'était celle en prismes hexagonaux, dans laquelle chaque atome de fer est entouré de douze autres atomes, qui correspondait aux données sismiques. La formation d'un tel cristal est rendue possible, en dépit de la température, de l'ordre de 4 000 °C, par la pression phénoménale qui règne au centre de la Terre. « Selon mon hypothèse, dit Cohen, c'est comme s'il y avait un diamant au centre de la Terre. »

L'existence d'un tel cristal pourrait expliquer certaines anomalies, telles que la déviation des lignes de champ magnétique à proximité de l'équateur ou l'inversion régulière des pôles magnétiques. A.D.

**36 15  
SCV**

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

## Lève-toi et marche

**F**inis les vis, les écrous, les tiges métalliques pour réparer les fractures délicates. Une "colle", mise au point par l'américain Norian Corp, à Cupertino en Californie, remplacera bientôt cette quincaillerie pesante. Déjà, elle a été testée avec succès dans douze hôpitaux américains, et des dizaines d'essais cliniques ont été réalisés en Suède et au Pays-Bas.

Baptisée Norian SRS (*Skeletal Repair System*, système de réparation des os), cette colle, constituée d'une solution de sodium et de phosphate additionnée de calcium et d'acide phosphorique, se présente sous forme d'une pâte que l'on injecte di-

rectement dans la fracture et qui, progressivement, se solidifie. Au bout de douze heures elle est aussi dure que l'os environnant, ce qui permet, en cas de fracture de la jambe, la marche du patient deux ou trois jours après l'intervention. Autre avantage : lorsque l'os se reconstitue, les cellules nouvellement formées prennent petit à petit la place de la colle.

Les essais cliniques ont montré que le Norian SRS était particulièrement approprié pour les fractures survenant à l'extrémité des os longs, là où l'os spongieux apparaît. L'agrément de la Food and Drug administration, l'équivalent américain de notre ministère de la Santé, ne devrait pas tarder. P.R.

## Du potiron cultivé pour ses pépites

- Les graines du potiron seraient comestibles, n'étant leur enveloppe coriace.

Riches en protéines, en fibres et en acide oléique – l'acide gras qui fait la gloire de l'huile d'olive –, elles ont même une bonne valeur nutritive. Un chercheur de l'université du New Hampshire, à Durham (Etats-Unis) est arrivé à sélectionner une variété – qu'il a appelée snackjack –, à partir de plantes aux graines dépourvues d'enveloppe trouvées en Australie dans les années trente. Ses mini-potirons, d'environ 12 cm de diamètre, produisent chacun de 300 à 400 graines "nues", consommables en l'état, salées, grillées ou gonflées comme du pop-corn. Il espère commercialiser ce nouveau "snack" dès 1996. M.-L.M.

Science photo library

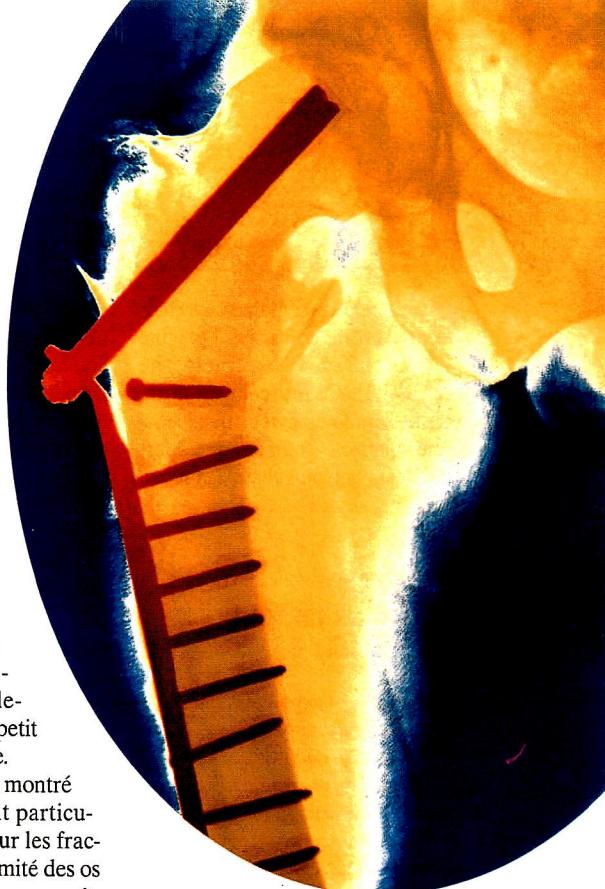
**Fini toute cette quincaillerie. Une colle mise au point par la société Norian la remplace avantageusement puisqu'elle permet, en outre, la régénération de l'os.**



Dr J Burgess/Science photo library

## MACHO COMME UNE DROSOPHILE

- Tout se paye : les scientifiques savaient déjà qu'avoir une progéniture nombreuse n'est pas forcément un gage de longue vie. Mais, chez la mouche des fruits, *Drosophila melanogaster*, ce sont les mâles qui imposent ce "coup de la reproduction" aux femelles. En voulant s'assurer de leur paternité. En effet, le fluide séminal produit par les glandes accessoires des mâles lors de la copulation a pour fonction d'augmenter la fréquence de ponte chez les femelles, de réduire la réceptivité de celles-ci aux avances ultérieures d'autres mâles et d'anéantir le sperme des précédents partenaires de la femelle. Selon les chercheurs, ce même fluide séminal contiendrait des protéines responsable de la mortalité accrue des femelles accouplées. Reste à identifier les molécules en question et à comprendre le mécanisme de leur action.



# RECHERCHE

## Planétologie

### Météo martienne

**I**l y a quelques semaines, les chercheurs ont confirmé l'origine martienne de la météorite ALH84001. Ce morceau de notre voisine serait aussi vieux que le système solaire. A cette époque, Mars était beaucoup plus chaude et humi-

de : on y a ainsi décelé une très haute concentration en carbonates que l'on interprète comme le signe d'eau liquide. On y a aussi repéré des hydrocarbones, molécules organiques qui soit ont été apportées par des comètes, soit sont les précurseurs de l'apparition de la vie...

Cette pépite martienne (on n'en connaît que onze autres) de près de 2 kg se révèle précieuse bien que son interprétation soulève des controverses. Pour faire avancer le puzzle de la vie sur Mars il faudra décidément y aller... J.-F.R.

### Les petites bouteilles ne font pas grandir

● Selon une étude britannique, l'abus de boissons gazeuses serait la cause de retards de croissance, de manque d'appétit et d'irritabilité. Or, en Grande-Bretagne, 70 % des enfants en maternelle et 50 % des élèves de l'école primaire ne boivent jamais d'eau plate. Ce "syndrome des buveurs d'orangeade" serait dû au fait que les boissons gazeuses, en fournissant jusqu'à un tiers des besoins énergétiques sous forme de glucides, priveraient les enfants d'appétit pour des aliments riches en graisses et en protéines.

## C'EST LE PRINTEMPS !

● Le télescope *Hubble* a pointé son œil de lynx sur Mars. Pour y découvrir que là-bas aussi... c'est le printemps. Au delà de cette performance, l'image montre qu'une partie de la couche de glace de l'hémisphère nord s'est sublimée sans passer par l'état liquide.

Nasa



## Astronomie

### Le VLT a eu chaud

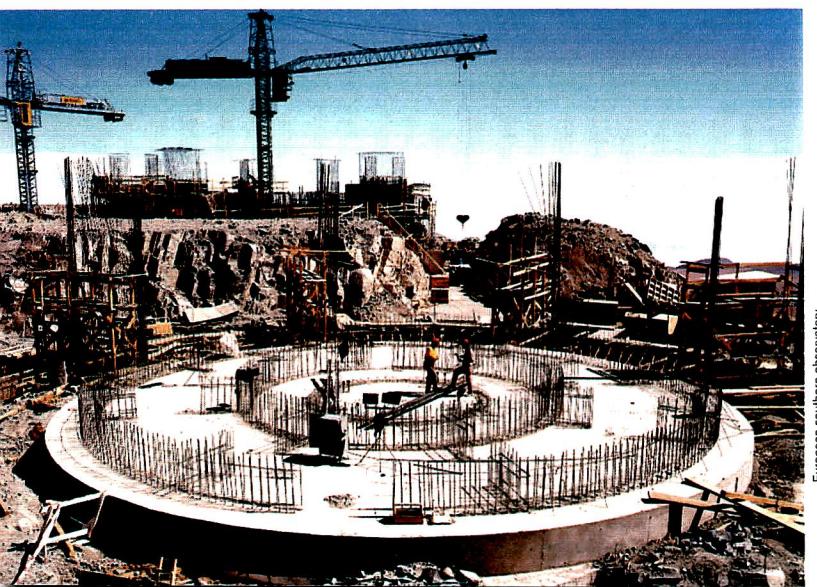
**L**e coup est passé près pour le Very Large Telescope (VLT), actuellement en construction au Chili. Le 30 mars dernier, la police chilienne arrivait au sommet du Cerro Paranal, à 1 085 km de Santiago et faisait cesser les travaux entrepris depuis deux ans. Motif : le

terrain n'a pu être vendu par l'Etat chilien à l'ESO (*European Southern Observatory*) pour y implanter ce qui deviendra en 2001 le plus grand télescope du monde, puisqu'il avait été donné auparavant par ce même Etat à une riche famille.

Sous le coup de cette décision de justice, l'ESO a entamé des négociations tout en envisageant le pire : le déménagement du télescope en Namibie ! Cette option aurait entraîné un retard d'au moins cinq ans.

Au bout d'une vingtaine de jours, un accord entre le gouvernement chilien et l'ESO a finalement établi que la juridiction ayant pris cette décision n'était pas compétente pour traiter ce litige. Les travaux, d'un montant de 500 millions de dollars ont donc pu reprendre. P.H.

D'ici à quelques années les coupoles du VLT pourront s'ouvrir sur le ciel chilien. Et pourtant, un différend juridique a bien failli stopper le projet.



European southern observatory



## Découvrez un Nouveau Déodorant Totalement Révolutionnaire.

La technologie Gillette vous apporte aujourd'hui une toute nouvelle forme de déodorant. Le premier gel déodorant. Pur et transparent, il s'applique tout en douceur, à travers une micro-grille unique en son genre, en ne laissant sur votre peau aucune pellicule résiduelle.

Et parce que c'est un gel, il agit

directement à la surface de la peau, là où naissent les odeurs de transpiration.

Il vous garantit une protection exceptionnelle, pour un maximum de fraîcheur tout au long de la journée.

Le Gel Déodorant Gillette Series, c'est aussi deux notes parfumées vraiment vivifiantes : Cool Wave, tonique, rafraîchissante, et Wild Rain,

revigorante, très fraîche.

C'est l'un des déodorants haute performance de la ligne Gillette® Series.

Aujourd'hui, Gillette réinvente le déodorant pour hommes.



# Gillette

La Perfection au Masculin™

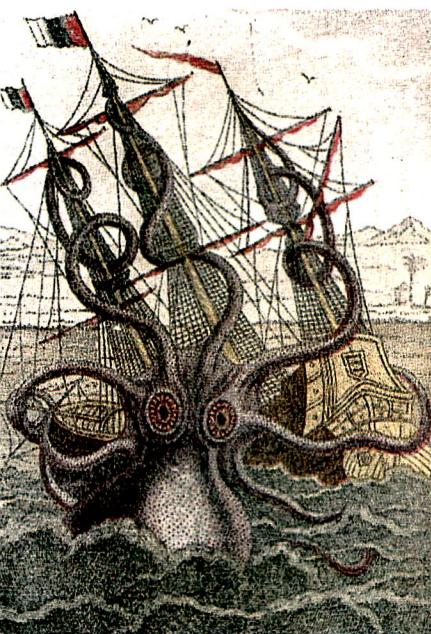
**3615 Gillette**  
0,12 F l'accès et 1,27 F la minute

## Cryptozoologie

# La pieuvre géante livre son secret

**E**n 1896, à Saint Augustine, en Floride, une masse de chair informe de 20 t s'échouait sur la plage, semant la panique parmi les baigneurs. Le Dr DeWitt, un médecin local, affirma que cette matière inerte provenait d'une pieuvre géante, dont il estimait la taille

Moby Evans / Explorer



La fin d'un cauchemar : la pieuvre géante n'a jamais existé. C'était une baleine mal digérée !

## Chute des cheveux

● Des chercheurs de San Diego ont trouvé un moyen de recolorer les cheveux gris : ils introduisent un pigment dans des liposomes, qui sont appliqués au cuir chevelu dans un shampoing. Les liposomes se fixent aux follicules pileux, où ils libèrent le pigment.

à 60 m. Pour plus de sûreté, DeWitt s'adressa au Pr Verrill (université de Yale), alors la plus haute autorité des Etats-Unis en matière d'invertébrés marins. Dans un premier temps, Verrill confirma la thèse de DeWitt, puis il se reprit et avança qu'il s'agissait plutôt d'une baleine. D'autres spécialistes penchèrent, comme DeWitt, pour la thèse de la pieuvre géante. Les choses en étaient là, quand en 1988, un morceau de chair de consistance semblable fut rejeté sur le rivage des Bermudes.

L'analyse biochimique et l'examen au microscope électronique ont montré que les deux échantillons étaient constitués de collagène

ne, une substance sans structure cellulaire, qui forme le tissu conjonctif des êtres vivants. Cependant, le collagène de Floride ressemblait à celui d'une baleine, alors que celui des Bermudes était analogue à celui des poissons. En aucun cas ils ne provenaient d'une pieuvre.

Bref, le "monstre" de Floride était bel et bien issu d'une baleine qui avait coulé au fond de l'eau, tandis que ses tissus étaient consommés par les bactéries et les prédateurs marins. Seul le collagène indigeste avait été préservé, ce qui explique qu'il ait longtemps flotté avant de venir s'échouer sur la plage de Saint Augustine. Dommage pour le mythe. P.R.

## Vie artificielle

# L'évolution en direct

**A**urons-nous bientôt pouvoir visualiser en quelques heures les mécanismes de l'évolution des êtres vivants, qui a pris des milliards d'années ? Karl Sims, chercheur au Thinking Machine Corporation du MIT, aux Etats-Unis, prétend y être parvenu avec son ordinateur. Son programme, "Artificial life", ressemble de prime abord à un jeu de packman figé : quelques blocs blancs, distribués ça et là sur l'écran et parfaitement immobiles. Puis, les blocs s'animent, fusionnent entre eux, créant des "vers" qui se tortillent, se déplacent, à la recherche de quelque proie virtuelle. Petit à petit, des changements apparaissent dans leur comportement : ils sautent des obstacles, s'allient, s'entre-tuent, développent de véritables stratégies pour se protéger des autres et conserver leurs proies. A la fin, seuls les mieux adaptés survivent.

Aucun programme informatique ne décide de la destinée de ces créatures numériques. Sims n'a doté les blocs initiaux que de quelques instructions "génétiques" (une sorte d'équivalent numérique de l'ADN) définissant leur forme, leur mode de déplacement et le type de leurs réponses à l'environnement. A partir de là, les vers augmentent d'eux-mêmes la complexité de leurs instructions, par symbiose ou prédation d'autres vers.

Karl Sims pense que son programme devrait permettre aux biologistes de réaliser des « expériences concluantes sur l'évolution ». Peut-être pourrait-on suggérer à Karl Sims qu'avant d'en arriver là, son propre modèle de vie artificielle aura encore besoin... d'évoluer. Dans son état actuel, il semble encore beaucoup trop linéaire et est incapable de rendre compte de la diversification des espèces vivantes. R.I.

# Le poison qui ouvre l'appétit

« Vous reprendrez bien un peu de botuline ? Avec plaisir, c'est un excellent apéritif ! » Conversation surréaliste ? Pas tant que cela. Cette toxine produite par la bactérie responsable du botulisme, *Clostridium botulinum*, qui se développe dans les boîtes de conserve mal stérilisées, pourrait bien servir à lutter contre l'achalasie. Ce trouble, qui empêche le passage des aliments de l'œsophage dans l'estomac, provoque vomissements, perte de poids, diminution de la capacité de l'œsophage à pomper la nourriture et douleurs dans la poitrine. Les problèmes de régurgitation peuvent même causer des pneumonies lorsque de la nourriture pénètre dans les poumons.

La botuline, elle, est connue pour s'attaquer au système ner-

AB Dowse/SPL

*Clostridium botulinum*, un dangereux poison en passe de devenir un médicament efficace.

## “L'AMOUR ENDORMI” RÉVEILLE LES MÉDECINS

● Le moins que l'on puisse dire, c'est que sur ce tableau du Caravage, même s'il est joufflu, l'amour n'a cependant pas bonne mine. Mais de quoi souffre-t-il ? Pour Carlos Hugo Espinel, un médecin de l'université de Washington, il n'y a aucun doute : bouffissure de la face, sous-développement de la mâchoire, déviation de la main, longueur anormale des doigts, etc., signent une polyarthrite juvénile. Pas du tout, rétorquent deux autres médecins, Silvestre Frenk et Maria Amparo Faure-Fontenla, de l'institut mexicain de pédiatrie : selon eux, tous ces symptômes révèlent en fait un rachitisme sévère. En dépit de ce désaccord, le Caravage apparaît comme un remarquable observateur des misères humaines. En tout cas, une chose est sûre, c'est que l'amour rend aveugle : il fallait bien l'être pour se laisser séduire par ce pauvre avatar d'Eros !

Caravage : Amour dormant / Giraudon



veux et causer des paralysies musculaires entraînant la mort. C'est précisément parce qu'elle agit à l'interface entre nerf et muscle qu'une équipe de médecins du Johns Hopkins Hospital à Baltimore, aux Etats-Unis, a eu l'idée de l'utiliser pour permettre le relâchement du sphincter qui contrôle le passage de la nourriture dans l'estomac. Normalement, ce muscle lisse circulaire fait office de diaphragme : il s'ouvre pour laisser passer la nourriture de l'œsophage dans l'estomac et se referme ensuite, évitant ainsi les remontées intempestives d'aliments pendant la digestion. Chez les patients souffrant d'achalasie, ce sphincter ne se relâche jamais.

L'équipe de Baltimore a traité vingt et un patients en leur injec-

tant de petites quantités de botuline directement dans le sphincter. Dix-neuf d'entre eux ont éprouvé un soulagement immédiat, et le traitement agissait encore chez les deux tiers six mois plus tard. Les effets secondaires, apparus chez quatre patients, sont restés mineurs. Les médecins pensent que l'injection devrait être renouvelée chaque année. Une question reste à élucider : celle de savoir si les patients traités vont développer une certaine tolérance à la toxine, ce qui impliquerait d'augmenter progressivement les doses.

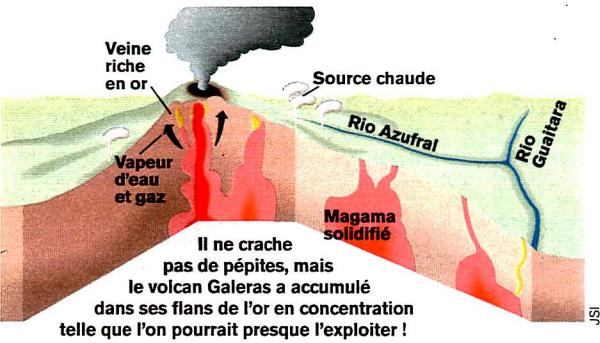
**36 15  
SCV**

Découvrez les jeux interactifs à plusieurs joueurs : Rogue, Killer, Starbusters, etc.

# RECHERCHE

## Volcanologie

# Un trésor est caché dedans



C'est un géologue du laboratoire national de Los Alamos (Etats-Unis), venu étudier les émanations gazeuses et liquides du volcan colombien, qui eut la surprise de découvrir une veine de roches volcaniques semée de parcelles d'or : la teneur en métal précieux y atteint 220 g par tonne, un taux appréciable quand on sait que certaines mines américaines n'en contiennent que 30 g/t !

L'or du volcan provient sans doute de roches profondes qui ont fondues sous l'effet de la montée du magma. Confinées dans la chambre

magmatique, sous le volcan, la matière en fusion laisse échapper un mélange de gaz qui s'infiltra à travers les fissures du sol. Ce gaz contient, entre autres, de l'or dissous, qui se dépose en refroidissant : le volcan se comporte un peu comme une distillerie, séparant et concentrant les différents composants du mélange gazeux qui s'en échappe. On connaît d'autres volcans richement dotés en métaux précieux (une mine d'or du Colorado n'est autre qu'un ancien volcan) mais Galeras détient la palme : on a calculé qu'en 10 000 ans d'activité, il pourrait recracher 200 t d'or... H.G.

## Vitamine E et maladie génétique

● L'AVED est une maladie héréditaire terrible et rarissime : elle se développe dès l'enfance et conduit à la perte de la marche et de l'équilibre. Elle est due essentiellement à un déficit du métabolisme de la vitamine E qui entraîne une dégénérescence de certaines voies nerveuses. Le responsable de la maladie a été identifié par une équipe CNRS-INSERM de Strasbourg, c'est le gène d'une enzyme hépatique normalement chargée du transfert et du recyclage de la vitamine E.

Un diagnostic précoce dans les familles à risque permettrait de prescrire de la vitamine E, dès le plus jeune âge, au porteur du gène déficient. Cela ralentirait la progression des troubles et peut-être les préviendrait.

P.C.

## Ecologie

# Le monde à l'envers

Sur l'île royale, au milieu du lac Supérieur, au Canada, les loups contrôlent la croissance des sapins baumiers. Non, ils ne sont pas devenus végétariens ! Les loups mangent bien des élans, comme tout loup qui se respecte. Mais, en hiver, ce qu'il reste à brouter aux élans, c'est principalement le feuillage des sapins. Le résultat est presque mécanique : lorsque la population de loups diminue, celle des élans prospère et prélève une grande partie des aiguilles des sapins. La croissan-

ce de ceux-ci s'en trouve ralentie. Cette réaction en chaîne (alimentaire) s'est produite notamment au début des années 1980, lorsque les loups furent décimés par une infection virale.

Cette situation est pour le moins inhabituelle : en général, c'est l'abondance des végétaux qui influe sur les effectifs des herbivores,

Au Canada, les loups contrôlent la croissance des sapins...



Jim Zuckermann/Westlight

qui contrôlent à leur tour le nombre de prédateurs. Ici, c'est l'inverse : les loups se retrouvent à la base de la pyramide.



## Prenez l'air... conditionné.

**DAEWOO** vous propose une grande voiture super équipée pour le prix d'une petite.

**Maxi Espace** 5 vraies places, un grand coffre, 3, 4, ou 5 portes, il y a toujours une NEXIA qui correspond à vos besoins. **Maxi Équipement** La NEXIA GL à partir de 54 900 F<sup>(1)</sup> vous offre un maxi équipement de série : direction assistée, radio K7 4 HP, vitres teintées, compte-tours, essuie-glace arrière (3 et 5 portes), anti-démarrage électronique, barres de renfort latérales... **Maxi Été** Dès 69 900 F<sup>(2)</sup>,



**GARANTIE<sup>(4)</sup>** la NEXIA GTX vous change l'été : pour les vacances vous disposez d'un équipement des plus complets.

**3 ANS ASSISTANCE** Jugez-en : air conditionné, airbag<sup>(5)</sup>, vitres électriques, phares antibrouillards, jantes alliage, fermeture centralisée s'ajoutant au maxi équipement de la finition GL. **Maxi Garantie** La garantie DAEWOO, 3 ans<sup>(4)</sup> avec une assistance gratuite 24H/24 dans toute l'Europe (déjà plus de 500 concessionnaires DAEWOO), est assurée par un réseau en pleine expansion. C'est vrai, DAEWOO, ça vous change l'été !

(4) 3 ans ou 100 000 km échéance au premier des deux termes échu

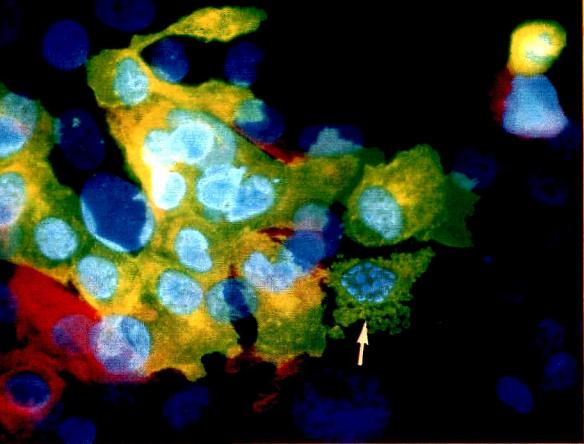
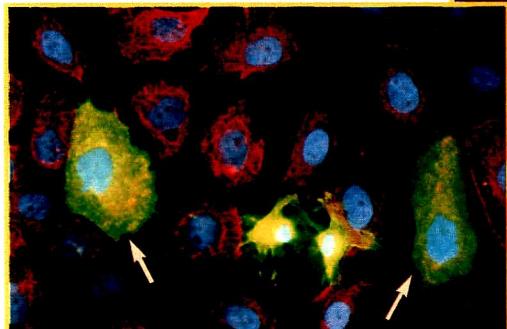


**DAEWOO**  
ÇA VOUS CHANGE LA VIE

36.15 DAEWOO  
2.19 F. la minute

Cancer

## La mort au secours de la vie



Nancy Kedersha/Immunogen/SPL

A gauche, les grandes cellules s'apprêtent à entrer en apoptose, ou mort cellulaire programmée, tandis que, ci-dessus, la cellule fléchée est déjà en apoptose : le noyau se morcelle, le cytoplasme éclate.

L'apoptose, ou mort cellulaire programmée, participe, on le sait depuis longtemps, au développement normal de l'embryon. C'est elle qui, en détruisant les cellules surnuméraires, fait que nous ne nous retrouvons pas avec des pieds ou des mains palmés, par exemple. Depuis quelque temps, on s'est aperçu que ce mécanisme faisait aussi partie du fonctionnement normal des cellules : quand elle est trop usée, la cellule s'autodétruit. Elle possède, à cet effet, dans son programme génétique plusieurs gènes qui contrôle ce processus, en l'initiant ou en l'inhibant.

Cela a conduit récemment les chercheurs à réaliser que l'apoptose devait jouer un rôle essentiel dans le développement des cancers : le problème n'est pas tant que les cellules prolifèrent, mais qu'elles ont perdu leur capacité à s'autodétruire. De surcroît, la perte du mécanisme de mort cellulaire s'accompagne d'une résistance à de nombreux médicaments et même à la radiothérapie.

L'idéal, donc, serait une thérapie génique, c'est-à-dire l'introduction dans les cellules de gènes sains qui rétabliraient le bon fonctionnement de l'apoptose. Mais les chercheurs ne sont guère optimistes

quant aux possibilités d'y parvenir rapidement.

En attendant, il y a peut-être une autre voie possible : les scientifiques pensent que les médicaments qui

sont efficaces contre les cancers agissent en fait non pas en tuant les cellules cancéreuses mais en remettant en service l'apoptose. Si c'est le cas, estime le Pr Andrew Wyllie, de la faculté de médecine de l'université d'Edimbourg, on pourrait alors concevoir des médicaments similaires à ceux actuellement utilisés, mais plus efficace – puisqu'ils seraient alors effectivement conçus en fonction de leur action réelle. Du bon usage du suicide... cellulaire.

## Haute-technologie

## Structures en filigranes

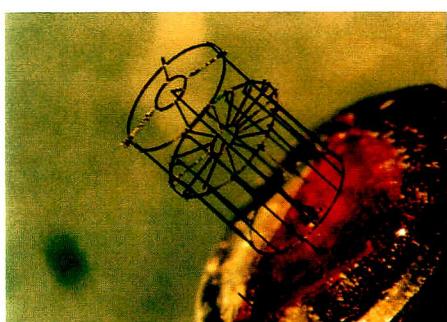
Cette construction en filigrane, dont la taille ne dépasse pas quelques millimètres, a été "écrite" au laser par des chercheurs de l'institut Max-Planck de chimie et biophysique de Göttingen. Un fin rayon laser, traversant un gaz contenant de l'oxygène et de l'aluminium, chauffe un point d'un support non conducteur de la chaleur (par exemple une matière plastique). L'oxyde d'aluminium y précipite sous une forme cristalline ou amorphe. Peu à peu, une barre de quelques micromètres de section croît en direction du

laser. L'utilisation de deux lasers orientés différemment permet d'obtenir des barres dans toutes les directions. On arrive ainsi à réaliser des structures variées dont la finesse peut être telle qu'elles deviennent transparentes.

On obtient des résultats similaires avec d'autres substances, telles que le carbone, le bore ou le silicium. Cette nouvelle technologie pourrait être appliquée à la construction d'éléments de microsystèmes, ou des micro-électrodes.

C. H.

Cette mini-charpente métallique est le fruit du jeu de rayons laser dans un gaz riche en oxygène et en aluminium.



O. Lehmann, M. Stuke



**Les tests en laboratoire le prouvent, notre concentré garde ses qualités d'adhérence même dans les courbes les plus serrées.**



Il n'existe encore aucun vaccin contre les accidents de la route, mais nous venons de créer un concentré : la Nouvelle Polo.

Roues repoussées dans les coins, nouveau train avant triangulé pour une parfaite tenue de route, quatre amortisseurs à gaz, ABS optionnel de nouvelle génération combiné au système EBV pour un meilleur freinage. Direction assistée, vitres électriques avant,

verrouillage centralisé, protection anti-démarrage VW immotronic, jusqu'ici aucune voiture de cette taille ne vous avait offert autant d'équipements de série. Modèle présenté : POLO, 1,3 litres. G.L. 5 portes AM 95, peinture métallisée et jantes alliage en option. 70 100 F TTC, tarif au 1/03/95. \*Polo, 1,3 litres 3 portes AM 95, tarif au 1/03/95, avec l'aide gouvernementale.



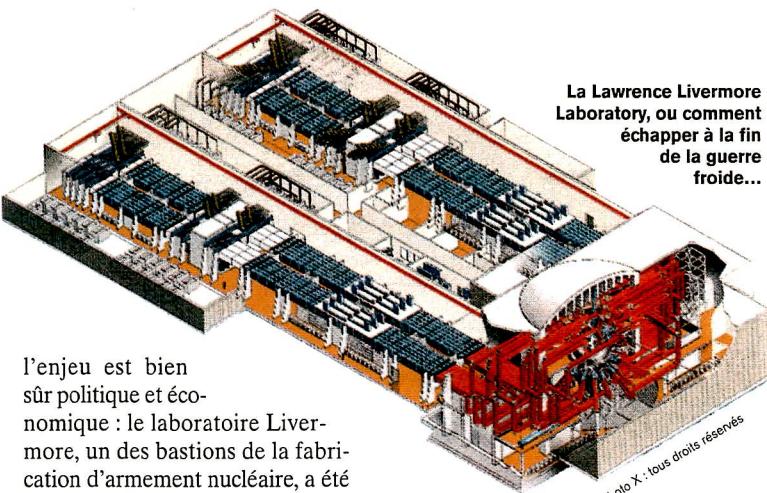
**A partir de 53 900 Francs.\* Nouvelle Polo, le concentré de Volkswagen.**

## Physique nucléaire

# Fusion par laser ou fission politique ?

**P**olémique aux Etats-Unis, à propos du projet de construction, au Lawrence Livermore Laboratory (Californie), du NIF, équipement de fusion par laser destiné à la simulation de l'arme thermonucléaire. Estimé à 1,2 milliard de dollars, l'instrument comprendrait 192 lasers qui, focalisés vers une pastille de deutérium-tritium, pourraient porter ces noyaux atomiques à  $50.10^6$  °C et les faire fusionner.

Les détracteurs du projet l'accusent d'être techniquement prématûr et de détourner les traités de limitation des armes nucléaires, au lieu de participer à l'effort de reconversion vers des applications pacifiques de la recherche militaire ; ses défenseurs font miroiter des recherches de haut niveau. Mais



La Lawrence Livermore Laboratory, ou comment échapper à la fin de la guerre froide...

l'enjeu est bien sûr politique et économique : le laboratoire Livermore, un des bastions de la fabrication d'armement nucléaire, a été durement frappé par la fin de la guerre froide. Un équipement de cette envergure lui offrirait une nouvelle vie.

En France, on vient de décider la construction, en Gironde, du frère

jumeau du NIF, le futur laser mégajoule. D'un coût et d'une puissance équivalentes, les deux instruments ont été conçus en étroite collaboration technologique. H.G.

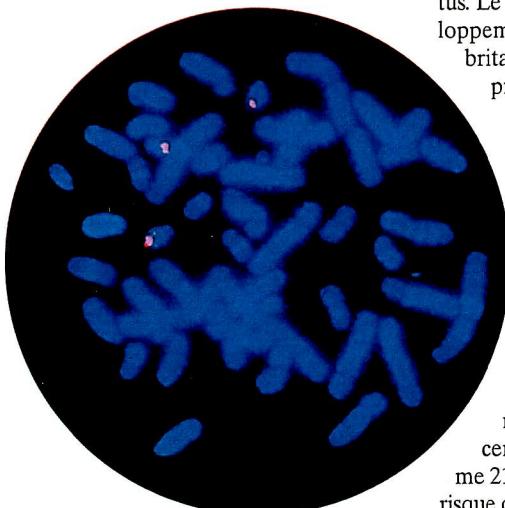
## Maladies génétiques

# La chasse au chromosome surnuméraire

**D**eux nouveaux tests devraient bientôt permettre de dépister précocement et sans risque la trisomie 21 (le mongolisme) chez le fœtus. Le premier, en cours de développement par la société britannique Cytocell et l'entreprise anglo-américaine Applied Imaging, a pour objectif de détecter la présence anormale d'un troisième chromosome 21 en analysant des cellules du fœtus. Il suffit d'effectuer un prélèvement de sang chez la mère, de sélectionner les rares cellules fœtales qui y circulent et de leur appliquer un marqueur d'ADN fluorescent spécifique du chromosome 21. Ce test, absolument sans risque contrairement à l'amniocentèse, pratiquée jusqu'ici, qui cause une fausse couche dans 1 cas sur 200, pourrait être utilisé dès la douzième, voire la dixième semaine.

Cytocell étudie la possibilité de se passer de la cultures de cellules, ce qui permettrait de connaître le résultat dans la journée-même, alors qu'il faut actuellement attendre trois semaines pour être fixé.

Le second test, mis au point par une autre société britannique, Serotec, vise à évaluer le risque potentiel qu'une mère ait un enfant trisomique. Ce test repose sur la détection dans le sang de la mère d'une hormone appelée inhibine A. En cas de trisomie du fœtus, cette molécule est présente en quantité anormalement élevée. L'inconvénient de cette technique est qu'elle ne permet de détecter le mongolisme que dans 60 % des cas. Lorsque le doute subsiste, il faut passer à un test portant sur les cellules du fœtus lui-même. On imagine l'angoisse des mères dans l'attente du diagnostic. La généralisation du premier test, capable de donner le résultat dans la journée, devrait constituer un progrès appréciable.



Si les marqueurs fluorescents détectent trois chromosomes 21 dans le noyau d'une cellule : c'est la trisomie. J. King-Holmes/SPL

## Bulletin de santé d'Hibernatus

● Ötzi n'était vraiment pas en forme. L'homme des glaces, découvert en 1991 dans les Alpes tyroliennes, souffrait d'arthrite, si l'on en juge par les tatouages médicaux appliqués en plusieurs endroits de ses membres, notamment à l'intérieur du genou droit et sur la cheville droite. C'est en tout le cas le rôle que le Pr Torstein Sjøvold attribue à ces marques faites avec de la suie à l'aide d'un instrument tranchant. Cela fait remonter ce genre de pratiques à environ 5 000 ans, c'est-à-dire bien avant les plus anciennes que l'on connaît jusqu'ici, vieilles de 2 400 ans, chez les Scythes. Non seulement Ötzi avait de l'arthrite, mais en outre sa



T. Sjøvold

carotide présentait de la calcification. D'après les chercheurs, il devait avoir entre 30 et 40 ans. Pour l'époque, c'était un vieillard. Bref, il avait l'âge de ses artères.

## Dure réalité pour la tomate high-tech

● La tomate transgénique de Calgene, Flavr Savr, a du mal à atteindre le consommateur. Certes, le gène introduit dans la plante lui confère une fermeté qui permet au fruit de mûrir plus longtemps sur le plant. Mais il ne lui assure pas une résistance aux chocs. La société californienne envisage donc de dépenser, pour son emballage, plus de 10 millions de dollars en construisant trois installations près des champs de production. Equipées de machines "douces" et de capteurs optiques, elles feront aussi une large place à l'homme. Mais Calgene a d'autres soucis : Enzo Biochem, une société de New York, revendique la paternité de la méthode qu'elle utilise. Décidément, cette pauvre tomate prend bien des coups... M-L M

Ont collaboré à cette rubrique : Alexandre Dorozynski, Hélène Guillemot, Philippe Hénaréjos, Christiane Holzhey, Roman Ikonoff, Marie-Laure Moinet, Jean-François Robredo et Pierre Rossion.

# Utilisez



Nouvelle technologie (brevetée)



- Vous consommez moins de carburant.
- Vous réduirez la pollution de l'air.

## Choisissez

### L'huile moteur



OU

### Le traitement moteur



Ces 2 produits sont miscibles avec les huiles de toutes marques.

- Réduction de la pollution de l'air (diminution des rejets d'oxyde de carbone de 75% au ralenti et de 20 à 30 % en ville pour les moteurs essence).
- Réduction moyenne des rejets de fumées de 40% aux accélérations pour les moteurs diesel.

Réduction des consommations de carburant en ville et sur route (5 à 10% en ville).

D. PRODUCTION - A9 - ZI - 62440 HARNES



VTT Décathlon Rockrider 320,  
1 590 F. Catégorie Balade,  
existe en version femme.

Le chemin le plus court

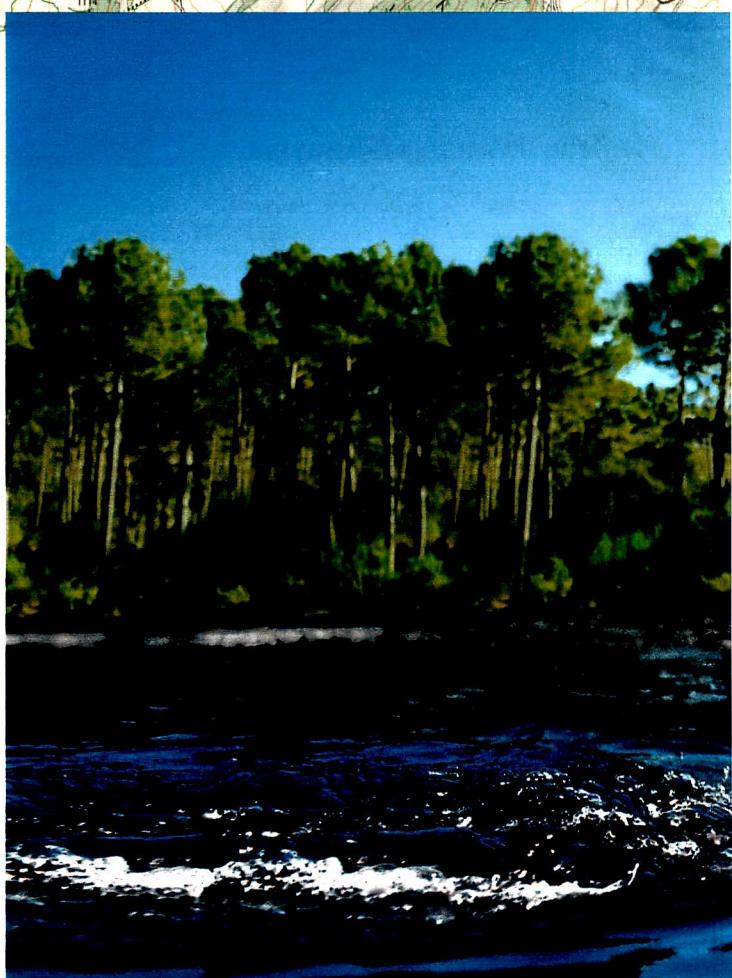
entre deux points, c'est la ligne droite.

On a tous appris ça à l'école. Ce qu'on

ne nous a pas appris, c'est que la ligne

droite, ce n'est pas toujours le chemin le

plus facile à prendre. Montées, descentes,



rivières et j'en passe, tous ces

obstacles peuvent transformer



une gentille balade en un impitoyable parcours du combat-

tant, sauf si on a choisi le Rockrider 320 Décathlon. Au

premier coup d'oeil, on dirait un VTT comme les autres mais

**3615  
DECATHLON**  
DES INFOS  
DES VOYAGES  
DES PROJETS  
DES STAGES  
AFOND LA FORME

quand on le regarde d'un peu plus près,

avec son cadre acier haute résistance

## VTT Décathlon Ça passe où

(tubes acier Hiten soudés TIG), son boîtier de pédalier et

son jeu de direction étanche, il tiendrait plutôt du char

d'assaut (attention, ne confondez tout de même pas VTT et

sous-marin car certaines pièces de boulonnneries peuvent





# Rockrider 320. Tu ça passe.

rouiller après un long séjour dans l'eau). Pour tous ceux

qui s'y connaissent un peu plus, il faut ajouter que le



Boîtier étanche grâce au joint d'étanchéité.

Rockrider 320 est équipé de pneus

crantés avec bande de roulement

permettant un excellent rendement sur

route, d'une

transmission Alivio 21 vitesses

Shimano, de freins Cantilever, de poignées

tournantes pour changer de vitesse sans

lâcher le guidon et de bien d'autres raffinements encore. Entièrement montés en

Europe, les VTT Décathlon (12 modèles

de 990 F à 9 990 F



de l'usage "balade"

Soudure de cadre :  
tubes acier Hitens soudés TIG.

à l'usage "performance") bénéficient d'une garantie de 5 ans

sur le cadre et de 2 ans sur les pièces et la main d'oeuvre.

Une révision gratuite est prévue dans les trois mois qui

suivent l'achat. Maintenant, si vous continuez à faire

des détours, c'est que vous n'avez rien dans les jambes...

VTT

ou que vous n'avez

pas le bon VTT.

**DECATHLON**  
A FOND LA FORME



# ENVIRONNEMENT

Dirigé par Didier Dubrana

Studio X/Fritz Haber Inst.



Un exploit photographique : on a fixé la danse des molécules polluantes dans le pot catalytique de nos voitures.

## Dépollution

### Il est beau, mon pot catalytique !

**G**erhard Ertl, chercheur à l'institut Fritz Haber de Berlin, vient de réaliser une première : il a photographié la réaction chimique s'opérant à la surface d'un pot catalytique automobile. Ce dernier sert, rappelons-le, à réduire la pollution atmosphérique, en transformant le monoxyde de carbone (CO) rejeté par le pot d'échappement d'une voiture en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Ces photos, prises au microscope électronique, ont ensuite été reconstituées par ordinateur.

La série d'instantanés, pris toutes les demi-secondes, dévoile la danse des molécules dans le pot catalytique. Des motifs spiralés se forment lorsque le monoxyde de carbone et l'oxygène atomique entrent en contact avec le catalyseur en platine (photo ci-dessus). Les deux substances se rencontrent en un dix millième de seconde, puis elles disparaissent sous forme de gaz carbonique : il y a donc toujours de la place à la surface du catalyseur pour capter de nouvelles molécules de CO toxiques.

## Pollution acoustique

● 360 000 habitants de la Petite Couronne (140 000 dans les Hauts-de-Seine, 113 000 en Seine-Saint-Denis et 107 000 dans le Val-de-Marne) vivent dans des zones où le bruit est qualifié de "fatiguant". Le niveau sonore moyen y dépasse 70 dB, alors que dès 65 dB il a des conséquences sur la santé et le comportement. Cette étude jette les bases d'une future banque de données sur le bruit en Ile-de-France.

# 36 15 SCV

Avec L'ADEME\*,  
tous les chiffres sur  
les économies  
d'énergie, le bruit,  
la pollution,  
les voitures,  
les déchets,  
les énergies  
nouvelles, etc.

\*Agence de l'environnement et  
de la maîtrise de l'énergie.

## Mignonnerie, allons voir si la rose...

● L'équipe du professeur William R. Woodson, de la Purdue University, dans l'Indiana (Etats-Unis), vient de découvrir pourquoi les fleurs se fanent si rapidement : la réponse est dans les gènes. Les plantes fleurissent, et les insectes viennent butiner les fleurs, favorisant la pollinisation. Mais ce phénomène ne doit se produire qu'une seule fois. Dans le cas contraire, les fleurs se feraient concurrence les unes aux autres, ce qui ne serait pas bénéfique aux plantes. C'est pour cette raison que les fleurs ne durent que le temps d'une pollinisation... Exploitant sa découverte, Woodson a réussi à mettre au point des œillets (génétiquement "trafiqués") qui durent trois fois plus longtemps que les autres. Ronsard eut été ravi, mais les fleuristes seront tristes.

### Faune

## Le monstre de Fernando

**L**e *Tupinatus teguixin*, alias téju, est un lézard de deux mètres de long qui fait régner la terreur dans l'île brésilienne de Fernando de Noronha (à 500 km de la côte nord-est). Introduit dans les années soixante-dix pour dératiser le territoire, le reptile laissa vite tomber ce mets peu ragoûtant pour croquer les œufs d'oiseaux nichant au sol et de tortues de mer (*Eretmochelys imbricata*) venant pondre sur la plage. Mais, si les volatiles ont fini par nicher dans les arbres, les tortues, elles, ont été exterminées...

### Extinction des phoques

● Il ne reste plus que 350 phoques moines (*Monachus monachus*) en Méditerranée. L'alliance mondiale pour la nature (UICN) a inscrit ce mammifère sur la liste des douze espèces les plus menacées au monde.

Pourtant, un mystérieux prédateur semble venir à bout de ce "monstre" : en effet, la population de téjus stagne depuis quelques années. Les scientifiques ne connaissent pas encore l'identité de l'intrépide rival.

Quel est le mystérieux prédateur capable d'avoir raison du lézard de Fernando ?



G. Lecu/Sunset



### Pillage de la planète

● L'augmentation de la population engendre un pillage des ressources naturelles jamais égalé, et qui posera de graves problèmes à notre biosphère dans l'avenir. L'accès aux sources d'énergie est (et sera de plus en plus) un enjeu stratégique mondial, qui pourrait déboucher sur de nouveaux conflits. Quant à l'exploitation croissante des produits de la forêt et de la mer, elle conduira à la désertification irrémédiable de ces deux biotopes.

**L**e cauchemar des arboriculteurs, c'est le carpocapse, la chenille du papillon *Cydia pomonella*, qui pourrit les pommes, les poires et les noix. Pour lutter contre ce parasite, il existe désormais un produit biologique, la carpopovirusine, qui évite l'utilisation de produits chimiques.

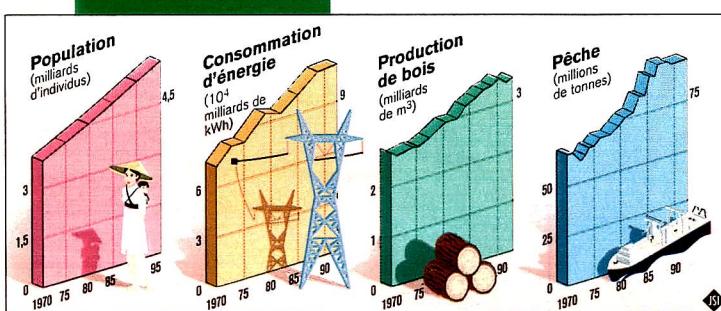
Le mode de production de la carpopovirusine est une revanche sanglante sur le papillon nuisible. C'est l'histoire du parasite parasité ! Le virus employé, celui de la granulose du carpocapse, spécifique de cette chenille, est en effet produit de ma-

nière intensive dans le corps même de son hôte habituel (voir le dessin ci-dessus).

Depuis 1985, trois laboratoires de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) ont contribué à la mise au point du procédé, industrialisé par la société NPP (Natural Plant Protection). Depuis la mise en service de l'élevage, en janvier 1994, la production a triplé : 100 000 doses par an (une dose – soit trois litres de suspension virosée à diluer puis à pulvériser au moment de l'éclosion des œufs – fournit de quoi traiter un hectare). 20 % des surfaces traitées contre le carpocapse en France peuvent l'être grâce à cette production, qui nécessite un effectif de huit millions de chenilles et l'éclosion de 600 000 œufs chaque jour.

D'autres baculovirus (virus spécifiques des insectes) sont ou seront produits par NPP. A commencer par le virus de la polyédrose nucléaire de la noctuelle du chou (*Manestra brassicae*), et celui d'un ravageur polyphage (du coton, de la tomate et du maïs), la noctuelle *Spodoptera littoralis*.

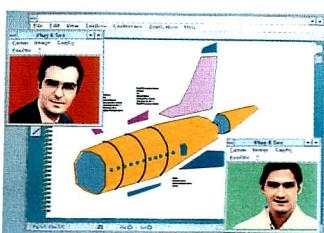
M.-L. M.



# Dans l'Espace-Réunion sur micro-ordinateur, deux souris peuvent accoucher d'une montagne.



Travailler en équipe à distance, en temps réel, créer, modifier sur un même document, enregistrer vos travaux instantanément tout en dialoguant avec un interlocuteur présent sur votre écran, c'est ce que France Télécom vous propose. L'Espace-Réunion sur micro-ordinateur s'inscrit dans l'univers du travail quotidien, s'applique aux plus petits comme aux plus grands projets. Pour créer l'Espace-Réunion entre deux micros, il suffit d'installer un kit



France Télécom sur chacun d'eux et d'être abonné à Numéris®, le réseau privilégié des services multimédia. Ces kits disponibles à partir de 12 500 F HT\* ont été conçus pour l'environnement PC en partenariat avec INTEL®, MATRA COMMUNICATION® et SAT®; pour l'univers Macintosh® avec APPLE® et SAT®. Et pour vos communications Numéris® en visiophonie,

France Télécom vous offre une remise de 4 800 F HT\* jusqu'au 30 juin et de 3 200 F HT\* du 1<sup>er</sup> juillet au 31 août 1995.

Pour plus d'informations, pour connaître les adresses des revendeurs, tapez 3614 FRANCE TELECOM\*. Vous pourrez également obtenir ces informations et recevoir gratuitement une cassette vidéo de démonstration en appelant le

**N°Vert 05 141 141**

\*Prix TTC : 14 825,00 F - 5 692,80 F - 3 795,20 F - 3614 FRANCE TELECOM : 0,12 F à la connexion, 0,36 F/min.  
Toutes les marques citées sont des marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

*Et si vous communiquiez  
avec les outils d'aujourd'hui ?*



**France Telecom**

### Toxicologie

# Overdose pour les lions de mer

**D**epuis le début de l'année, la pointe nord du golfe de Californie s'est transformée en cimetière marin. Lions de mer, dauphins, oiseaux, et même une douzaine de baleines d'espèces différentes s'y sont échoués sans raisons apparentes. Notre confrère britannique *Time* évoque une piste qui pourrait expliquer cette hécatombe. L'hebdomadaire publie les résultats d'un rapport secret fourni par le Fédéral Office for Environmental Protection de Mexico. Ecartant l'hypothèse d'une infection virale et celle de gaz toxiques libérés par un séisme sous-marin,

les enquêteurs mexicains accusent les trafiquants de drogue d'empoisonner le Pacifique !

Le Golfe est en effet une étape stratégique pour le trafic aérien de cocaïne entre les Etats-Unis et la Colombie *via* le Mexique. Pour indiquer les points de largage en mer de la marchandise, les trafiquants utilisent un colorant, le NK 19, qui teinte la mer en rouge le jour et en bleu phosphorescent la nuit. Or, ce produit photosensible libère du cyanure, du plomb, du mercure et de l'arsenic – que l'on a justement retrouvés dans les tissus des animaux échoués.

S. Starr/Réa



Le trafic de drogue menace les lions de mer et toute la faune marine du golfe de Californie.

## Charnier de renards

● Les renards d'Anatolie (Turquie) sont victimes, pour leur fourrure, d'une chasse clandestine impitoyable. L'empoisonnement est une méthode couramment utilisée par les braconniers. Des centaines de bêtes dépoillées de leurs fourrures ont été découvertes près d'Usak, après que plusieurs chiens de berger sont morts d'avoir mangé ces cadavres. Le ministère turc des Forêts estime que la disparition de près de 1 500 000 renards serait responsable de la récente prolifération de milliers de souris dans le port de Samsun, sur la mer Noire.

Animals Animals/Sunset



# 149 F TTC VERTIGE ASSURÉ !

Région Rhône-Alpes



Région Bretagne



Région P. Alpes-Côte d'Azur



Région Corse



Région Basse-Normandie



Région Aquitaine



**LE POSTER DE VOTRE REGION**  
Format 60x80 cm 120 F TTC



**POSTER GEANT**  
**149 F TTC**  
A recevoir chez vous

## Les premières images satellite de la France et de ses 22 Régions dans toute leur vérité, en couleurs naturelles.

Des images pédagogiques et riches d'informations.

Pour mieux comprendre la France, éloignez-vous de 800 km! Voici en posters, vu de l'espace, le portrait le plus exact et magnifique de notre pays : la France entière, 22 gros plans sur ses Régions administratives, ou plus de 15 zooms parfaitement précis. Les images de la France réalisées par M-SAT Editions sont une première européenne : 40 prises de vues satellite mosaïquées sous forme numérique, des milliers d'heures de calculs informatiques, pour des documents d'une qualité et d'une beauté exceptionnelle. Leur compréhension est immédiate grâce aux couleurs réelles des fleuves, reliefs, forêts, zones urbaines... Dans les posters des Régions et des zooms apparaissent les routes, parcelles cultivées...

**M-SAT, numéro 1 de l'édition d'images satellite.**  
5, av. Léonard de Vinci - 63063 Clermont-FD

RECEVEZ CHEZ VOUS CES DOCUMENTS D'UNE BEAUTÉ EXCEPTIONNELLE, COMMANDEZ VITE LE SPECTACLE GRANDIOSE DE LA FRANCE VUE DE SATELLITE

Bon de commande à retourner à : M-SAT Editions - 5, avenue Léonard de Vinci 63063 Clermont-Ferrand **EXPÉDITION SOUS 48 HEURES DES RECEPTION DE VOTRE COMMANDE**

Nom ..... Prénom ..... Adresse .....  
Code Postal ..... Ville ..... Téléphone .....

Oui, je commande le poster géant de la France vue de satellite en couleurs naturelles, format 100x110cm, papier pelliculé brillant : 149 F TTC X ..... = ..... F TTC

et je n'oublie pas les frais d'envoi.

Je commande avant le 30 juin 1995, je reçois en cadeau deux images satellite 40x60 cm :

Je choisis :  Paris et sa région  Camargue

Noirmoutier  Léman Mt Blanc

Je commande aussi les posters satellite suivants des Régions administratives dans leur intégralité, en couleurs naturelles Format 60x80 cm, papier brillant.

Baie du Mont Saint-Michel



Les magnifiques fonds marins autour du site le plus visité de France.

**NOUVEAU**  
LES ZOOMS GÉOGRAPHIQUES

Une collection unique de vues très rapprochées du territoire, et d'une redoutable précision

Toulon et sa Région



Format 50x70 cm, pelliculage brillant, 120 F TTC l'unité.

Le splendide Massif des Maures, et, toutes proches, les îles d'Hyrès.

Frais d'envoi (livraison sous tube cartonné) : France Métropolitaine 30 F TTC - Hors France Métropolitaine 60 F TTC  
France Métropolitaine - Réception J+2 - express Colissimo 45 F TTC

Montant total de la commande = ..... F TTC

Je joins à ma commande mon règlement par chèque à l'ordre de M-SAT Editions.

Je préfère régler par carte bancaire. N° de carte : .....  
Expire fin : ..... Date et signature indispensables.

soit.....zooms x 120 F TTC = ..... F TTC  
- format 40 x 60 cm, papier brillant, à 90 F TTC l'unité :  
La Camargue X .... ex Noirmoutier X .... ex  
Lac Léman-Mt Blanc X .... ex Paris et sa région X .... ex  
Lourdes-Gavarnie X .... ex soit.....zooms x 90 F TTC = ..... F TTC

### L'angoisse de la page blanche

● Le groupe anglais Zeneca a isolé un gène permettant d'extraire plus facilement du bois sa lignine, qui colore en brun la pâte à papier vierge. Les industriels vont pouvoir réduire la consommation d'agents de blanchiment (chlore ou ozone) et d'énergie dans le processus de fabrication du papier. Le Japonais Nippon Paper Industries a d'ailleurs passé un accord avec Zeneca. Des forêts de peupliers et d'eucalyptus génétiquement modifiés devraient être plantées, et la nouvelle technologie pourrait être commercialisée à la fin des années quatre-vingt-dix.



Les barrages des castors modifient considérablement les écosystèmes.

#### Ecosystème

## Des castors paysagistes

Plusieurs équipes de chercheurs américains viennent de publier de surprenantes conclusions sur les conséquences des activités des castors : en construisant leurs barrages, ces rongeurs modifient les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, ce qui influe sur la composition de la faune et de la flore et aboutit à la naissance

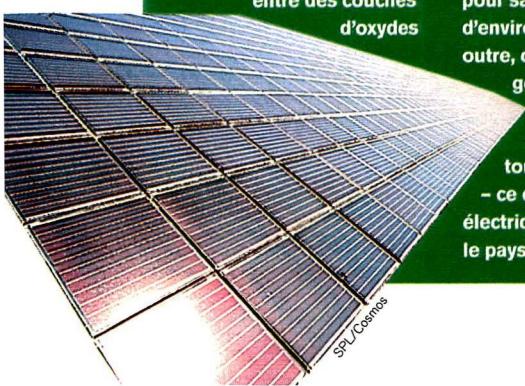
de nouveaux écosystèmes.

Les observations ont été faites sur les castors de la péninsule de Kabettogama (Minnesota), dans le parc national des Voyageurs. Les castors, qui avaient été exterminés de cette région par les chasseurs et les loups, ont fait leur réapparition vers 1925. Deux ans plus tard, soixante-quatre barrages étaient déjà construits ; soixante-trois ans après, on en dénombrait treize fois plus ! Quand on sait que ces barrages occupent aujourd'hui 13 % de la superficie de la péninsule, et qu'ils s'accompagnent d'un réseau de canaux souterrains, on imagine l'impact des activités des castors... Elles influent aussi sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. Les quantités d'éléments chimiques contenus dans la partie organique de ce dernier ont augmenté, en quarante ans, de 20 à 295 % selon les éléments. Ce qui a également entraîné une modification de la flore et, par conséquent, de la faune régionale.

### Sous le soleil exactement

● A Davis, en Californie, la plus grande installation solaire photovoltaïque du monde a vu le jour – et le soleil -, grâce à l'APS (Advanced Photovoltaic System), un nouveau procédé qui utilise une sorte de pellicule photovoltaïque (moins chère à fabriquer que les cellules traditionnelles) constituée d'une fine couche de silicium prise en sandwich entre des couches d'oxydes

d'étain et d'aluminium. Ces nouvelles pellicules APS sont un peu moins efficaces que les cellules conventionnelles pour convertir l'énergie solaire en électricité, mais leur coût total par kilowatt-heure est meilleur marché. Ron Matlin, l'un des directeurs de l'opération APS, explique que le système mis en place sur huit hectares à Davis produit assez d'énergie pour satisfaire les besoins d'environ 150 maisons. En outre, ce système a le bon goût de ne pas polluer, d'être silencieux, et de pouvoir être installé tout près des maisons – ce qui évite les lignes électriques qui courrent dans le paysage.



### Rendez-vous raté

● L'engagement pris par l'Union économique européenne de ramener, d'ici à l'an 2000, les émissions de gaz carbonique (gaz à effet de serre) à leur niveau de 1990 ne sera pas tenu. Les rejets dépasseront alors cette limite de 5 à 8 %.

# AVIATION 1995

**Actualité,  
innovations  
et technologies**

Le Rafale  
version marine

PHOTOS  
AGENCE ERNOULT  
FEATURES

L'A 340,  
long courrier  
quadri-  
réacteurs  
européen

PHOTO BERNARD THOUANEL

Le Hawkeye,  
avion de détection  
et de veille  
à longue distance

**Le salon du Bourget va bientôt ouvrir ses portes. A cette occasion le prochain numéro de SCIENCE & VIE HORS SERIE vous invite à pénétrer en avant-première au cœur de l'actualité aéronautique. Découvrez les enjeux économiques, stratégiques et politiques de l'aviation civile et militaire.**

Parution  
le 9 juin 1995

**LE PROCHAIN**

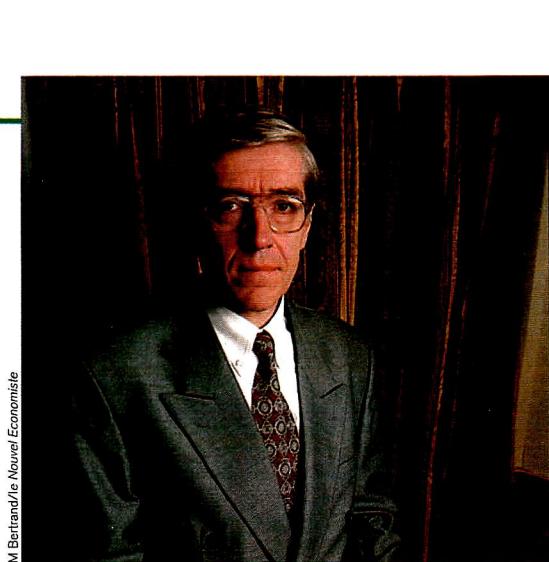
**SCIENCE  
& VIE**  
HORS SERIE

Sergueï Parashin, actuel directeur de la centrale de Tchernobyl, a la lourde tâche d'assumer l'héritage de la plus grande catastrophe de l'industrie nucléaire civile. Il a exposé les objectifs de son pays en avril dernier, à Paris, lors de la réunion de la WANO (World Association of Nuclear Operators), association regroupant les pays équipés de centrales nucléaires.

**Science & Vie** : «En avril dernier, le ministre français de l'Environnement Michel Barnier annonçait tambour battant qu'il avait obtenu du président ukrainien la fermeture de la centrale nucléaire Tchernobyl – dès 1997 pour le réacteur numéro un, et deux ou trois ans plus tard pour le numéro trois. Où en est ce projet ?»

**Sergueï Parashin** : «Il n'y a aucun calendrier de fermeture de Tchernobyl, car cette centrale est la plus sûre de toutes les installations nucléaires d'Ukraine. D'ailleurs, ce ne sont pas les Ukrainiens qui ont peur de cette centrale. C'est la pression internationale qui réclame sa fermeture, pas nos compatriotes. En neuf ans, j'ai compris qu'il était impossible de convaincre l'opinion publique mondiale que Tchernobyl n'était pas dangereuse.»

**S & V** : «Pourquoi ?»  
**S. P.** : «Les radiations ne se voient pas, et il est difficile d'effacer une peur ancrée dans l'imaginaire. L'année 1986 a tellement



M. Bertrand / Le Nouvel Économiste

## Sergueï Parashin

Directeur de la centrale de Tchernobyl

*«Tchernobyl est la plus sûre de toutes les installations nucléaires d'Ukraine.»*

effrayé que plus nous voulons démontrer l'innocuité du nucléaire et moins l'on nous croit.»

**S & V** : «Comment expliquer alors qu'en France, le pays le plus nucléarisé au monde, l'opinion publique soit globalement favo-

rable au nucléaire ?»

**S. P.** : «En France, l'énergie nucléaire est une industrie extrêmement puissante, qui a donc pu informer les citoyens. Il faudrait que les Français nous aident à faire ce travail en Ukraine.»

**S & V** : «Mais n'a-t-on pas constaté une augmentation des cancers de la thyroïde chez les enfants habitant les alentours de Tchernobyl ?»

**S. P.** : «Ceci est un problème de santé publique que je ne connais pas assez bien pour me prononcer.»

**S & V** : «Le réacteur accidenté en 1986 est enfermé dans un "sarcophage" de béton qui prend l'eau et menace de rompre. Que comptez-vous faire ?»

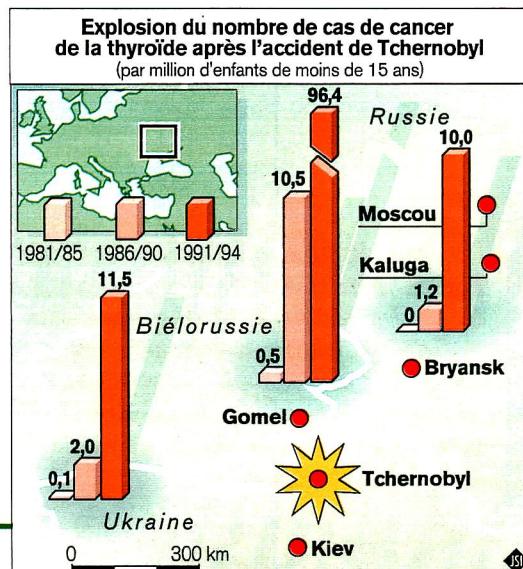
**S. P.** : «Un groupe d'experts internationaux rendra son avis cet été. Mais une première estimation permet de dire qu'il faudra dix ans pour construire le second sarcophage, puis de vingt à trente ans pour assainir l'intérieur de la centrale.»

**S & V** : «Combien coûtera ce sarcophage ?»

**S. P.** : «5 milliards de francs. Une somme que nous pourrions dégager en seize ans à partir des bénéfices d'exploitation de la centrale. Au total, le démantèlement de Tchernobyl coûtera 21 milliards de francs à l'Ukraine. Si nous fermons Tchernobyl, il faudra trouver cet argent ailleurs...»

**S & V** : «Tchernobyl n'est-elle pas l'épine dans le pied des nucléocrates du monde entier ?»

**S. P.** : Le terrible accident de Tchernobyl est entré comme une défaite dans l'histoire de la communauté mondiale. Il faut qu'il devienne une victoire.»



# Les trains passent, les vignobles s'enrhument

**L**e TGV-Est traversera la Champagne et ses collines accidentées couvertes de vignobles. Mais le passage de ce train à grande vitesse risque d'en modifier le microclimat.

Dans cette région, le soir, quand la température chute, l'air chaud s'élève le long de la colline, pro-

Pour étudier les effets de la future ligne de TGV, Gérard Beltrando, de l'université Denis-Diderot, à Paris, a construit une clôture en plastique de 200 m de long et de 5 m de haut, qui produit les mêmes effets sur le climat qu'un tel talus. Selon les études de Beltrando, la présence d'un rem-



Le passage du TGV modifie le climat dans les vignobles champenoises.

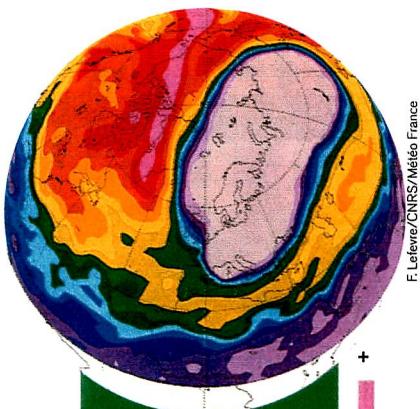
tégeant les vignobles du froid nocturne, et l'air froid est poussé vers le fond de la vallée – où il n'y a pas de vignes. Or, si la voie ferrée passe dans la vallée, un remblai supportant les rails sera construit à flanc de colline. De ce fait, lorsque la température chutera pendant la nuit, l'air chaud s'élèvera bien, mais l'air froid, piégé par ce talus, ne pourra pas descendre dans le fond de la vallée.

blai abaisserait la température nocturne de 3 °C dans les vignobles alentours.

Le problème, c'est que les vignes sont très sensibles aux gelées, et particulièrement aux gelées tardives – une fois que les vignes sont en bourgeons.

Au vu des résultats de cette étude, la SNCF va essayer de trouver un tracé évitant que les vignobles ne s'enrhument ; et, du même coup, que les vignerons – qui n'ont certainement aucune envie de trinquer – ne se mettent en colère.

S.F. ■



F. Lefèvre/CNRS/Météo France

## Fuite d'ozone

- Les chercheurs de la campagne SESAME (Second European Stratospheric Ozone and Mid-Latitude Experiment) ont observé une réduction très importante de l'ozone au-dessus de l'Arctique durant l'hiver 1994-1995 et le début du printemps 1995. Les températures dans la basse stratosphère ont été les plus froides enregistrées depuis vingt-neuf ans. Elles ont entraîné une concentration élevée de composés chimiques "mangeurs d'ozone", comme l'acide chlorhydrique (HCl). L'illustration ci-dessus montre la répartition de HCl le 25 janvier 1995. 0,7 % de la précieuse couche d'ozone disparaissent chaque jour. Entre 14 et 22 km d'altitude, sa concentration a diminué de 50 % par rapport aux années précédentes. Le "trou" s'étend désormais de la Scandinavie à la Sibérie.

- Ont collaboré à cette rubrique : Christiane Holzhey, Sonia Feertchak, Marie-Laure Moinet et Henri-Pierre Penel.

# REPÈRES

# La pollution de l'air en France

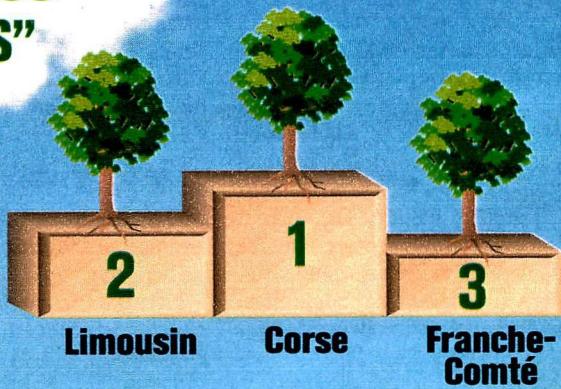
Depuis 1990, les pollutions atmosphériques diminuent en France, notamment celles causées par les industries. En revanche, les émissions liées au transport, en constante augmentation, sont en grande partie responsables du mal-vivre de certains départements.

PAR THIERRY PILORGE

**DES RÉGIONS LES PLUS  
“SALES”...**



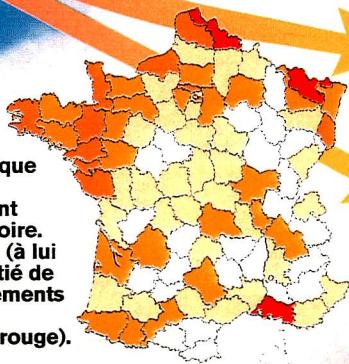
**...AUX PLUS  
“PROPRES”**



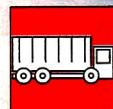
# EFFET DE SERRE

## L'agriculture, la sylviculture et l'industrie

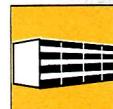
Les sources de gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), méthane ( $\text{CH}_4$ ) et protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) sont dispersées sur tout le territoire. Premiers émetteurs de  $\text{CO}_2$  (à lui seul responsable de la moitié de l'effet de serre), les départements du Nord, des Bouches-du-Rhône et de la Moselle, en rouge.



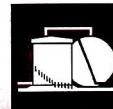
## Les grands fautifs



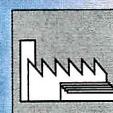
Transports



Résidentiel et tertiaire



Transformation énergies fossiles



Industrie



Nature



Électricité



Déchets



Agriculture et sylviculture



Autres

# POLLUTIONS ACIDES

## L'industrie et la route

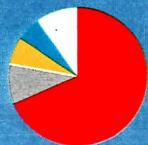
Le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) sont essentiellement produits par l'utilisation des combustibles fossiles (à 79 % pour le  $\text{SO}_2$  et à 90 % pour les  $\text{NO}_x$ ). Les départements les plus polluants sont donc ceux possédant une forte industrialisation et un trafic routier intense : la Seine-Maritime et les Bouches-du-Rhône.



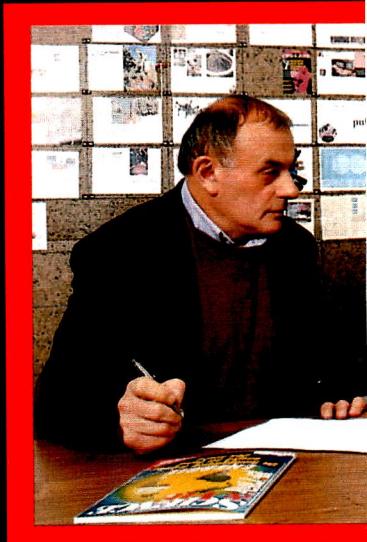
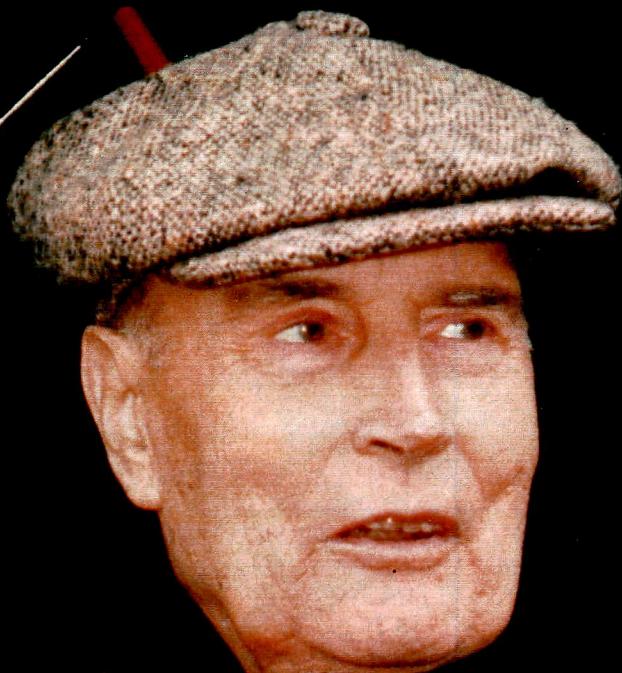
# POLEUTON PHOTOCHIMIQUE

## La route, l'industrie et le chauffage

Le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et les COVNM (produits, notamment, par l'évaporation des solvants des peintures) provoquent la formation d'ozone dans la basse atmosphère, source de problèmes respiratoires et oculaires. Les départements les plus touchés sont le Nord, le Rhône et les Bouches-du-Rhône.

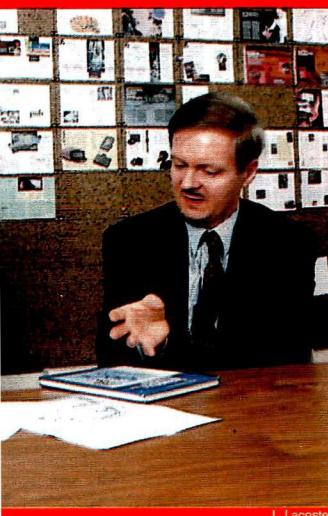


# FRANÇOIS MITTERRAND



**Soigné  
par un  
médicament  
interdit**

# L'ex-président de la République se soigne avec un médicament hors-la-loi mis au point par le Pr Beljanski, dont les recherches sont loin de faire l'unanimité.



L. Lacoste

## Un produit contesté... des effets certains

Rajeuni, détendu et apparemment en bonne santé, ainsi est apparu François Mitterrand le 23 avril dernier, à Château-Chinon, lors du premier tour de l'élection présidentielle (page de gauche). Le produit que lui prescrit le Dr Philippe de Kuyper (à droite sur cette photo prise à *Science & Vie*) semble lui faire du bien.

PAR PIERRE ROSSION

Le Dr Philippe de Kuyper, de Versailles, après m'avoir vivement recommandé la radiothérapie, me donne depuis lors les prescriptions médicales que j'observe chaque jour et qui jouent un rôle décisif dans mon rétablissement.» Que voulait dire François Mitterrand en adressant à *Paris Match* ce texte énigmatique, publié dans l'hebdomadaire le 6 avril dernier ? Dans les jours suivant cette parution, on a appris par les journaux que le Dr de Kuyper était un médecin homéopathe, qui rencontrait le chef de l'État deux fois par semaine. La presse laissait entendre qu'il lui aurait prescrit les produits mis au point par le Pr Beljanski : des produits illégaux, interdits de vente dans les pharmacies.

Un trouble s'installa alors dans l'esprit du public, étonné que l'illustre patient fut soigné par des médicaments illicites. Ce que le Dr de Kuyper n'a ni confirmé ni infirmé, se retranchant derrière le secret médical.

Dans un deuxième temps, on crut qu'il était soigné par l'homéopathie. Ce qui est faux : le Dr de Kuyper n'est pas qu'homéopathe, c'est un médecin, chirurgien de formation, diplômé de la faculté de médecine de Louvain.

Enfin, comme l'un des produits Beljanski est un médicament dont le principe actif, la flavopéridrine, est extrait de l'écorce d'un arbre du Brésil (le *Pao pereira*), on a prétendu que le président était soigné par des plantes – autrement dit, par des tisanes. En fait, pratiquement tous les médicaments allopathiques vendus en pharmacie ont pour origine un principe actif extrait d'une plante, qui est ensuite purifié et parfois synthétisé. C'est le cas, entre autres exemples, de la digitaline, un hétéroside extrait de la digitale, irremplaçable en cardiologie, et de l'atropine, un alcaloïde extrait de la belladone, utilisé comme vagolytique. Bref, les produits Beljanski sont des médicaments allopathiques tout à fait classiques, comme ceux qu'on trouve en pharmacie et que l'on administre à doses pharmacologiques. Rien à voir avec les remèdes homéopathiques – des produits dilués au point qu'ils ne contiennent plus que de l'eau.

Cependant, contrairement aux médicaments vendus en pharmacie, les produits Beljanski n'ont pas fait l'objet d'une présentation d'AMM (autorisation de mise sur le marché) (1), et, par conséquent, on ne peut se les procurer que sous le manteau. Ce qui a valu au chercheur de passer en justice pour «exercice illégal de la pharmacie». Mais, fait exceptionnel, la condamnation (10 mars 1994) n'a pas été assortie d'une peine, en raison de l'importance des travaux du Pr Beljanski. Bien plus : le procureur s'est fait avocat en dénonçant la carence de l'État, qui n'avait pas subventionné le chercheur...

Mais quelles parts attribuer à la radiothérapie et au traitement Beljanski dans le «rétablissement» (peut-être temporaire) de l'ex-président ? La radiothérapie ne peut en être responsable exclusivement, puisqu'elle est prescrite à doses modérées (aux effets encore atténusés par des radio-protecteurs). Elle a pour fonction de détruire les cellules cancéreuses, mais surtout de permettre au médicament, administré parallèlement aux séances de radiothérapie, de pénétrer dans les cellules malades. En effet, toutes les tumeurs cancéreuses sont entourées d'un tissu conjonctif induisant une pression osmotique centrifuge. Sous

## FRANÇOIS MITTERRAND

► l'action de cette pression, les substances médicamenteuses sont repoussées par effet physique, ce qui explique nombre d'échecs de la chimiothérapie. La "stratégie de Kuyper" consiste à briser cette coque protectrice afin de permettre le passage du médicament dans les cellules malades.

Comme les produits Beljanski sont illégaux, et que le médecin versaillais est tenu par le secret médical, il ne dira jamais officiellement s'il en a effectivement prescrit à François Mitterrand. S'il l'affirme publiquement, il risque la prison. Cependant, il concède vouer «une grande admiration» au Pr Beljanski, qu'il connaît depuis quinze ans et dont il partage les idées, à savoir l'intérêt majeur de l'utilisation de substances anticancéreuses spécifiques et non toxiques pour les cellules saines, conformément au serment d'Hippocrate. Un exemple en est précisément la flavopéirine (ou PB 100, mis au point par le Pr Beljanski), utilisée entre autres contre le cancer (notamment celui de la prostate) et le virus du sida. Pour nous, il est clair que c'est bien avec ce produit qu'est traité l'ancien président.

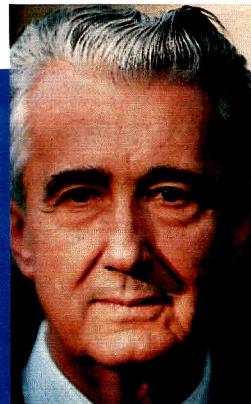
L'efficacité du PB 100 est liée à la spécificité de son mode d'action : la flavopéirine ne pénètre que dans les cellules malades et reste à la surface des cellules saines. Une fois dans la cellule cancéreuse, le produit s'accumule dans les nucléoles du noyau où il se fixe sur les grandes boucles d'ADN qui traversent ces minuscules poches (voir dessin ci-contre, en bas). Or, on sait que c'est à partir de cet ADN qu'est synthétisé l'ARN ribosomal. Sous l'effet du produit, la synthèse de cet ARN se trouve donc inhibée, et la cellule ne peut plus fabriquer les protéines nécessaires à son entretien et à sa reproduction. La cellule n'a plus d'autre issue que la mort.

## Le médecin de l'ex-président risque la prison

Comme les produits Beljanski sont très demandés par les malades atteints d'un cancer ou du sida, l'ANRS (Agence nationale de recherche sur le sida) a entrepris, en 1993, de tester le PB 100 afin de vérifier son efficacité antivirale contre le VIH. Elle n'a cependant pas jugé bon de le tester sur le cancer. Ce travail a fait l'objet d'un rapport d'activité, publié le 16 juin 1994, qui conclut que le produit possède une certaine activité d'inhibition de la multiplication du virus ; mais qu'il a, en revanche, un faible index de

## BELJANSKI FAIT MOUCHE

Mis au point par le Pr Mirko Beljanski (ci-contre), le PB 100 avec lequel est soigné François Mitterrand a une spécificité d'action remarquable. Il n'agit que sur les cellules cancéreuses, épargnant les cellules saines.



D. Giry/Sygma



M. Beljanski

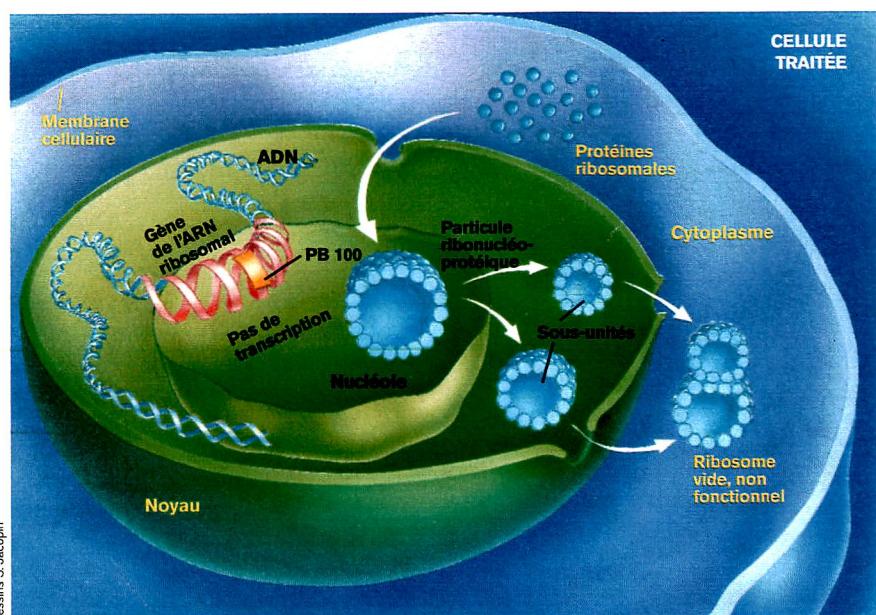
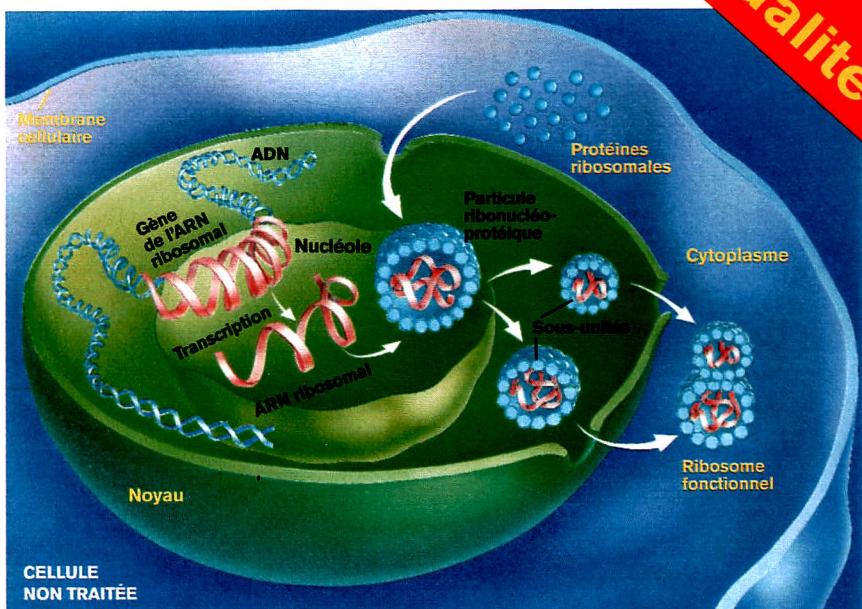
Le PB 100 reste à la surface des cellules saines (zones claires).



Le produit s'accumule (ronds clairs) dans les nucléoles des cellules malades.

## La cellule non traitée

Les ribosomes sont de petits organismes indispensables à la synthèse des protéines nécessaires à la vie et à la reproduction cellulaire. Ils sont constitués de protéines et d'un ARN ribosomal. Ce dernier est synthétisé dans les nucléoles à partir d'un gène présent sur l'ADN du noyau. Les protéines ribosomales, fabriquées dans le cytoplasme, viennent entourer l'ARN ribosomal. La partie obtenue se scinde alors en deux sous-unités, qui constituent le ribosome.



Dessin S. Jacquin

(1) Voir  
Science & Vie  
n° 914, p. 74.

selectivité – c'est-à-dire qu'il devient toxique quand on augmente faiblement les doses. Ce qui est troublant, c'est que le Pr Beljanski affirme avoir fait pratiquer (en double aveugle, cette fois, contrairement à l'étude de l'ANRS) une expertise de ce produit dans un laboratoire de virologie de référence aux États-Unis, le Walter Reed Army Institute of Research de Rockville (Mary-

land). Elle a abouti, au contraire, à des conclusions tout à fait favorables au produit.

Pour le Dr de Kuyper, l'Etat devrait donc prendre à son compte les frais de présentation d'AMM, hors de portée d'un chercheur isolé comme le Pr Beljanski. C'est le seul moyen pour que ce dernier puisse sortir de l'ornière dans laquelle il s'est enfoncé. L'Etat lui doit bien cela. ■



Photo : J.B. Mondino



"UN SI BEL APPAREIL  
AVEC UN NOUVEL OBJECTIF  
**PAS QUESTION**  
DU TOUT DU TOUT DU TOUT  
**DE S'EN SÉPARER"**

NOUVEAU PRÊT-À-PHOTOGRAPHIER KODAK FUN GOLD.  
POUR LE DÉVELOPPER, IL VA FALLOIR S'EN SÉPARER.

# **FIN DU Quand les so**

**Les étoiles ne sont pas éternelles. Grâce aux nombreuses observations, les astronomes ont pu rédiger dans le détail les chroniques des morts annoncées. Certaines étoiles s'éteignent lentement, notre Soleil deviendra une boule de feu géante, d'autres exploseront en supernova. Pour ces dernières, des simulations permettent de suivre leur agonie depuis le cœur.**

**PAR PHILIPPE HÉNARÉJOS**

Dessins Lionel Bret



# MONDE les yeux meurent

## Et la Terre deviendra Lune

Dans moins de six milliards d'années, le Soleil mourant ayant démesurément enflé chassera l'atmosphère qui nous entoure aujourd'hui. Et la Terre deviendra une fournaise désertique.

Quand le Soleil rendra son dernier soupir, il se sera écoulé plus de cinq milliards d'années. Après avoir enflé au point d'en-glober l'orbite de Vénus, il rejettéra toute son atmosphère dans l'espace et ne sera plus qu'une petite sphère émettant une éclatante lumière blanche. Puis il s'éteindra, plongeant le système solaire dans l'obscurité éternelle. Depuis longtemps la Terre sera devenue un enfer. Des réalisations les plus titaniques de l'humanité comme de la plus petite trace de vie, il ne restera aucun signe. La planète bleue n'aura jamais autant ressemblé à la Lune : pas d'atmosphère, pas d'eau, et une surface surchauffée. Seule l'absence de cratères d'impacts permettra de déduire qu'elle fut autrefois entourée d'une atmosphère dense.

Toutes les étoiles ne finissent pas comme le Soleil. En fonction de leur masse, elles meurent de différentes façons. Pour décou-

## SOLEILS

► vir cette diversité et les étapes de l'évolution de chaque étoile, il a fallu observer, classifier et surtout comprendre la mécanique de ces astres. Depuis un an, l'équipe d'Adam Burrows, de l'université d'Arizona, à Tucson, a entrepris des simulations informatiques afin de créer les conditions régnant au moment de l'explosion d'une supernova. A l'aide de supercalculateurs tournant pendant des heures, les chercheurs américains arrivent à reproduire en deux dimensions l'effondrement des diverses couches de l'étoile au moment de l'implosion du cœur de fer. Ils peuvent aussi suivre la progression à travers ces couches de l'onde de choc produite après l'arrêt brutal de l'effondrement. Grâce à ces simulations, irréalisables il y a quelques années, les astronomes sont en train de "décortiquer" la mort annoncée des étoiles massives.

Avant d'en arriver là, ils ont dû comprendre quelle est leur nature. Dès le début du siècle, elles ont été classées en fonction de leur température et de leur luminosité. La couleur de la lumière émise donne la température ; ainsi, une étoile rouge est relativement froide (autour de 3 000 K) (1), alors qu'une étoile bleue est très chaude (autour de 25 000 K). Comme la luminosité dépend de la température et de la surface émettrice de l'astre, les astronomes ont pu déterminer qu'il existait des étoiles de tailles très différentes. Haute température et forte luminosité trahissent une grande débauche d'énergie.



Les chercheurs américains de l'université d'Arizona ont simulé sur ordinateur la mort d'une supernova. Ainsi, peu après l'implosion de son cœur (en vert), les couches supérieures de l'étoile (en jaune) chutent et rencontrent l'onde de choc (rouge) créée par la contraction du cœur.

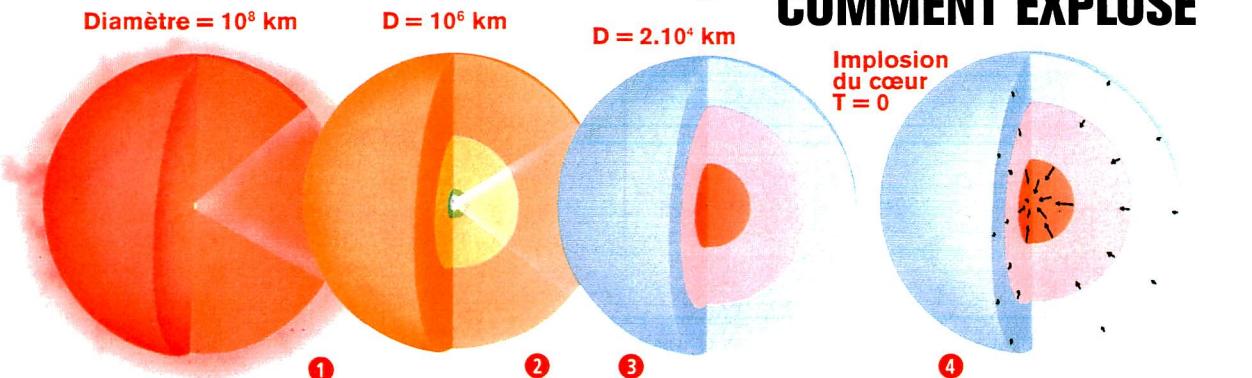
Quelle en est la source ? Sous l'effet de son propre poids, l'étoile, quelqu'elle soit, a tendance à se contracter. Mais à la force de gravitation, qui comprime et attire les atomes de gaz vers le centre de l'astre, s'oppose la force électromagnétique due à l'agitation thermique des particules de gaz (électrons et noyaux atomiques). Cette deuxième force, aussi appelée pression interne, est d'autant plus puissante que la température augmente. Cela signifie que, au fur et à mesure de l'augmentation de la température, les électrons s'agitent de plus en plus jusqu'à échapper aux noyaux et à circuler librement dans les espaces auparavant occupés par les atomes.

A la surface du Soleil, la pression est faible, et il

(1)  $0\text{ K}$   
=  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

(2) La densité d'un corps est égale au quotient de son poids (en g) par son volume (en cm<sup>3</sup>). Celle de l'eau est égale à 1.

## COMMENT EXPLOSE



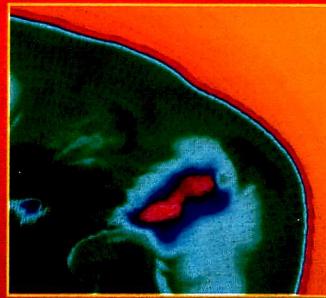
Quand l'étoile a brûlé tout son combustible nucléaire, elle devient une super-géante rouge ① dont la structure est en "pelures d'oignon" ②. Au centre s'est formé un cœur de fer-

56, extrêmement dense, qui, ne résistant pas à la force de gravité, s'effondre sur lui-même ③.

Cet effondrement s'accélère jusqu'à l'implosion ④. La partie interne du cœur,

équivalant à 0,8 masse solaire, se comprime très vite, laissant un instant suspendue dans le vide la partie externe qui, à son tour, se met à "tomber" sur le centre.

Après l'implosion, la densité du cœur est si grande que la force nucléaire l'emporte sur la gravitation, arrêtant net l'effondrement. La couche externe du cœur vient s'écraser sur cette



Puis l'onde de choc gagne du terrain et repousse les différentes couches. Mais cette expansion n'est pas régulière, elle ne forme pas une sphère homogène.



Burrows-Hayes-Fryxell/Univ. of Arizona

Après le passage de l'onde de choc, les couches de l'atmosphère de l'étoile en expansion s'interpénètrent de manière complexe. Et c'est là que réside la surprise, car, si le déroulement du phénomène est bien identique à celui qu'avaient élaboré les astronomes à partir de leurs observations, personne ne s'attendait à cette hétérogénéité.

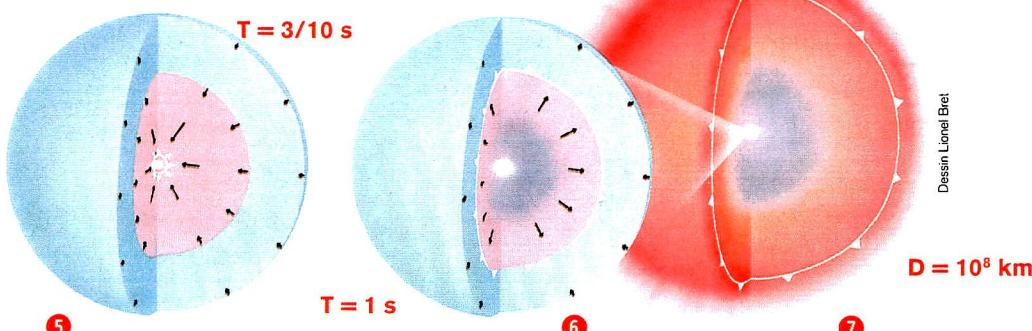
fait autour de 5 300 K. En son centre, la matière, qui supporte le poids de toute celle qui est au-dessus, atteint une densité égale à 150 fois celle de l'eau (7). A 15 millions de K, les particules agitées sont si proches les unes des autres qu'elles entrent de temps en temps en collision. Quand c'est le cas, deux noyaux peuvent se rapprocher tellement l'un de l'autre qu'ils arrivent à vaincre la force de répulsion électrostatique. A ce moment-là, c'est la force nucléaire, irrésistible à ces petites distances, qui l'emporte : les deux noyaux n'en font plus qu'un, d'une masse très légèrement inférieure à leur masse totale initiale. La part qui manque a été transformée en énergie, émise sous forme de photon  $\gamma$ . « Une étoile est un réacteur nucléaire stable

à confinement gravitationnel », conclut donc Jean-Pierre Chièze, astrophysicien au Commissariat à l'énergie atomique (CEA), avant de préciser : « Une étoile ne rayonne pas parce qu'elle contient des réactions nucléaires. C'est parce qu'elle rayonnait déjà à cause de la gravité qu'elle s'est échauffée et que les réactions ont débuté. »

Dans les étoiles, l'élément initial le plus abondant est l'hydrogène (environ 70 % de leur masse). C'est aussi celui qui cède le plus vite à la force nucléaire. Au cœur du Soleil, comme au cœur des autres étoiles, les noyaux d'hydrogène fusionnent en noyaux d'hélium. Plus la température augmente, plus les réactions s'emballent. Elles chauffent alors les gaz situés sur les couches plus éloignées du centre, et, par conséquent, moins soumises à la gravitation.

Alors, ceux-ci se dilatent (la pression interne l'em-►

## UNE SUPERNOVA



sphère. Le choc produit des vibrations qui repartent en sens inverse ⑤, sous forme d'ondes de choc qui repoussent toutes les couches de l'étoile en train de tomber ⑥.

Pour les étoiles de moins de 20 masses solaires, l'onde de choc l'emporte sur les couches, et l'explosion en supernova a lieu. Au-dessus de cette masse, les couches étoufferaient l'ex-

plosion si un flux de neutrons libéré du cœur au moment de l'arrêt de l'implosion ne venait réanimer l'onde de choc.

Il y donc toujours explosion en supernova. ⑦. Cel-

le-ci ne sera visible que lorsque les couches repoussées dans l'espace émergeront à la surface de l'étoile, quelques jours plus tard. Le cœur est devenu une étoile à neutrons.

# DESTIN D'ÉTOILES : CHRONIQUE

> 0,3 MASSE SOLAIRE

**Le destin  
d'une  
étoile se joue  
dès sa  
naissance :  
la masse  
de l'astre à  
l'origine  
conditionne  
sa vie  
comme  
sa mort.**

Les étoiles de faible masse (inférieure à 0,3 masse solaire) brûlent leur combustible nucléaire longtemps avant de devenir des naines blanches et de s'éteindre.

Une étoile comme le Soleil brille pendant 10 milliards d'années avant de se transformer en géante rouge.

Elle expulse alors son atmosphère pour devenir une nébuleuse planétaire.

## NAINE BLANCHE

Il ne reste plus que l'étoile centrale, ancien cœur de la géante rouge, c'est-à-dire une naine blanche, qui finit par s'éteindre.

# D'UNE MORT ANNONCÉE

> 7 MASSES SOLAIRES

Une étoile supérieure à 7 masses solaires a une existence de géante bleue pendant plusieurs centaines de millions d'années.

> 40 MASSES SOLAIRES

Lorsqu'elle termine sa combustion, elle se transforme en supergéante rouge jusqu'au moment de son explosion en supernova de type II.

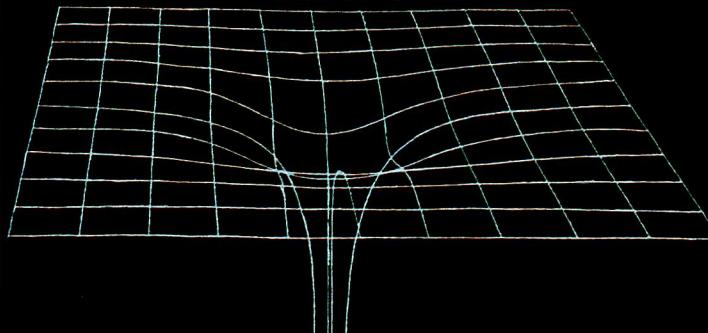
Au-delà de 40 masses solaires, la phase de combustion est très courte et très intense. Une partie de l'atmosphère (hydrogène) est expulsée dans l'espace.

Si sa masse finale est inférieure à 2 masses solaires, le cœur de la supernova devient une étoile à neutrons. Au-delà, l'effondrement se poursuit et un trou noir se forme.

La phase de supergéante rouge puis l'explosion en supernova débouchent sur la formation d'un trou noir.

ETOILE À NEUTRONS

TROU NOIR



## SOLEILS

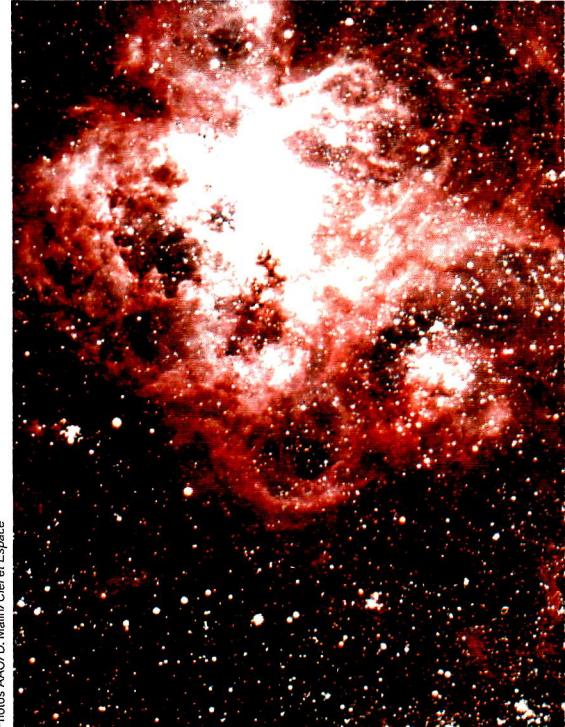
suite de la page 41

► porte sur la gravitation) et se refroidissent. Ce refroidissement de l'enveloppe conduit à une diminution des réactions thermonucléaires au cœur de l'étoile, qui se remet à s'échauffer jusqu'à une nouvelle recrudescence des réactions. Ce mécanisme régulateur, identique à un thermostat, permet au Soleil de se "consumer" lentement et d'avoir une durée de vie de 10 milliards d'années.

Pourtant, un jour, dans 5,5 milliards d'années, tout l'hydrogène interne aura été transformé en hélium. Mais la force de répulsion électrostatique bien plus élevée de ces nouveaux noyaux les empêchera de fusionner à une température aussi "basse" que 15 millions de K. La gravité, poursuivant son œuvre de contraction, fera monter la température du cœur, ce qui déclenchera la fusion des noyaux d'hydrogène de l'enveloppe jusqu'ici restés trop froids pour engendrer des réactions nucléaires. Cette nouvelle source de chaleur, non plus centrale mais périphérique, fera se dilater les couches de gaz externes. Et ainsi commencera la phase de géante rouge. Pendant environ 100 millions d'années, le Soleil gonflera jusqu'à engloutir l'orbite de Vénus. Le gaz de surface, repoussé loin de la source de chaleur, se refroidira et tombera à 3 000 K, éclairant l'espace d'une lumière rouge.

Pendant ce temps, le cœur d'hélium aura poursuivi sa contraction au point d'atteindre 100 millions de K et de commencer à fusionner en oxygène et en carbone. Tout se passera comme si, très loin de la surface froide du Soleil, une nouvelle étoile, toute petite, était née. En quelques centaines de millions d'années, la combustion de l'hélium s'achèvera. Il ne restera plus alors qu'un cœur inerte d'oxygène et de carbone porté à 200 millions de K. Celui-ci chauffera l'hélium au-dessus, qui fusionnera. Cette source de chaleur continuera de faire brûler de l'hydrogène encore plus loin du cœur. Mais cette phase est instable, et, en fin de compte, l'enveloppe extérieure, très peu dense (beaucoup moins que l'atmosphère terrestre), sera expulsée dans l'espace interstellaire.

Cette coquille en expansion, victorieuse de la force de gravitation, grandira de plus en plus, au point de former une gigantesque sphère éclairée par le cœur. C'est ce qu'on nomme une nébuleuse planétaire. Entre-temps le cœur sera devenu une naine blanche, petite étoile de la taille de la Terre. Sa température aura chuté à 10 000 K, et la gravitation ne sera plus assez forte pour entraîner la fusion de l'oxygène et du carbone. Lentement, ce qu'il restera du Soleil se refroidira



Photos AAO/D. Malin/Ciel et Espace

jusqu'à son extinction totale. La naine noire ainsi formée demeurera figée pour l'éternité.

Sur la Terre, la vie aura été balayée bien avant la phase de géante rouge. « Dans un milliard d'années, la luminosité du Soleil, de 10 à 15 % supérieure à celle d'aujourd'hui, suffira à vaporiser les océans et à transformer notre planète en fournaise identique à Vénus », indique Michel Cassé, de l'Institut d'astrophysique de Paris (IAP).

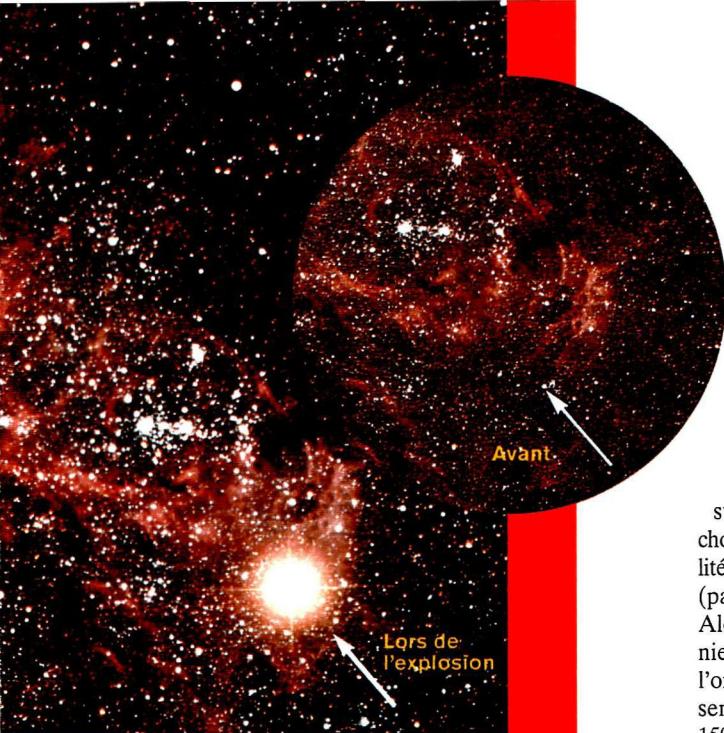
En fait, c'est la masse initiale de l'étoile qui conditionne son évolution. Entre 0,3 et 7 masses solaires, le scénario du Soleil se produit. Au-delà, une nouvelle évolution stellaire conduit à une mort différente. Alors que les étoiles de type solaire ne perdent de la masse qu'au cours de leur phase de

géante rouge, les étoiles massives, baptisées géantes bleues, en perdent dès le début de leur existence. Leur chaleur (25 000 K à la surface, 30 millions de K dans le cœur) dégage un flot de photons si intense

qu'une partie de l'enveloppe est d'emblée repoussée dans l'espace. La force de gravité (due à la masse totale) étant bien plus intense que dans les étoiles de type solaire, les réactions nucléaires se produisent à un rythme bien plus élevé. Une géante bleue de 25 à 30 masses solaires, par exemple, éprouve ses réserves d'hydrogène en de 8 à 10 millions d'années seulement.

Le cœur d'hélium se contracte, et sa tempéra-

## Des cendres de supernova renaîtront d'autres étoiles



## Bouquet final

Avant d'explorer, la surpergéante rouge Sanduleak, qui allait donner naissance à la supernova 1987 A, était à peine visible parmi les autres étoiles du Grand Nuage de Magellan. Lors de son explosion, sa luminosité a été multipliée par 100 000 !

ture augmente, entraînant la fusion de l'hydrogène périphérique. L'enveloppe chauffée se dilate, et commence alors la phase de super-géante rouge. La combustion de l'hélium dure 500 000 ans. Au lieu de finir en naine blanche de carbone et d'oxygène, le cœur, incapable de supporter son poids énorme, continue à se contracter. À 800 millions de K, les noyaux de carbone et d'oxygène fusionnent en néon et sodium. Cette transformation ne dure que quelques dizaines d'années. Les choses s'emballent et la contraction se poursuit jusqu'à un milliards de K.

A l'intérieur de l'étoile, comme la température augmente à mesure qu'on s'approche du centre, s'est mise en place une structure en "pelures d'oignon" correspondant aux différentes fusions successives. C'est à ce moment précis que le cœur de fer (environ de la taille de la Terre), qui ne peut plus fusionner, implose en une fraction de seconde. Sa partie centrale de 0,8 masse solaire, portée à 6 milliards de K, s'effondre sur elle-même très rapidement, suivie de la partie superficielle, de 1,2 masse solaire, restée un temps en suspension. « Une boîte d'allumettes remplie de cette matière pèserait plus d'un milliard de tonnes », compare Nicolas

Prantzos, astrophysicien à l'IAP.

Dans le cas d'une étoile initiale de 20 masses solaires, l'onde de choc l'emporte toujours et parvient à la surface, située à 700 000 km du centre, avec une vitesse de 5 000 km/s. En un mois, les couches superficielles de l'étoile sont projetées à 20 milliards de kilomètres du noyau, et la supernova – alors dite de type II – atteint son éclat maximum.

Dans le cas d'une étoile de plus de 20 masses solaires, les "pelures d'oignon" sont suffisamment lourdes pour stopper l'onde de choc et étouffer véritablement l'explosion. En réalité, celle-ci a quand même lieu grâce aux neutrinos (particules presque sans masse) venus du cœur. Alors qu'ils étaient littéralement retenus prisonniers par la densité du milieu, le vide créé par l'onde de choc leur a ouvert la voie. Ils s'emparent de fuir en emportant l'énergie relative aux 150 milliards de K du noyau. Ils rattrapent l'onde de choc en train de reculer face aux couches en pelures d'oignon, et une infime partie d'entre eux interagit avec la matière. Cela signifie qu'ils communiquent à des noyaux leur vitesse phénoménale. Ceux-ci agissent alors comme une nouvelle onde de choc et repoussent finalement les couches externes ; l'explosion a bien lieu, et l'astre perd subitement une grande partie de sa masse. Au centre de la défunte étoile se trouve alors un astre nouveau : l'étoile à neutrons. Si sa masse est inférieure à 2 masses solaires, elle n'évolue plus. Au-delà, l'effondrement gravitationnel se poursuit, et elle se transforme en trou noir, objet si dense que rien, pas même la lumière, ne parvient à s'en échapper.

La fin tragique en supernova guette toutes les étoiles très massives. Au-delà de 40 à 50 masses solaires, cependant, la quantité de matière en jeu est si colossale que le scénario se déroule selon une variante. Dans la phase de combustion nucléaire, le rayonnement est si énergétique que l'enveloppe d'hydrogène est soufflée. Au moment de l'explosion, celle-ci se trouve à des centaines de milliards de kilomètres, et la surface de l'étoile est composée d'hélium. Cet hélium, à son tour expulsé par l'onde de choc, rattrape en un siècle l'hydrogène dilué dans le vide cosmique. La rencontre produit des émissions radio captées par les radiotélescopes. Il s'agit d'une supernova dite de type Ib.

Des cendres de supernova vont renaître d'autres étoiles. Mais le cycle n'est pas infini, et la formation d'éléments de plus en plus lourds au cours des évolutions stellaires rendra de plus en plus difficile la naissance de nouveaux soleils. À tel point que, si l'expansion de l'Univers se poursuit indéfiniment, un jour, le ciel restera désespérément noir.

# RENDEZ-VOUS SPATIAL

Si  
tous  
les  
gars du  
monde...



PAR FRÉDÉRIC GUÉRIN

«Un mètre... Cinquante centimètres. Vingt. Dix. Cinq... Contact !... Allô, *Mir*, nos deux véhicules sont accolés à présent. Encore quelques minutes, puis nous pourrons nous rejoindre et, ensemble, faire entrer le monde dans le prochain millénaire.»

Tels seront peut-être les mots que le commandant américain Robert Gibson adressera à la fin du mois, à quatre cents kilomètres d'altitude, à son homologue russe Vladimir Dezhurov. Re-

layée au sol par toutes les radios et les télévisions, sa voix annoncera que la lourde navette américaine *Atlantis* s'est arrimée au complexe orbital russe *Mir*. Prouesse technique de haute signification historique.

Vingt ans presque jour après la poignée de main échangée par Thomas Stafford et Alexei Leonov lors de la jonction *Apollo-Soyouz* de juillet 1975, astronautes et cosmonautes se retrouveront et se salueront en orbite. Mais cette

**Vingt ans après le vol Apollo-Soyouz, Atlantis va se connecter à la station orbitale Mir. Objectif : ouvrir l'ère de coopération qui verra**

**l'édification d'une grande station internationale.**



Photos NASA

fois-ci, l'opération ne restera pas qu'un vain symbole. Elle marquera la volonté des États-Unis et de la Russie d'enterrer la fin de leurs luttes et de s'engager dans une période de coopération pacifique durable. Premier domaine d'activité choisi pour la mise en œuvre de cette nouvelle amitié : l'espace où les deux super-puissances ont acquis chacune un savoir-faire unique.

La jonction de juin 1995 ne devrait ainsi être que la première d'une série de sept arrimages qui

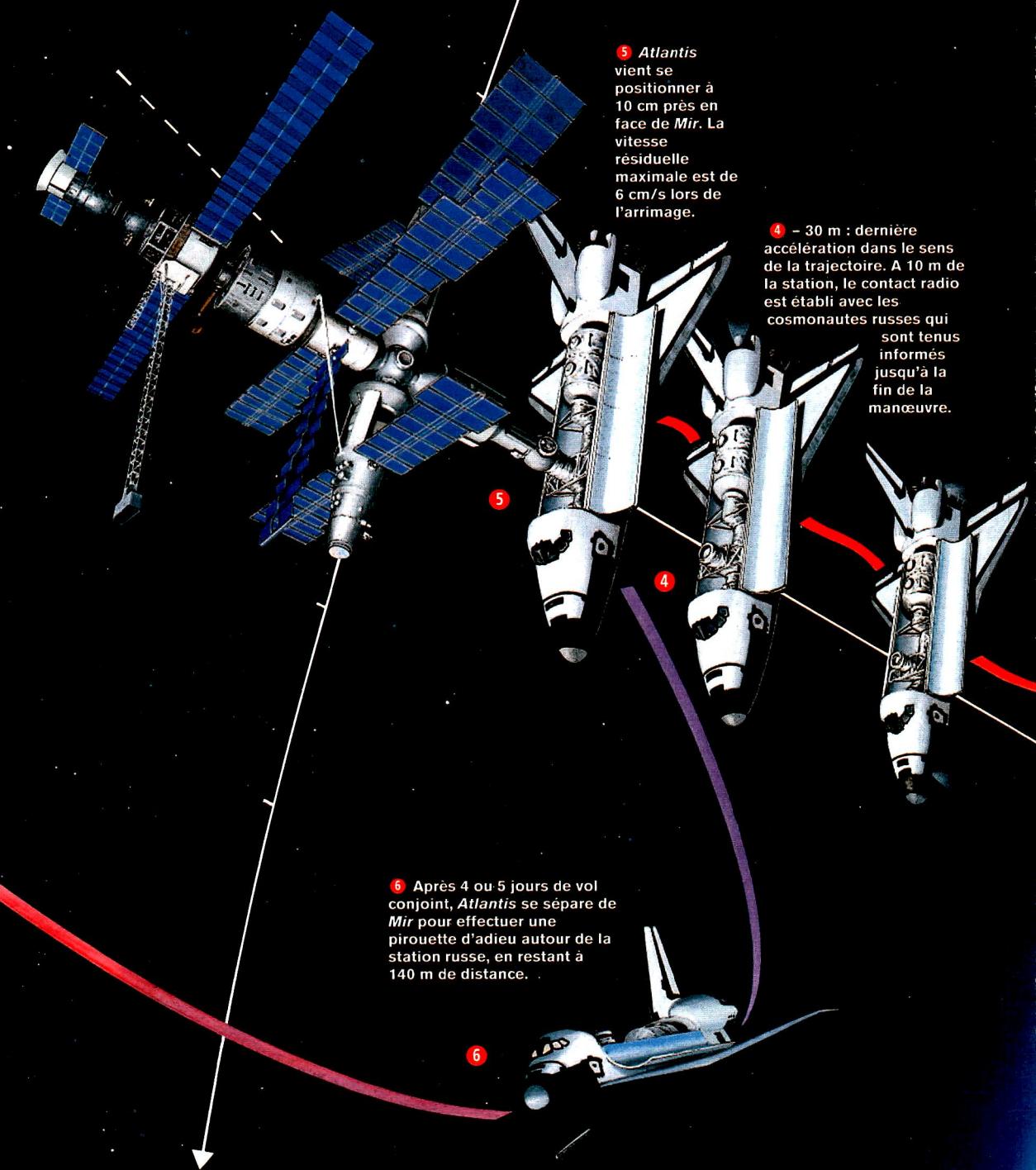
permettront aux astronautes américains de venir s'entraîner régulièrement à bord de la station russe jusqu'en décembre 1997. La navette apportera également du matériel et des pièces de rechange pour l'entretien de *Mir*. L'enjeu étant d'acquérir l'expérience nécessaire à la construction et à l'exploitation d'une station spatiale commune qui accueillera également des Européens, des Japonais, des Canadiens, et peut-être des Chinois.

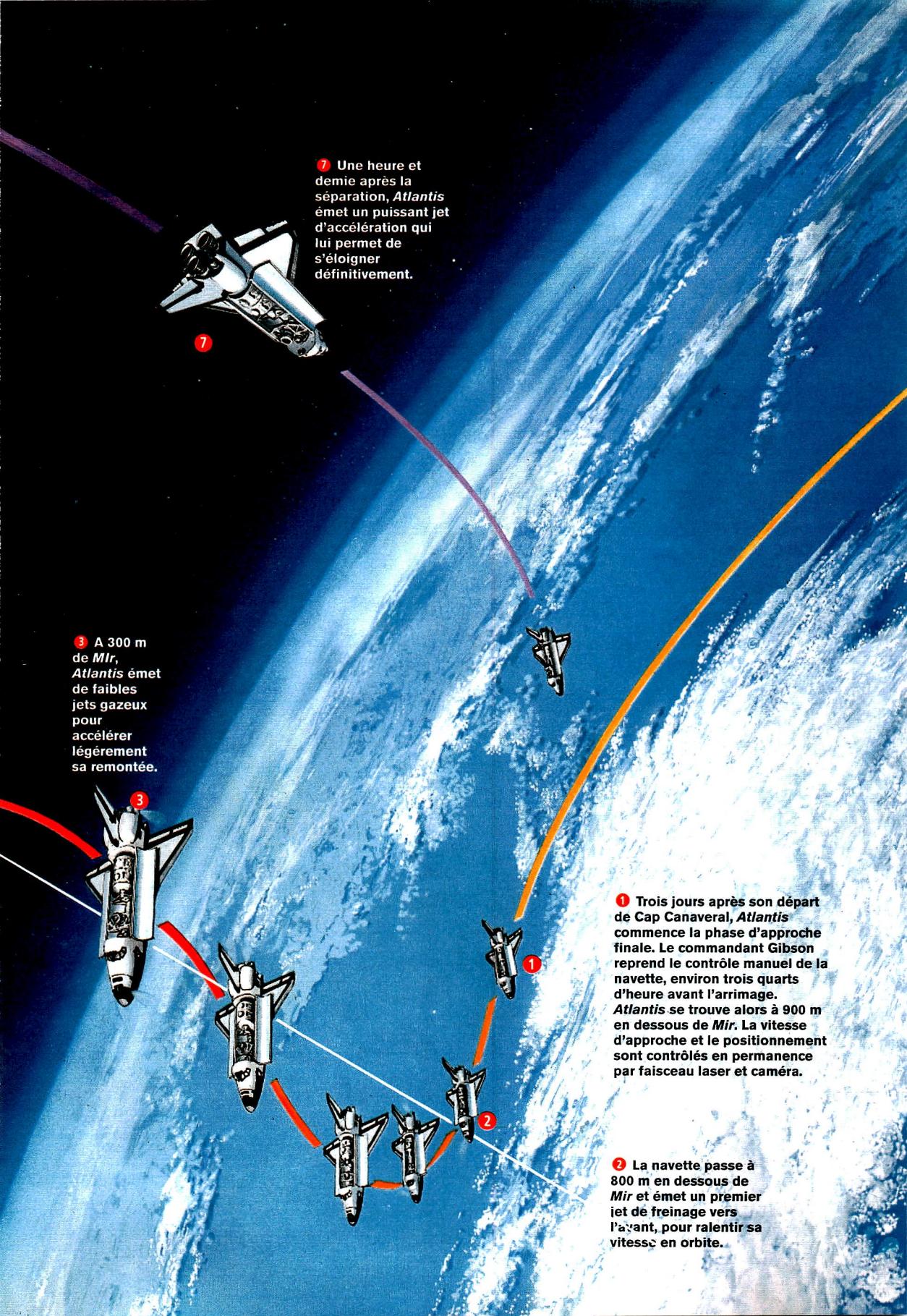
Dans la troisième semaine de juin donc, la navette *Atlantis* devrait décoller du centre Kennedy, en Floride, avec dans sa soute un système d'arrimage flambant neuf construit par les firmes californienne Rockwell et russe Energia. Dans la cabine, l'équipage aussi sera international – cinq astronautes américains et deux cosmonautes russes – car la mission consistera à aller relever l'équipage en poste depuis trois mois à bord de *Mir*. Anatoly Solovyev et Nikolaï Budarin s'envoleront donc avec *Atlantis* pour aller remplacer le commandant Dezhurov, l'ingénieur de vol Gennadiy Strekalov... et le physicien Norman Thagard qui, depuis le 16 mars dernier, est le premier astronaute de la Nasa à séjourner dans ce qui fut l'un des joyaux technologiques les plus célèbres de l'Union soviétique. A bord d'*Atlantis* également : le commandant Robert Gibson, titulaire d'une expérience de quatre vols dans l'espace, qui aura la responsabilité de la manœuvre d'arrimage et ses compatriotes Charles Precourt, Ellen Baker, Greg Harbaugh, Bonnie Dunbar.

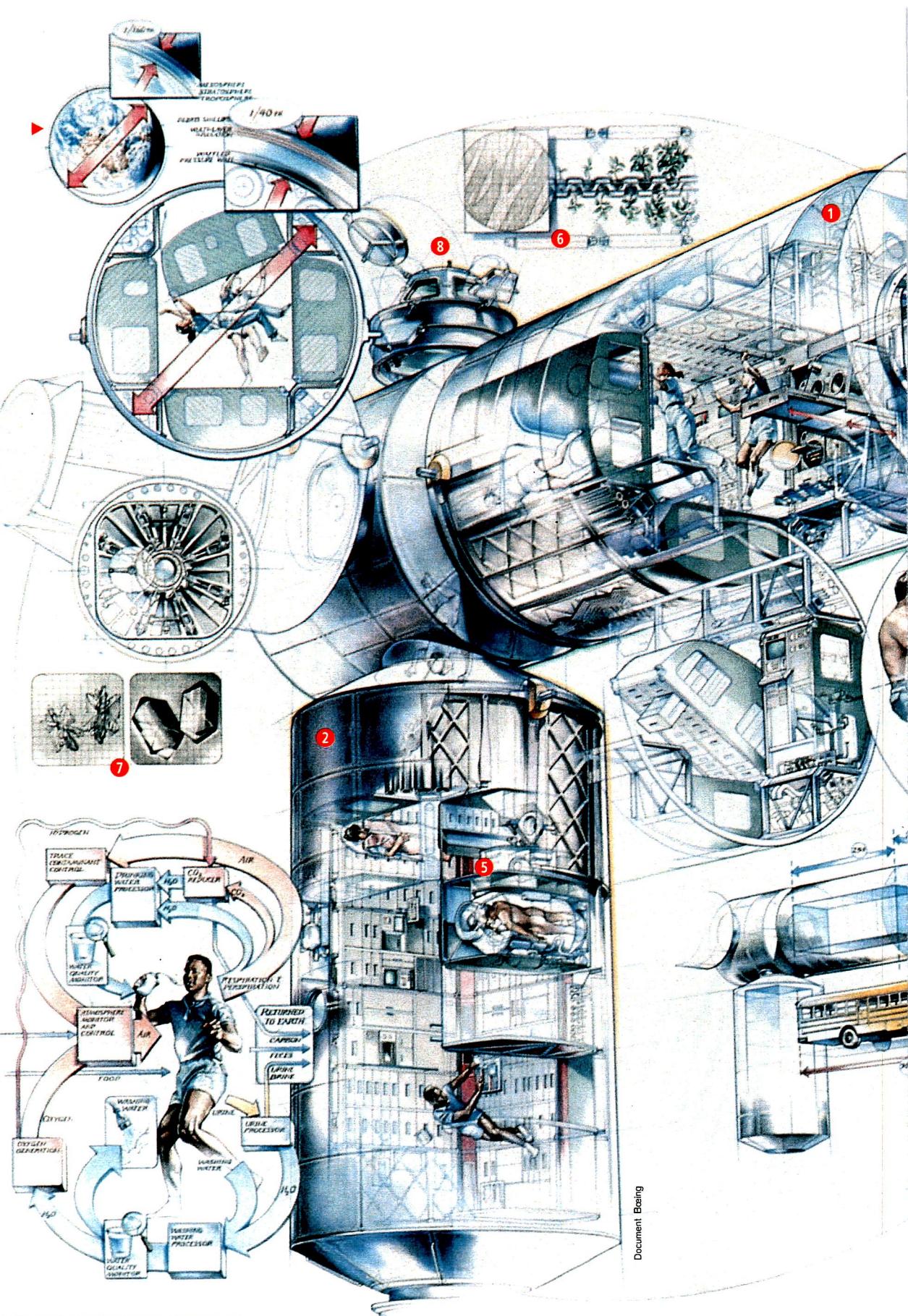
Le programme prévoit onze jours de vol, dont quatre jours entiers arrimés à l'extrémité inférieure de *Mir*. Les astronautes et les cosmonautes pourront alors effectuer trente-six expériences communes ayant pour objet de déterminer l'influence de l'apesanteur sur leurs tissus osseux, leurs globules rouges, leur capacité respiratoire, leur système de défense immunitaire, leurs performances musculaires. Ils mesureront aussi l'environnement microbien et le taux de rayonnement cosmique dans la station russe. Mais que l'on ne s'y trompe pas, le vrai but de cette mission commune, comme de celles qui suivront, est ailleurs.

Il s'agira d'abord et avant tout de commencer à apprendre à vivre et à travailler ensemble. On testera la compatibilité des matériaux – et en particulier le fonctionnement du système d'arrimage. On comparera les méthodes, les techniques et l'on évaluera toutes les difficultés – y compris les problèmes psychosociologiques de type incompatibilité d'humeur, de caractère, de culture ou autres – susceptibles de surgir lors d'une cohabitation prolongée en orbite.

# PRÉLIMINAIRES À UNE UNION SPATIALE







## 2002 : VIVRE DANS L'ESPACE



Fin 1998, dix mois après le début de sa construction en orbite, la station internationale Alpha pourra déjà accueillir trois astronautes. Et à partir de 2002, elle sera habitée en permanence par un équipage de six personnes renouvelable tous les six mois. Les services de transports seront assurés par la navette américaine, la fusée russe Soyouz et, peut-être plus tard, par la fusée Ariane 5 européenne. À l'achèvement, le complexe orbital international arborera les dimensions d'un grand terrain de football. Il comportera six modules-labatoires ① et deux "pièces" d'habitation ② à l'intérieur desquels les hommes et les femmes de l'espace pourront vivre en bras de chemise dans une ambiance tempérée.

A bord, l'emploi du temps quotidien ménagera la plus grande part pour le travail : les "employés" d'Alpha passeront en effet neuf heures par jour à effectuer des expériences scientifiques et à entretenir la station. En contrepartie, ils pourront dormir huit heures et disposeront d'un total de quatre heures pour se restaurer et faire leur toilette. Les astronautes se livreront aussi quotidiennement à deux heures d'exercice physique intensif pour limiter les effets de

l'apesanteur sur leur masse musculaire et sur leur squelette. Enfin, une heure de temps libre leur sera quotidiennement accordée pour qu'ils puissent lire, écrire, écouter de la musique, ou bien admirer la Terre au hublot de leur résidence céleste.

Le mode de vie, toutefois, devra être intégralement adapté à l'absence de gravité. En orbite, les astronautes et leurs outils flottent librement et ne tombent plus vers le "bas". Tout devra donc être prévu pour tenir compte de cet effet. Le tournevis, la calculatrice et autres petits instruments seront fixés aux murs à l'aide d'un tissu adhésif ③. A leurs postes de travail, les astronautes disposent de nombreuses poignées et de nombreux systèmes de retenue des pieds qui leur permettront de s'appuyer et de maintenir leur position ④. Même la nourriture aura une constitution spéciale, légèrement gluante, pour adhérer au plateau repas et ne pas "s'envoler". La cabine de douche et les toilettes auront été conçues pour aspirer proprement toutes les eaux usées et tous les rejets ⑤.

La journée de travail consistera principalement à mettre en œuvre les dizaines d'expériences prévues touchant aux domaines de la biologie ⑥, de la physique fondamentale, de la production de matériaux ⑦, et de la médecine. Les études dureront plusieurs mois et les astronautes seront présents à tout moment pour intervenir, diagnostiquer un problème ou modifier un réglage. Conduites en collaboration avec des centaines de scientifiques au sol, ces investigations pourront donner lieu à des applications intéressantes dans les domaines de la santé, de la diététique, de la sécurité, des télécommunications et des transports.

Autre grande tâche à accomplir : l'entretien de la station. Elle obligera les astronautes à enfiler leur scaphandre et à travailler deux cents heures par an dans le vide de l'espace. On arrimera de nouveaux modules, on remplacera des panneaux solaires usés et l'on colmatera les trous créés par les météorites dans les parois. Les ouvriers de l'espace disposeront également d'une petite capsule pressurisée ⑧, sorte de soucoupe volante autonome, qui leur permettra de faire régulièrement le tour de l'édifice orbital et d'en inspecter l'état extérieur.

Les difficultés inhérentes à la construction et à l'exploitation de la station spatiale induisent qu'il faudra tout prévoir dans le détail. L'espace ne souffre pas l'improvisation. Le moindre boulon, le moindre centimètre de canalisation ou de câblage devra être pensé à l'avance puis délivré en orbite à l'heure requise. En cas d'oubli ou de retard, le magasin le plus proche se trouvera à quatre cents kilomètres et il n'y aura pas de courrier pour effectuer une liaison rapide...

Enfin, qui seront les heureux élus à pouvoir séjournier à bord de cette demeure cosmique futuriste ? Des aventuriers passionnés, des scientifiques surdoués, suffisamment motivés pour avoir franchi toutes les épreuves de sélection organisées par les agences spatiales. Des biologistes, des physiciens ou des médecins, tous titulaires d'un doctorat et dotés d'une santé de fer. Ils auront le cœur suffisamment "accroché" pour supporter sans défaillir les pires tests en centrifugeuse... Si vous pensez être de cette trempe-là, vous pouvez tenter votre chance en postulant auprès du Centre national d'étude spatial (CNES) ou de l'Agence spatiale européenne (ESA), à Paris.

## RENDEZ-VOUS SPATIAL

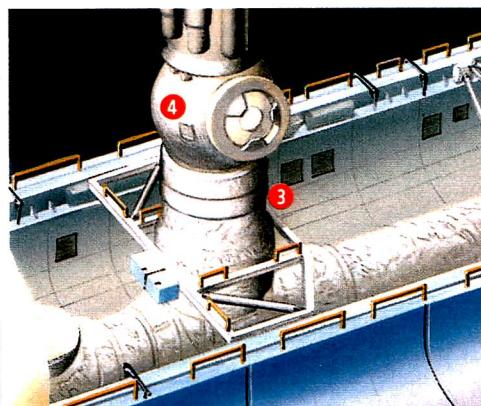
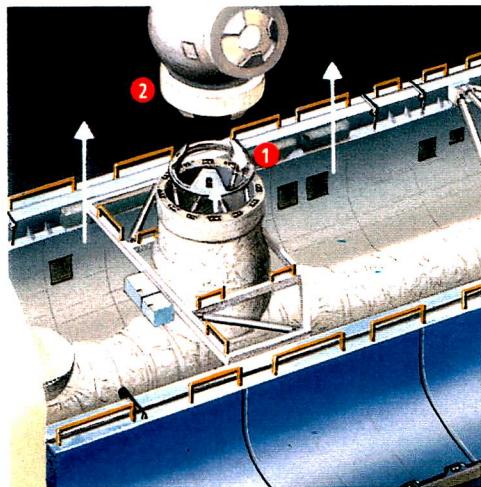
suite de la page 47

► Car, c'est décidé, Américains et Russes aspirent désormais à la vie commune dans l'espace. Dans la corbeille de mariage : les programmes habités qui faisaient jadis leur orgueil et leur fierté. Ils sont loin les débuts épiques de la conquête de l'espace orbital. Oubliés les temps glorieux de *Sputnik*, de Youri Gagarine et de Neil Armstrong. Aujourd'hui, les héros ont vieilli et ils sont fatigués. D'un côté, la Nasa se débat entre ses fonctionnaires quinquagénaires et ses navettes ruineuses. De l'autre, les héritiers de Staline et de Gorbatchev se retrouvent champions du vol longue durée, mais désormais sans le sous.

Entre les deux, quelques timides candidats à la relève – Européens, Japonais, Chinois, Indiens – commencent à se faire entendre. Mais la poursuite de l'exploration spatiale ne se fera pas sans une profonde réorientation économique et politique consistant à fédérer les efforts de plusieurs pays volontaires. Les Américains et les Russes l'ont parfaitement compris. La Nasa affirme par la voix de l'un de ses responsables que «les vols américano-russes et les jonctions *Mir*-navette constituent la première étape d'une relation qui va devenir très féconde».

Vœu pieux ? Déclaration volontairement enthousiaste, teintée de propagande ? A entendre ces paroles, on pourrait presque croire que le premier arrimage *Mir*-navette est déjà un succès et qu'il s'agit de songer aux étapes suivantes. Pourtant, l'arrimage des deux gros vaisseaux ne sera pas chose facile. La rencontre entre les deux mastodontes de cent tonnes chacun pourrait même causer des dégâts irréversibles... Les Russes, qui craignent pour leur fragile station, s'en sont inquiétés très tôt. Ils se rappellent qu'en 1975 la capsule *Apollo* avait percuté *Soyouz* plus brutalement que prévu – et il ne s'agissait alors que de réunir deux modules légers. Qu'adviendra-t-il cette fois-ci avec des véhicules dix fois plus massifs ? Sans compter que les formes tentaculaires de *Mir* et le profil ailé de la navette compliqueront encore l'exercice. Pas question pour *Atlantis* de venir heurter un panneau solaire ou une antenne russes qui dépasseraient.

Voilà pourquoi une répétition a été organisée le 6 février, lorsque la navette *Discovery* s'était approchée à onze mètres de *Mir* – sans aller jusqu'à l'arrimage. Mais contrairement à la procédure utilisée alors, il a été décidé qu'*Atlantis* approcherait cette fois-ci "par en dessous", de manière à limiter au maximum les émissions de gaz de freinage vers les panneaux solaires de la station. Le grand mécano-spatial russe est en orbite depuis février 1986. Il mesure maintenant trente mètres



Dessins Lactuix

de long et devait encore recevoir le mois dernier un nouveau module d'alimentation en énergie solaire. Les Russes ne tiennent donc pas à ce que leurs panneaux solaires tout neufs soient encrasés par les émissions polluantes de la navette. Conséquence, *Atlantis* devra s'amarrer à l'extrémité de *Mir* la plus proche de la Terre, sur le module technologique Cristal. Une manœuvre de rendez-vous très inhabituelle à laquelle le commandant Gibson s'entraîne depuis un an dans les simulateurs de vol du centre Johnson, au Texas.

Autre précaution : le collier d'arrimage de 100 millions de dollars (près de 500 millions de francs) qu'a reçu *Atlantis* est plus gros, plus résistant et plus élaboré que celui d'*Apollo* et de *Soyouz*. Ce système calqué sur celui qui équipe le module Cristal, et que les Soviétiques destinaient initialement à leur navette *Bourane*, comporte notamment un puissant système d'absorption de choc qui aura pour rôle de diminuer les effets de la collision, celle-ci a lieu à 0,2 kilomètre/heure.

En outre, *Atlantis* devra utiliser la totalité des



NASA

## Des mâchoires pour arrimer 200 tonnes

Le mécanisme d'arrimage de la navette *Atlantis* est constitué de trois pétales de guidage ① portant chacun un loquet de capture. La manœuvre de positionnement s'effectuera face au mécanisme de *Mir* à 10 cm près ② et photo ci-dessus). Après la capture, un système de freinage sera activé pour amortir le mouvement résiduel des deux vaisseaux de 100 tonnes chacun. Lorsque les deux mécanismes d'arrimage seront parfaitement alignés, celui d'*Atlantis* se retractera de façon à amener les deux colliers en contact ③ et à verrouiller le tout à l'aide d'un système de douze crochets. Les colliers d'arrimage réunis formeront un sas étanche qui sera pressurisé pour permettre aux astronautes de passer de la cabine d'*Atlantis* au module Cristal de *Mir* ④

deux mille tonnes de poussée maximum de ses moteurs pour se hisser jusqu'à *Mir*. En temps normal, la navette n'aurait jamais pu atteindre l'altitude de la station. La Nasa a donc demandé à l'agence spatiale russe RKA de redescendre *Mir* jusqu'à 390-395 kilomètres. Mais, même ainsi, c'est un peu juste : la navette ne disposera que d'une période de cinq minutes par jour pour décoller et se placer sur la bonne trajectoire. Si elle ne parvient pas à s'envoler pendant cette "fenêtre" très étroite, l'essai sera reporté au lendemain, et ainsi de suite jusqu'au lancement effectif.

Dès le décollage plein gaz, *Atlantis* amorcera une course-poursuite qui durera deux jours et demandera de nombreuses mises à feu des propulseurs pour rejoindre la "cible". La phase terminale d'approche interviendra le troisième jour. Le commandant Gibson manœuvrera au ralenti et en commandes manuelles pour positionner et aligner délicatement le collier d'arrimage d'*Atlantis* en face du collier situé sur *Mir*. Lorsque les deux pièces seront enclenchées et verrouillées,

elles formeront un sas de communication étanche par lequel les astronautes pourront rejoindre les cosmonautes et la joie des "retrouvailles" pourra éclater au cours d'une petite cérémonie d'accueil qui – événement historique oblige – sera retransmise en direct par les télévisions occidentales et orientales.

La jonction sera maintenue pendant quatre à cinq jours : le temps d'effectuer vingt et une expériences à l'intérieur du laboratoire Spacelab d'*Atlantis* et une quinzaine d'autres dans *Mir*. On préleva des échantillons de sang, de salive et d'urine sur Thagard, Dezhurov et Strekalov qui arriveront au terme d'un séjour de trois mois à bord de *Mir* – le plus long vol spatial jamais effectué par un astronaute américain. Et, comme après tous les vols dans l'espace, les problèmes psychologiques, les signes de déprime, d'anxiété ou d'irritabilité que pourraient présenter les anciens locataires de *Mir* seront examinés.

Puis, *Atlantis* qui était arrivée avec sept passagers se séparera en emportant huit pour le retour – Solovyev et Budarin prenant le contrôle de *Mir* pour deux mois et demi. Une pirouette d'adieu autour de la vieille station russe et le vaisseau américain s'éloignera rapidement dans la nuit cosmique pour venir se poser, quelques jours plus tard, sur la piste ensoleillée du centre Kennedy, à Cap Canaveral.

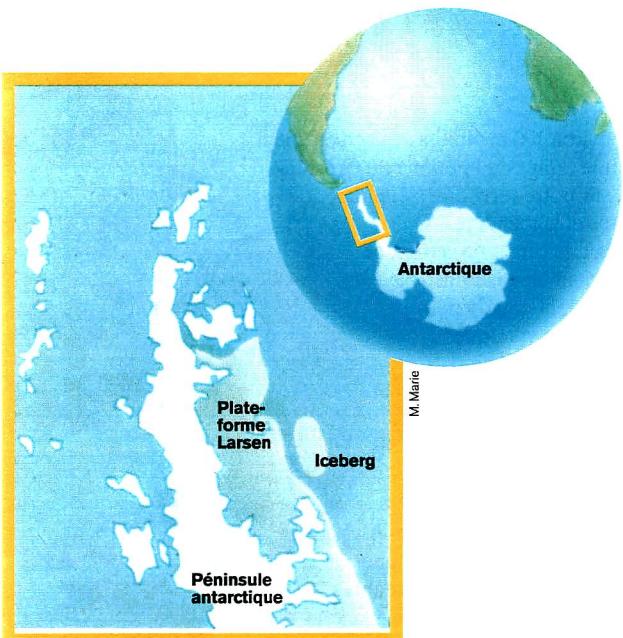
La mission des participants à cette rencontre d'un type nouveau sera prolongée plus tard par six autres qui achemineront successivement quatre citoyens des Etats-Unis vers *Mir* pour qu'ils y séjournent au total un an et demi. Ensuite, à partir de décembre 1997, commencera l'édification de la station internationale *Alpha* : un complexe de quatre cents tonnes destiné à accueillir en permanence trois, puis six "internationaux" dans un volume habitable de 900 m<sup>3</sup>. Une véritable usine à l'intérieur de laquelle pourront être produits des matériaux et réalisées des expériences consommant jusqu'à cent dix kilowatts d'énergie électrique.

Avec une centrale solaire américaine, une intendance russe, des laboratoires américain, européen et japonais, une grue de transport canadienne et, peut-être plus tard, d'autres éléments d'autres origines, cette cité dans l'espace sera vraiment internationale. Le défi ? Assurer jusqu'au bout les vingt milliards de dollars de financement, bien sûr. Mais aussi, apprendre à coexister entre personnes de goûts, de langues et d'origines différentes. Si cette expérience peut sembler facile pour des spationautes surentraînés, elle n'en reste pas moins un symbole pour toutes les nations.

**CLIMAT**

# **Les icebergs maîtres du temps**





## Les énormes icebergs qui se sont détachés de l'Antarctique l'hiver dernier annoncent-ils un réchauffement du temps ? Rien de moins sûr. Et pourtant, par le passé, ce sont eux qui contrôlaient le climat.

PAR HÉLÈNE GUILLEMOT

**G**rand comme l'Île-de-France, haut comme une cathédrale, le gigantesque iceberg repéré à la fin du mois de février, flottant au large de la pointe Larsen, à l'ouest de l'Antarctique, s'était détaché de la banquise quelques semaines auparavant. Moins d'un mois plus tard, un deuxième glacier géant de 2 000 km<sup>2</sup> quittait le Continent Blanc. Aux premiers jours d'avril, un nouvel iceberg de près de 100 km de long était vu dérivant au sud de l'Amérique du Sud. Même entraînées sous des latitudes moins froides, ces montagnes de glace mettront des mois, voire des années, à fondre ! Mais, sous la haute surveillance des satellites et des radars, le danger pour les navires apparaît bien moins redoutable qu'au temps du *Titanic*.

Pourtant, ces icebergs pourraient bien repré-

senter une menace d'un tout autre genre. On s'interroge : sont-ils le fruit d'un phénomène naturel et ordinaire ou les signes avant-coureurs d'un prochain changement climatique dû aux rejets de gaz à effet de serre (<sup>1</sup>) ? Ne serait-ce pas là la preuve que le réchauffement tant annoncé a bel et bien commencé ?

Au risque de décevoir, la question n'est pas tranchée, et les spécialistes, une fois n'est pas coutume, ne sont pas unanimes. Les Britanniques du laboratoire de surveillance antarctique de l'université de Cambridge, rappelant qu'un réchauffement moyen de 2 °C en cinquante ans a été mesuré dans la région, estiment que ces trois icebergs aux dimensions hors du commun annoncent, en effet, le début de la fonte de l'Antarctique. Le glaciologue français Claude Lorius, lui, pense qu'« on ne peut absolument pas faire de relation entre ces icebergs et un éventuel réchauffement » (<sup>2</sup>). Certains glaciers de l'Antarctique ont certes reculé, certaines portions de banquise aussi, mais rien n'indique que cette tendance soit générale.

En soi, la formation d'icebergs est un phénomène parfaitement banal : ce sont des morceaux de glace qui se sont détachés des vastes corniches qui avancent sur la mer tout en restant reliées à la calotte continentale (voir dessin page suivante). Ces plates-formes sont, en effet, poussées par la calotte, qui glisse sous l'action de son propre poids, et sapées à la base par l'eau de mer. Mais le crû 1995 n'a rien d'exceptionnel, selon Jean-Claude Duplessy, directeur du laboratoire de paléoclimatologie de Gif-sur-Yvette. De très gros icebergs sont produits plus ou moins périodiquement, comme celui de l'hiver 1991, vaste comme la Corse !

Bref, il n'y a pas le feu à la banquise. Et puis, même si le climat se réchauffait bientôt, nous ne serions pas menacés par une fonte catastrophique des glaces – du moins, pas avant plusieurs siècles. Les immenses plates-formes de l'Antarctique de l'Ouest (d'où proviennent les trois icebergs géants) sont instables, c'est vrai, mais un temps assez long devrait s'écouler entre le réchauffement atmosphérique et la fonte de ces tables glaciaires. Sur le front est de l'Antarctique, rien à craindre : cette calotte glaciaire, la plus grande réserve de glace au monde, est établie sur un socle élevé et accidenté, et donc particulièrement stable. Même une hausse d'une dizaine de degrés ne suffirait pas à la faire fondre (la température y est en moyenne de -50 °C). Au Groenland également, la calotte est solidement arrimée. En outre, il ne faut pas oublier qu'un réchauffement climatique se traduirait, certes, par une hausse du thermomètre, mais aussi par un accroissement des précipitations, donc par des chutes de neige plus abondantes au-dessus de

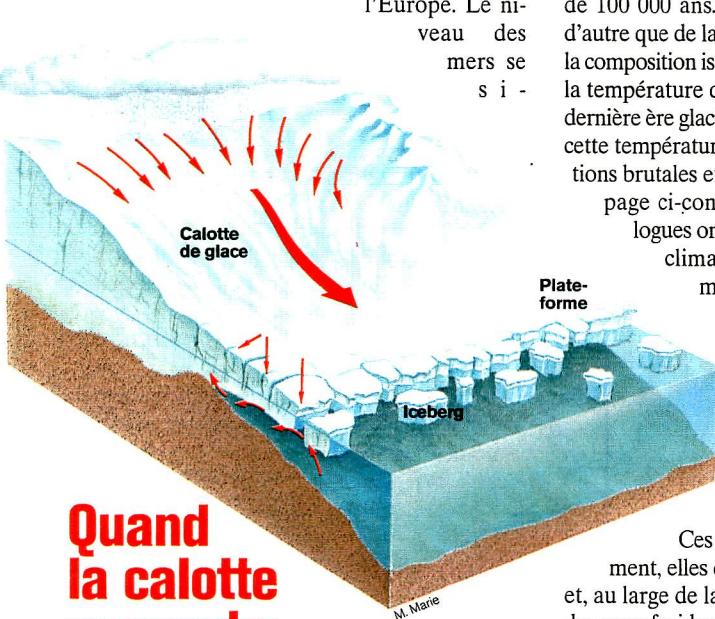
## CLIMAT

► l'Antarctique et du Groenland, ce qui contrebalançait la fonte des calottes...

Les modèles numériques qui permettent de calculer les conséquences de l'effet de serre d'origine humaine prévoient donc, pour le XXI<sup>e</sup> siècle, une élévation plutôt lente du niveau des océans – et plus par dilatation thermique de l'eau (de 7 à 15 cm de hausse d'ici à 2030) qu'à cause de la fonte des glaces (de 3 à 15 cm d'ici à 2030). Dans les décennies et les siècles à venir, les glaces ne joueront donc pas un très grand rôle sur la scène climatologique.

Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Il y a des dizaines de milliers d'années, de gigantesques armadas d'icebergs (rien à voir avec les trois malheureux glaçons du début de l'hiver) étaient capables de bouleverser le climat mondial ! On était alors en pleine période glaciaire, et d'énormes calottes blanches recouvrant non seulement le Groenland et l'Antarctique mais aussi le Canada, une partie des Etats-Unis, tous les pays scandinaves et le nord de l'Europe. Le niveau des mers se si -

naives et le nord de l'Europe. Le niveau des mers se si -



## Quand la calotte accouche d'un iceberg

D'année en année, la neige s'accumule sur le continent Antarctique et se transforme en glace. Cette calotte de plusieurs kilomètres d'épaisseur glisse lentement sous l'effet de la pesanteur, son extrémité flottant sur la mer. Soumise à des torsions dues à son poids, sapée par la houle et les courants, cette plate-forme se fissure puis se brise en de multiples morceaux : les icebergs. En Antarctique de l'Ouest, le socle sur lequel repose la calotte se trouve en dessous du niveau de la mer, ce qui la rend assez instable en cas de réchauffement important du climat.

tuit environ 100 m plus bas qu'actuellement. C'était le temps de l'homme de Cro-Magnon, sur notre territoire s'étendaient la steppe et la toundra.

En fait, le climat de cette rude époque était bien plus instable que celui dont nous bénéficiions depuis quelques milliers d'années. Chacun connaît le cycle glaciaire-interglaciaire... mais, à l'intérieur même de la dernière période glaciaire, les paléoclimatologues ont découvert, depuis une dizaine d'années, de surprenantes fluctuations du climat. En prélevant au Groenland et en Antarctique des carottes de glace de plusieurs milliers de mètres de long, ils ont pu reconstituer le climat depuis plus de 100 000 ans. Cette glace n'est en effet rien d'autre que de la neige tombée et accumulée, dont la composition isotopique (1) permet de remonter à la température de l'air de l'époque. Or, durant la dernière ère glaciaire, entre -50 000 et -11 000 ans, cette température a connu une vingtaine de variations brutales et de grande ampleur (voir courbe

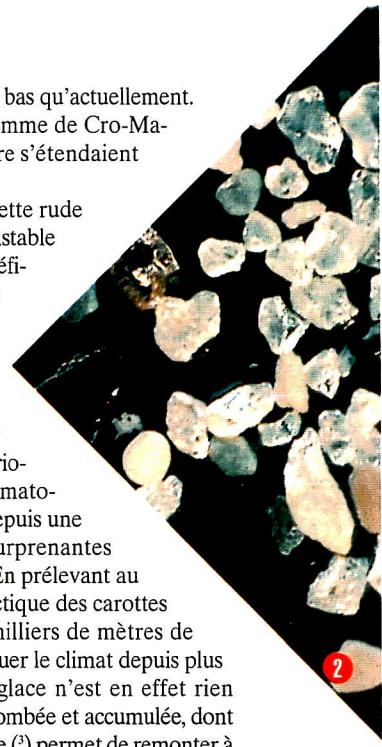
page ci-contre). Tout de suite, les climatologues ont soupçonné l'origine de ces sauts climatiques : des changements non moins brusques de la circulation dans l'océan Atlantique.

Les courants marins exercent, en effet, une influence capitale sur le climat, en particulier la circulation "thermohaline", qui transporte les eaux chaudes de surface de l'équateur à l'Atlantique nord.

Ces eaux se refroidissant progressivement, elles deviennent de plus en plus denses et, au large de la Norvège, plongent pour former des eaux froides et salées qui, au fond des océans, se dirigent vers le sud. Cet immense "tapis roulant" accomplit ainsi une véritable redistribution de la chaleur des eaux tropicales, au profit surtout de l'Europe du Nord. Qu'il s'arrête ou modifie sa route, et c'est tout le climat qui s'en trouve affecté ! Mais, en admettant que telle soit l'origine des oscillations climatiques de l'époque glaciaire, on n'a fait que déplacer le problème : reste à expliquer pourquoi les courants océaniques auraient si souvent et si brusquement changé de trajectoire...

De nouveaux indices, enfermés cette fois dans des carottes de sédiments océaniques, vont éclaircir

(1) Les hommes relâchent dans l'air des quantités croissantes de gaz carbonique, de méthane et autres gaz dits "à effet de serre", qui contribuent à accroître la température atmosphérique : c'est pourquoi il est prévu pour le siècle prochain un réchauffement global et d'importants bouleversements climatiques.



# LES ICEBERGS SOUFFLENT LE CHAUD ET LE FROID

Durant la dernière ère glaciaire, entre -11 000 et -50 000 ans, le climat de l'Atlantique nord a connu d'amples et brutes fluctuations de température (courbe ci-dessous) : c'est ce que révèlent les carottes

de glace du Groenland et la faune microscopique des sédiments océaniques.

En général, les sédiments océaniques ont une couleur beige claire due à des coquillages minuscules, les foraminifères ①. Mais les carottes prélevées au fond de l'Atlantique ont la particularité d'être striées de minces couches sombres, constituées de petits

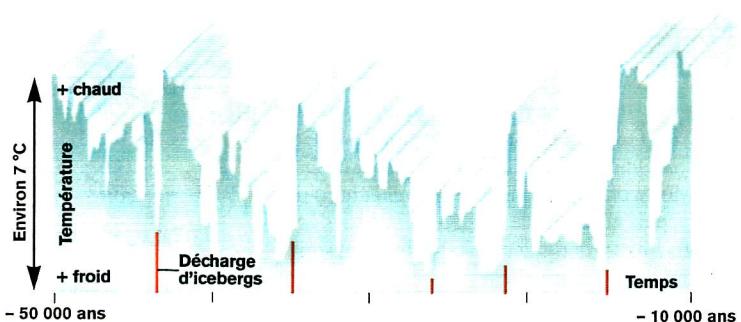
cailloux ②. Ces débris ont été apportés par des icebergs brusquement et massivement détachés de la calotte glaciaire (traits rouges sur la courbe) ; or, ces débâcles surviennent quand le climat est au plus froid, et sont suivies d'un brusque réchauffement. D'où l'idée que les icebergs sont peut-être la cause des variations climatiques de la dernière période glaciaire.

ce mystère. Ces carottes ont une bien curieuse allure : on y distingue à l'œil nu, alternant avec les couches claires pleines

de débris de coquillages microscopiques, six minces couches foncées, constituées de cailloux grossiers qui, à l'analyse, vont se révéler provenir de l'érosion de divers socles d'Amérique du Nord et de Scandinavie (voir photo ci-dessus). Comment diable ces débris continentaux sont-ils parvenus, et à plusieurs reprises, jusqu'au fond des mers ? Une seule explication : ils ont été entraînés dans l'océan par gros icebergs (nous y voilà !) qui se sont détachés brusquement de la calotte glaciaire.

D'autres analyses confirment que ces couches sombres correspondent à des apports d'eau douce. Enfin, le lien est établi avec les fluctuations climatiques des carottes de glace : les débâcles d'icebergs coïncident avec les pointes les plus froides, et elles sont suivies par des réchauffements extraordinairement rapides. On peut ainsi reconstituer l'histoire...

Il y a des dizaines de milliers d'années, les deux immenses calottes de glace qui recouvrent l'Amérique du Nord et l'Europe du Nord s'épaissent peu à peu, alimentées par les chutes de neige. Sous le poids, la croûte continentale s'enfonce lentement, et la mer s'élève donc par rapport aux glaces. A un certain moment, érodée par l'océan, cédant sous son propre poids, la plate-forme de glace bordant la calotte décharge d'un coup une énorme masse d'icebergs qui partent à la dérive.



M. Marie

Descendant très au sud, probablement jusqu'à la latitude de Gibraltar, ces montagnes de glace injectent de grandes quantités d'eau peu salée et très froide dans l'Atlantique (qui se transforme partiellement en banquise).

Au bout de plusieurs siècles, les icebergs ayant fondu, on assiste à un réchauffement très brutal du climat, de 4 ou 5 °C en quelques décennies. Là encore, la circulation océanique serait en cause : interrompue par la couche de glace, elle reprendrait ensuite, drainant les eaux chaudes plus au nord. Ensuite, le climat se refroidit progressivement. Et, 6 000 ou 7 000 ans plus tard, les calottes glaciaires ayant à nouveau grossi, elles se brisent en larguant une nouvelle armada d'icebergs...

Ce scénario n'explique pourtant pas tout. Il n'est pas certain que les brusques réchauffements et les refroidissements qui s'ensuivent soient pilotés uniquement par les icebergs, ni que la formation de ces derniers n'obéisse qu'à la dynamique des calottes de glace. Certains chercheurs pensent qu'un phénomène climatique extérieur, encore inconnu, pourrait être à l'origine des largages d'icebergs, qui ne feraient alors qu'amplifier ce refroidissement. Quoi qu'il en soit, tout ceci illustre bien l'instabilité fondamentale du climat : dans certaines conditions, un petit coup de pouce suffit à déclencher des changements majeurs. ■

(2) *Le Figaro*, 12 mars 1995.

(3) La teneur en oxygène 18 et en deutérium de la glace permet de connaître la température de l'air au moment où tombait la neige qui a formé cette glace.

# DOCUMENTS

## Les manuscrits de la mer Morte enfin révélés

PAR GERALD MESSADIÉ

Découverts à partir de 1947 dans des grottes à Qumran par un berger palestinien qui cherchait une chèvre égarée, les manuscrits de la mer Morte ont déclenché une guerre d'abord policière, puis académique et idéologique sans égalé dans l'histoire du déchiffrage de manuscrits. Ce conflit a été marqué par des scandales de proportions internationales, et le grand public a fini par s'en émouvoir.

Cette guerre est loin d'être finie : le récent "piratage" de ces textes par des spécialistes américains, Robert Eisenman et Michael Wise (1), en témoigne. Ils ont décidé, il y a trois ans de publier indépendamment, en leur nom propre, une cinquantaine de fragments accompagnés de leur traduction et de commentaires exégétiques. C'est une réédition, si l'on peut dire, à peine plus courtoise du coup de Trafalgar. Mais ce coup d'éclat est profondément salutaire, car il donne un avertissement à tous les scientifiques tentés par la rétention d'information. A cet égard, l'affaire des manuscrits de la mer Morte (qu'on désignera ici par le sigle MMM) est exemplaire.

Le contexte historique de leur découverte aurait déjà des querelles à venir. En 1947, la Palestine était sous mandat britannique ; les manuscrits dits de la grotte I – celle où s'égara la fameuse chèvre – dormaient depuis deux mille ans dans des jarres. Ils furent déposés pour examen à l'Ecole américaine de Jérusalem. En 1952, d'autres manuscrits furent trouvés dans la grotte IV. La Palestine avait été partagée entre le nouvel Etat d'Israël et le royaume de Jordanie, et Qumran se trouvait à l'époque sous juridiction jordanienne : les nouveaux manuscrits furent donc transférés au musée archéologique de Palestine, connu depuis sous le nom de musée Rockefeller de Jérusalem-Est, également sous contrôle jordanien. Entre temps, les

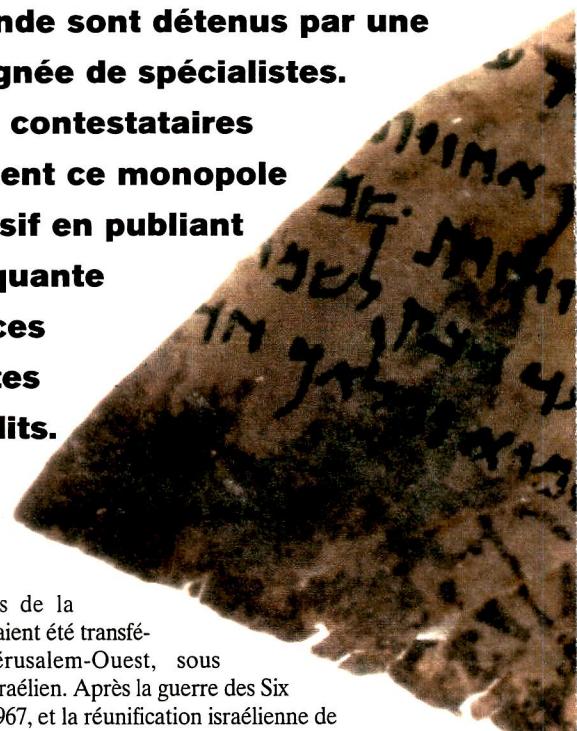
**Depuis leur découverte, les plus célèbres manuscrits du monde sont détenus par une poignée de spécialistes.**

**Des contestataires défient ce monopole abusif en publiant cinquante de ces textes inédits.**

manuscrits de la grotte I avaient été transférés à Jérusalem-Ouest, sous contrôle israélien. Après la guerre des Six Jours en 1967, et la réunification israélienne de Jérusalem, le musée Rockefeller se trouva donc, lui aussi, sous contrôle israélien. Le résultat de ces pérégrinations est que, à ce jour, personne ne sait qui est juridiquement propriétaire des MMM. Selon un état de fait rocambolesque, ils sembleraient appartenir... aux chercheurs mêmes qui les étudient ! Or, leur équipe s'est constituée *de facto*, non *de jure*, aberration de premier ordre.

Ajoutons, pour la petite histoire, qu'une portion des manuscrits, impossible à estimé, a disparu, d'innombrables fragments ayant fait l'objet de trafics crapuleux, d'escroqueries et d'imprudences inqualifiables, le tout pimenté de kidnappings, coups de feu et chantages dignes d'un film noir. Exemple de la légèreté qui présida à leur ►

(1) *Les Manuscrits de la mer Morte révélés*. Fayard, 1995.



# la mer Morte



R. Perry/Sygma

## Un puzzle qui éclaire l'histoire

Malmenés par le temps, ces pauvres morceaux de cuivre et de parchemin n'en éclairent pas moins certains moments obscurs de l'histoire du judaïsme.

## DOCUMENTS

► découverte : quand Miles Copeland, agent de la CIA, obtint enfin d'un marchand arabe, pour quelques milliers de dollars, un des précieux rouleaux, il eut la déplorable idée de le photographier... sur le toit de la légation américaine à Damas. Un coup de vent survint, emportant et perdant à tout jamais des fragments du document ! Exemple des fantasmes que les MMM peuvent susciter, même chez les militaires : avant la réunification de Jérusalem, le général Moshé Dayan et le major-général Ariel Sharon avaient projeté un raid sur le musée Rockefeller par les égouts de Jérusalem, pour s'emparer des manuscrits ! Pour faire bonne mesure, ajoutons la description des 65 tonnes d'argent et des 26 tonnes

d'or en lingots dont le rouleau de cuivre fait mention, et qui ont suscité des aventures extravagantes. Presque aussi belles que celles des *Aventuriers de l'arche perdue*.

Le déchiffrement des manuscrits posait déjà un certain nombre de difficultés : outre leur statut ambigu, provenant de l'absence de propriété officielle, il faut citer leurs manques, de nombreux fragments ayant été perdus ou volés ; puis des difficultés techniques, car il était ardu de dérouler les rouleaux sans les abîmer, presque tous ayant été écrits sur parchemin, maintenant pulvérulent, à l'exception d'un rouleau gravé sur cuivre et donc plus compliqué encore à dérouler ; enfin, le fait que plusieurs étaient codés. Une difficulté de plus

## QUE CONTIENNENT-ILS ?

- On distingue huit types de textes dans les manuscrits de la mer Morte :
- 1. Les textes messianiques et visionnaires, dont le plus représentatif est "La nouvelle Jérusalem", attribué au prophète Ezéchiel, et qui se réfèrent à une apocalypse imminente.
- 2. Les textes inédits de prophètes connus et les textes rédigés dans le style des prophètes de l'Ancien testament.
- 3. Les exégèses bibliques, commentaires et révisions de l'Ancien testament, rédigés dans un esprit spécifique des Esséniens.
- 4. Les textes dits calendaires et gardes sacerdotales, systèmes de calendriers et prescriptions sur les rotations des prêtres à certaines tâches.
- 5. Les testaments et admonitions, qu'on peut définir comme des textes de sagesse.
- 6. Les textes légaux, tels que

la règle de la communauté et ceux sur les œuvres considérées comme justice, c'est-à-dire permettant au fidèle d'assurer son salut.

- 7. Les psaumes et mystères.
- 8. Les textes sur la divination, la magie, l'astrologie et l'occultisme en général, que les Esséniens prisaient fort.

Les textes les plus révélateurs sont ceux qui comportent des variantes de textes connus, et qui renseignent donc sur les orientations de la secte essénienne, ainsi que les textes attribués à des auteurs déterminés, textes dits "pseudépigraphe".

Jusqu'à plus ample informé, aucun d'entre eux ne cite Jésus. Toutefois, le caractère d'un personnage essénien assez énigmatique, le Maître de Justice (voir article) évoque et préfigure celui de Jésus. Le conseil des Douze qui régissait la vie au monastère de Qumran évoque également les douze apôtres dont Jésus s'était entouré, et de nombreuses prescriptions, notamment sur les vœux de pauvreté et de célibat, ressemblent de près à certains des enseignements de Jésus.

L'un des points les plus controversés est la pratique du baptême "de rachat" spécifique des Esséniens avant la naissance du christianisme. Le fait que Jean le Baptiste (dont la description selon les Evangiles correspond de près à celle d'un Essénien) ait baptisé Jésus (entre autres) représente pour certains auteurs une preuve historique que Jésus fut admis au noviciat essénien (qui durait deux ans). Néanmoins, le rejet par Jésus du rigorisme qui caractérisait les Esséniens, aussi bien que les Pharisiens) indique qu'il se serait par la suite détaché de la communauté essénienne.

Les manuscrits de la mer Morte présentent donc un intérêt considérable pour les historiens des religions et les historiens généraux, puisqu'ils éclairent un aspect toujours obscur de la naissance du christianisme et de la vie spirituelle et politique du peuple juif dans les provinces romaines de Palestine au I<sup>e</sup> siècle, jusqu'à la destruction de Jérusalem par les troupes romaines en 70.



Miner/Sygma

# Et la lumière jaillit des ténèbres

C'est à Qumran, dans des grottes surplombant la mer Morte, que les manuscrits ont été découverts (ci-dessous). Dans une région qui, d'Ancien testament (grande carte) en Nouveau (petite carte), a été sans cesse soumise à des changements politiques et ethniques.



E. Lessing/Magnum



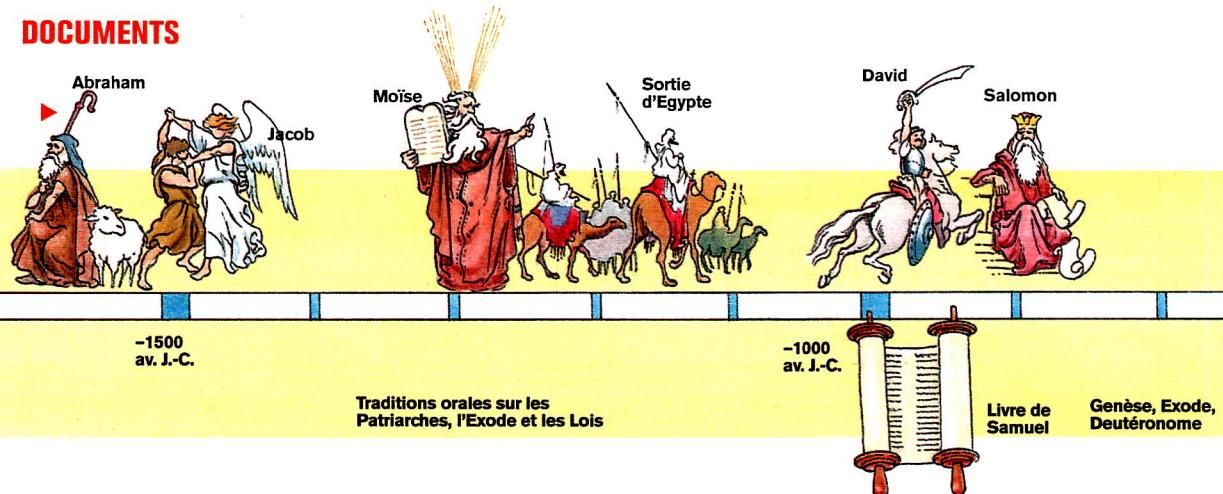
apparut, et elle était de taille : l'équipe d'épigraphistes et d'éditeurs s'érigea en autorité quasi-supranationale, indépendante d'aucune autorité autre que le Vatican. La première équipe, qui comprenait des gens tels le P. Benoît et John Strugnell, avait été désignée par l'Ecole biblique et archéologique française de Jérusalem, en fait émanation de l'ordre religieux des dominicains. La seconde équipe, dite internationale, fut constituée par un autre dominicain, directeur de la même Ecole biblique, le P. Roland de Vaux ; elle fut recrutée parmi des chercheurs des universités d'Oxford et de Harvard. Comme la première, elle détenait un monopole de fait absolu sur toute reproduction, édition, traduction ou utilisation académique des fameux manuscrits. Quand, en 1986, l'un des auteurs "pirates" cités plus haut, le Pr Robert Eisenman, du William F. Albright Institute of Archaeology, et le Dr Philip Davies, de l'université de Sheffield, tous deux chercheurs de premier rang, se rendirent à Jérusalem pour consulter les rouleaux de manuscrits, les directeurs de l'équipe internationale et de la conservation leur répondirent

tout net : «Vous ne verrez pas les rouleaux de votre vivant.» Arrogance fort peu académique et qui donne le ton de l'affaire.

Or, ces manuscrits étaient de caractère religieux. Ils avaient été, en effet, rédigés par une communauté monastique, les Esséniens, d'obéissance non rabbinique, créée vers le début du II<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Plusieurs chercheurs qui avaient originellement eu accès aux rouleaux, comme le Pr John Allegro, en avaient largement décrit la substance : les textes qu'ils contenaient n'étaient pas juifs au sens strict, mais judéo-chrétiens un siècle et demi au moins avant la naissance de Jésus (en l'an 7 avant notre ère). Ils contenaient, en effet, certains des germes de l'enseignement de Jésus, fondateur du christianisme : avènement imminent de la fin des temps, dépouillement matériel de l'individu, indispensable à son salut, respect impérieux de la Loi mosaïque et nécessité pour le croyant d'exprimer sa foi, non par les rites, mais par les œuvres.

Et là apparut une difficulté de plus, la plus formidable : les éditeurs choisis par l'Ecole biblique étaient-ils objectifs ? Intrigués par la volonté de ceux-ci de dissocier formellement, et, surtout, pré-maturément, les textes esséniens de la naissance

## DOCUMENTS



► du christianisme, certains spécialistes (tels Jean Carmignac, André Dupont-Sommer, John Allegro, Edmund Wilson et d'autres) commencèrent par mettre cette objectivité en doute. Ces éditeurs "officiels", désignés après tout par des autorités chrétiennes, étaient-ils bien capables d'impartialité à l'égard de textes remettant en cause l'originalité de l'enseignement de Jésus ? Exprimées sans trop d'ambages, ces réserves ne firent que renforcer l'embargo qui mettait les MMM sous le boisseau. Un scandale, rapporté à son époque par *Science & Vie* (n° 881, p. 68), accentua les soupçons : John Strugnell, un des éditeurs principaux des manuscrits, se laissa aller en public à des propos grossièrement diffamatoires à l'égard du judaïsme, qualifié de «religion épouvantable». Et cela à Jérusalem même. Or, déjà le P. de Vaux avait été traité, par son ancien collègue David Pryce-Jones, de «brute irascible» et Magen Broshi, qui dirige actuellement le Temple du Livre à Jérusalem, l'avait défini comme un «antijuif enragé». Que pouvait valoir le travail de chercheurs notoirement antijuifs sur des textes juifs ? Dans le domaine juridique, en pareils cas, il y a lieu d'invoquer la suspicion légitime. Le domaine scientifique ne pouvait pas échapper éternellement à cette notion internationale de droit.

De plus, les éditeurs de l'équipe "officielle" étaient d'une lenteur désespérante, sinon suspecte. Quarante-cinq ans après la découverte des MMM, ils n'en avaient publié qu'environ un quart. Quant au reste, personne n'en savait quasiment rien : il est établi, par exemple, qu'un des membres de cette équipe, le P. Joseph Milik, a reçu un nombre important de documents, mais personne au monde, pas même les membres de l'équipe officielle, ne sait ce qu'il en est de leur teneur et ne peut les publier sans son autorisation. Autorisation qu'il refuse, ne répondant pas à ses autorités de tutelle, le

Département israélien des antiquités. L'attitude de ces érudits ressemble donc singulièrement à de la rétention d'information. Au point que le Pr Shemaryahu Talmon, membre du comité de tutelle de l'équipe, a pu déclarer que ce n'était pas une équipe, mais une cabale.

Dès la déplaisante affaire Strugnell, le ton monta entre les savants qui demandaient libre accès aux textes, selon les règles élémentaires de la re-



La génétique permettra de réunir les morceaux épars avant restauration.

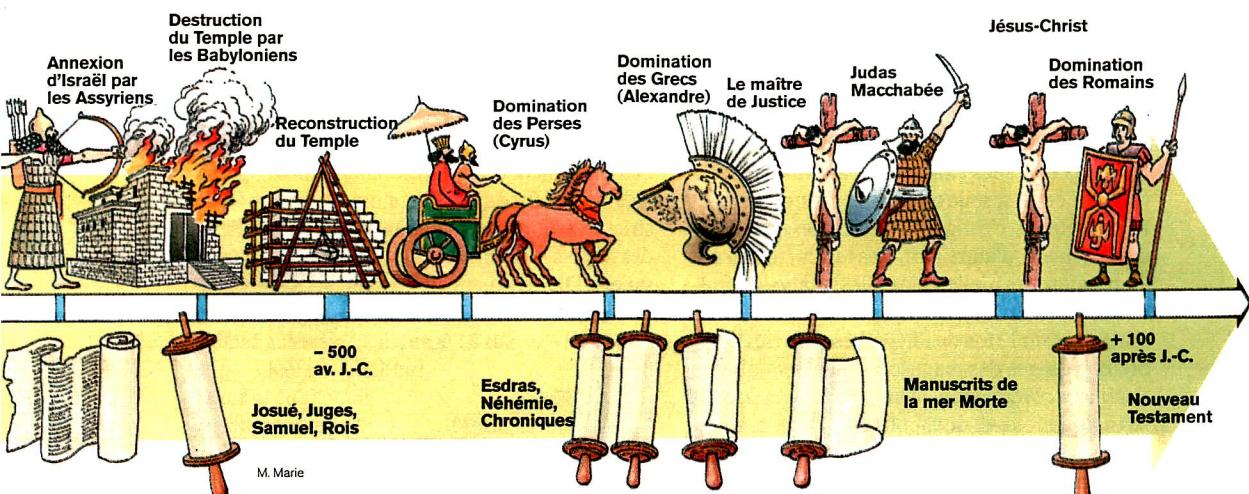
G. Finlayson/Woodfin camp/Cosmos



L'ingénierie génétique va donner un sérieux coup de pouce à la tâche monumentale qu'est le déchiffrage des manuscrits de la mer Morte. Certains sont sur papyrus, mais d'autres sont rédigés sur des feuilles de cuir cousues par des tendons, constituant des rouleaux qui peuvent atteindre 10 mètres de long. On a déchiffré plus ou

moins complètement une quinzaine de ces manuscrits, et on pense que les milliers de fragments non assemblés représentent 700 à 800 manuscrits – un puzzle quasiment infaisable, car les bords de ces pièces sont rognés par le temps.

Mais voici que les généticiens viennent à la rescoufle des historiens, théologiens



cherche, et l'équipe en charge. Herschel Shanks, directeur de la *Biblical Archaeology Review*, porta la querelle devant le grand public. Strugnell quitta son poste, la presse s'empara de l'affaire, certains éditeurs officiels s'alarmèrent, et des autorités de Harvard et d'Oxford s'énerverent. Le temps du monopole abusif sur les manuscrits prenait fin. Sur ce, l'on découvrit ce que peu de gens savaient, c'est qu'il existait des photos des MMM à la Huntington Library, en Californie. Cette bibliothèque de fondation avait pris l'engagement de n'en rien publier sans l'accord de l'équipe officielle ; pourtant, elle rompit son engagement unilatéralement, en dévouement à la science. Et Shanks publia, au dépit des droits exclusifs, en

## Une histoire mouvementée

Tandis que les différents livres de la Bible et de la Torah ont été écrits tout au long de l'histoire du peuple juif, les manuscrits de la mer Morte furent rédigés, pour la plupart, aux II<sup>e</sup> et I<sup>e</sup> siècles avant J.-C. par les Esséniens, qui se firent particulièrement remarquer par l'épisode du Maître de Justice, crucifié en 164 avant Jésus-Christ.

deux volumes, mille huit cents photos des manuscrits, accompagnées de traductions préliminaires.

Les textes publiés en traduction française par Eisenman et Wise proviennent tous d'une seule des onze grottes qui recélaient des manuscrits, la ➤

## LE GENIE GÉNÉTIQUE RECONSTITUE LE PUZZLE

et archéologues : ils vont les aider à assembler cet extraordinaire puzzle.

La génétique permet d'accéder à des séquences d'ADN des différentes peaux, qui contiennent les gènes spécifiques des animaux utilisés – chèvres, moutons, bovins. Ces gènes sont dégradés par le temps, mais néanmoins identifiables grâce aux techniques d'amplification qui ont déjà permis de démultiplier et d'identifier non seulement des restes de gènes de pharaons de l'Egypte antique, mais aussi ceux d'animaux préhistoriques.

Le généticien Scott R. Woodward de l'université Brigham Young à Provo (Utah) et des chercheurs de l'université hébraïque de Jérusalem ont montré que de l'ADN pouvait être prélevé sur de minuscules fragments de cuir, sans les abîmer. Leur étude permet d'identifier non seulement l'espèce, mais l'individu dont on a utilisé le cuir ; on sait qu'on obtient en moyenne trois feuilles, à peu près de la taille d'une feuille de papier ordinaire 21 x 29,7, par chèvre ou mouton, un peu plus d'un veau ou d'un bovin adulte. Les fragments

comportant les gènes d'un même animal pourront ainsi être groupés, ce qui devrait correspondre à trois "pages" consécutives, ou tout au moins rapprochées, d'un rouleau. Les généticiens pourront également identifier des peaux d'animaux apparentés, dont on pourrait supposer qu'ils faisaient partie d'un même troupeau.

Ce moyen inédit de trier les quelques milliers de pièces des manuscrits de la mer Morte a été imaginé par le Dr Joseph Zias de l'université Rockefeller (New York), alors qu'il assistait à une conférence

ce donnée en Egypte par le Pr Woodward sur l'étude de l'ADN des pharaons.

Ce tri devrait permettre de faire avancer rapidement l'assemblage du puzzle des manuscrits, qui ont été rédigés par des groupes différents, éloignés les uns des autres dans l'espace et le temps. Le jeu consistera alors à assembler de nombreux puzzles constitués de peu de pièces, ce qui devrait être plus facile que de sattaquer à l'immense puzzle de milliers de pièces qui existe aujourd'hui.

Alexandre Dorozynski

## DOCUMENTS

► grotte IV. Ils se partagent, en gros, en deux genres, comme l'ensemble des manuscrits de la mer Morte : écrits bibliques (transcriptions plus ou moins conformes) et pseudo-bibliques d'une part, et écrits sectaires, c'est-à-dire spécifiques de la secte des Esséniens, d'autre part. Ces textes confirment de manière formelle ce que les analyses antérieures avaient déjà indiqué en pointillé, mais seulement sur le ton de l'hypothèse : de très nombreux passages des manuscrits montrent que les Esséniens révéraient bien un messie à venir, mais ils indiquent aussi que, pour eux, celui-ci se recruterait dans leurs rangs (texte 4Q252). Ces textes montrent aussi que les distances (pour ne pas dire l'aversion forcenée) que les Esséniens avaient prises à l'égard du clergé de Jérusalem correspondent à celles que Jésus exprime, selon les Evangiles, dans ses invectives à l'égard du même clergé. Ce dernier point se comprend à la lumière du fait historique suivant : aux alentours de 160 avant notre ère, un grand-prêtre particulièrement pieux et intransigeant, Yosé ben Yoéser (comme l'a indiqué Jacqueline Gennot-Bismuth dans son étude magistrale) (2), fut crucifié par le haut-clergé de Jérusalem qu'il défiait : ce personnage semble bien être le Maître de Justice mentionné à maintes reprises dans les MMM, figure dominante et inspirateur pré-christique de la tradition essénienne. Les disciples de celui-ci se retirèrent donc de Jérusalem, accablant le clergé d'anathèmes féroces. Enfin, on retrouve de nombreux échos de l'enseignement de Jésus dans des textes tels que ceux portant les numéros 4Q397-399 et 4Q213-214, où il est signifié en substance que le principe fondateur de la justice réside dans la foi et non dans la Loi. Ce qui éclaire la communauté essénienne d'une lumière particulière : ses adeptes ne reconnaissaient aucune autre loi que la leur, ce qui explique qu'ils refusaient de payer

des impôts à l'occupant romain.

Dans d'autres textes toutefois, il est évident que l'enseignement de Jésus est radicalement opposé à celui des Esséniens, notamment à propos du strict respect du repos du shabbat et du paiement des impôts («Rendez à César ce qui revient à César et à Dieu ce qui revient à Dieu.»). Reste néanmoins que la thèse de la dette idéologique de Jésus à l'égard de l'essénisme semble fondée, ainsi que l'avaient indiqué de nombreux spécialistes au vu des premières traductions. En tout état de cause, l'objectivité et le respect de la déontologie scientifique auraient permis de faire avancer le travail un peu plus vite.

Ces quelques indications ne sauraient rendre justice au travail exceptionnel d'Eisenman et de Wise, et l'on conçoit que le débat est beaucoup trop vaste pour être couvert dans ce cadre-ci. Ce que nous entendions signaler à nos lecteurs est un événement exceptionnel dans l'histoire de l'exégèse : une sorte de cambriolage salutaire destiné à remédier à une tendance chez les chercheurs qui n'est pas exclusivement française, et qui est la rétention d'information. Comme d'autres textes historiques et scientifiques, encore verrouillés dans les secrets de bibliothèques, les manuscrits de la mer Morte

sont la propriété de l'humanité entière. Aucun Etat, aucune personne morale ou physique ne peut prétendre se les approprier, et à cet égard, il nous semble que l'Unesco laisse subsister une grave carence.



R. Perry/Sygma

## Les Evangiles, un reportage ?

Parmi les fragments analysés se trouveraient, selon certains spécialistes, deux versets de l'Évangile de Marc, datés d'avant 50 après la naissance du Christ. Cet Évangile deviendrait de ce fait un véritable reportage sur la vie de Jésus. De quoi mettre en émoi le landernau des exégètes de la Bible.

(2) Le Scénario de Damas, Jérusalem hellénisée et les origines de l'essénisme, Bibliothèque de civilisation hébraïque, éditions François-Xavier de Guibert, Paris.

**Les images plus vraies que nature...  
Les sons plus puissants que jamais...  
En cassette  
ou en disque ?**



# SCIENCE & VIE HIGH TECH

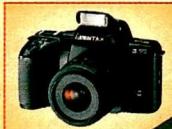
LE MAGAZINE DE L'IMAGE ET DU SON

## DISQUE CONTRE CASSETTE

- Le VHS numérique arrive
- Magnétophone numérique : disque ou cassette ?
- Le guide des lecteurs de CD-I et CD-ROM

### PHOTO

- LE PENTAX Z-70



### ESSAI

- LES NOUVEAUX VIDEOPROJECTEURS

N°15 - 30F - 219 FB - 8,20 F - 1,02 F - Portugal Corr 800 F - 194 F - 1,1 F - 5 Can 5,50 - Réunion/Guyane 3,6F

T 4329 - 15 - 30,00 F-RD

BEN-HUR - Real : William Wyler - Prod : S. Zimbalist / S.C. Siegel  
avec Charlton Heston - Photo DR. Collection Cinestar

**SCIENCE & VIE HIGH TECH** vous dévoile les forces et les faiblesses des cassettes et des disques. Avant de vous décider, lisez ce numéro qui passe en revue le VHS numérique, le magnétophone numérique, les lecteurs CD-I et CD-ROM... SCIENCE & VIE HIGH TECH, une vue imprenable sur les nouveaux matériels !

**EN VENTE LE 26 MAI 1995**

# IMMUNISATION

# Vacciner à l'ADN

PAR CATHERINE TASTEMAIN

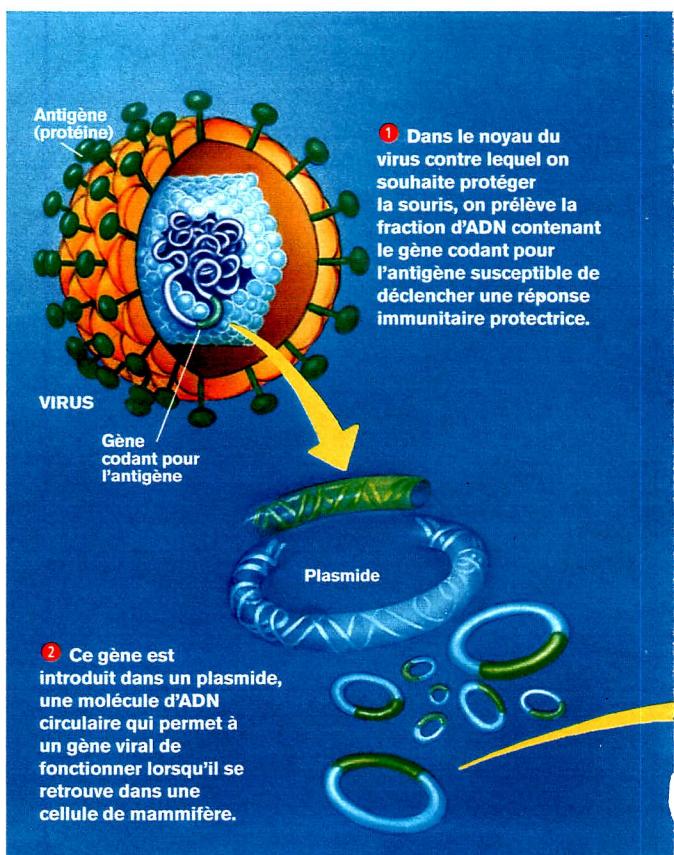
Aujourd'hui, la plupart des vaccins contiennent des virus entiers affaiblis ou tués, ou encore des fragments de virus, dans le but de provoquer chez le patient à qui on les injecte une immunisation, c'est-à-dire de faire connaître le virus à l'organisme pour que ce dernier soit prêt à l'éliminer lors d'une infection ultérieure. C'est pourquoi on comprend la satisfaction de l'équipe de Margaret Liu, du centre de recherche Merck, en Pennsylvanie, lorsque, en 1993, elle est parvenue à provoquer, chez des souris, une réponse immunitaire contre le virus de la grippe avec un simple fragment d'ADN porteur des gènes du virus. De l'ADN "nu" qui n'est inclus dans aucun organisme.

Dans cette aventure biologique, c'est John Wolff, de l'université du Wisconsin, qui fait figure de pionnier puisqu'il avait montré, dès 1990, que, chez la souris, de l'ADN porteur de gènes étrangers à l'organisme peut s'incorporer dans des cellules musculaires et que celles-ci produisent alors la protéine codée par le gène étranger. Conséquence : le système immunitaire de la souris fabrique des anticorps dirigés contre cette protéine.

Du coup, plusieurs laboratoires, et non des moindres, emboîtent le pas à Margaret Liu et se mettent eux aussi à travailler sur le vaccin ADN nu. D'ailleurs, la même année, Harriet Robinson, de l'université de Worcester (Etats-Unis) fait appeler à un procédé assez spectaculaire pour inoculer un gène du virus de la grippe à ses animaux : elle utilise un "gene gun", une sorte de pistolet qui propulse vers le derme des billes d'or – métal biologiquement neutre – recouvertes de molécules d'ADN !

Le virus du sida est, lui aussi, mis à contribution dès 1993, notamment par David Weiner et ses collaborateurs de l'université de Pennsylvanie à Philadelphie. L'équipe doit d'ailleurs prochainement publier ses résultats – positifs – sur la protection de macaques contre le VIS (le virus du

**Alors que les laboratoires s'essoufflent dans la recherche de nouveaux vaccins, on vient de découvrir que l'injection d'ADN dans le muscle stimule les défenses immunitaires. Des perspectives inattendues pour la médecine.**



sida des singes) et sur la réponse immunitaire des chimpanzés vaccinés avec de l'ADN de VIH-1.

Qu'est-ce qui séduit tant les chercheurs dans cette nouvelle technique ? Tout d'abord, la méthode est d'une extrême simplicité, à condition d'avoir, au départ, le gène codant pour un antigène vaccinant, c'est-à-dire pour un élément caractéristique du virus capable d'alerter le système immunitaire. Une fois le gène en question cloné, il suffit de l'intégrer à un plasmide – une molécule d'ADN circulaire qui contient des séquences permettant au gène de s'exprimer dans les cellules de mammifères (voir dessin ci-dessous). De la routine pour les laboratoires de génie génétique.

Deuxième attrait : les chercheurs sont impressionnés par les réponses immunitaires qui apparaissent après l'injection d'ADN nu. Chez la souris, l'équipe de Margaret Liu obtient une excellente réponse en anticorps dirigés contre la protéine codée par le gène implanté. Mais, surtout, elle observe la production d'une catégorie particulière de globules blancs, les lymphocytes T cytotoxiques (CTL), capables de détruire les cellules

infectées par le virus. Or, comme l'explique Jeffrey Ulmer, un des membres de l'équipe, « ce sont justement les CTL qui doivent aider à protéger contre différentes souches du virus », car ils reconnaissent les parties conservées de l'antigène viral (et non les parties propres à chaque souche).

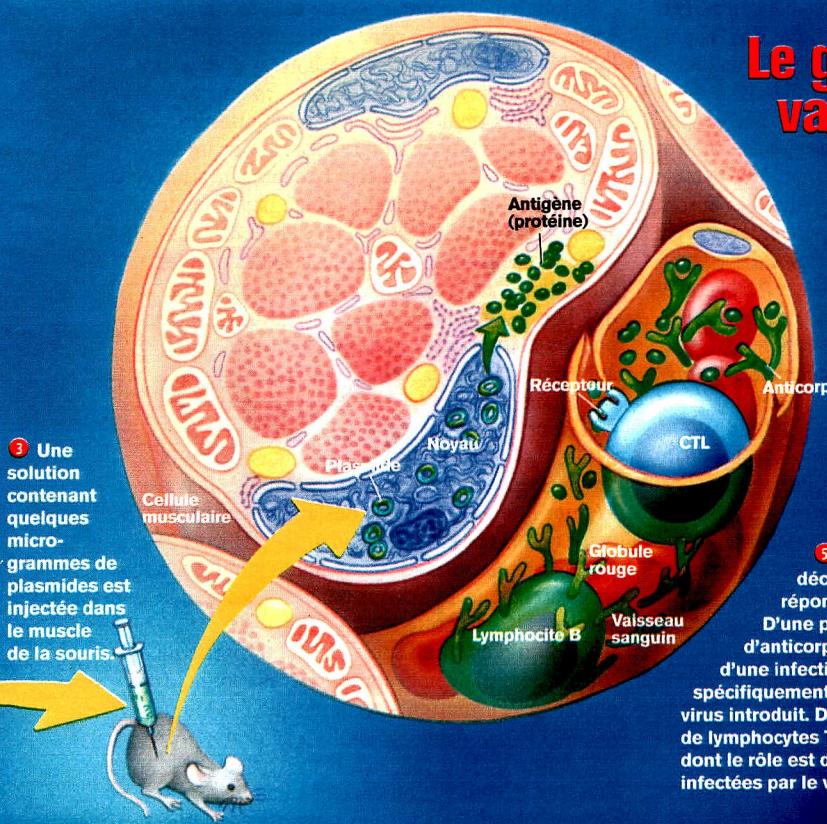
Depuis, l'équipe de Merck a travaillé sur le furet – qui présente l'avantage de pouvoir être infecté par des souches isolées sur des humains – et sur des primates non-humains.

Tous ces travaux ont été tellement encourageants qu'on essaye aujourd'hui ce type de vaccin contre plus d'une quinzaine de maladies, pour l'instant sur des animaux mais en songeant à l'homme. Si l'on prend ne serait-ce que les deux puissantes compagnies pharmaceutiques, Merck, aux Etats-Unis, et Pasteur Mérieux Sérum et Vaccins, en France, le vaccin ADN doit être testé sur douze maladies, dont la grippe, le sida, les hépatites B et C, la bactéries de l'ulcère de l'estomac *Helicobacter pylori* et même le paludisme.

En France, plusieurs équipes travaillent sur cette technique. A l'Institut Pasteur, Robert Whalen, ►

Ch. Heilmann

## Le gène se fait vaccin



## IMMUNISATION

► Heather L. Davies et Marie-Louise Michel ont obtenu une bonne immunisation de la souris, avec l'antigène du virus de l'hépatite B. A Lyon, l'unité INSERM dirigée par Christian Trépo essaye de le rendre à la fois efficace contre le virus de l'hépatite C et celui de l'hépatite B. Il faut, dans ce cas, faire véhiculer par le même plasmide des gènes des deux virus. Ce qui révèle un autre aspect intéressant de la technique : la possibilité de pouvoir un jour fabriquer un seul vaccin contre plusieurs micro-organismes. D'autres équipes travaillent sur la rage, le HTLV-1 et, depuis peu, sur le VIH-1.

Est-ce à dire que l'immunisation avec de l'ADN nu sera le vaccin universel de demain ? Claude Leclerc, immunologiste à l'Institut Pasteur et qui a collaboré aux travaux de Robert Whalen sur l'hépatite B, tempère les enthousiasmes : « Il y a, certes, un certain nombre de succès indéniables. Mais que cela marche avec tous les antigènes, je ne saurais l'affirmer ».

De plus, ce vaccin, basé sur l'introduction d'un gène, pourrait ne pas être utilisable contre certaines bactéries, tel le pneumocoque, dont la partie antigenique est un polysaccharide, molécule qui n'est pas synthétisée à partir d'un gène. Toutefois, Margaret Liu fait remarquer que « beaucoup de scientifiques sont à la recherche de protéines bactériennes qui pourraient être la cible des défenses immunitaires. Lorsqu'elles auront été découvertes, on pourra penser au vaccin ADN nu, même pour les bactéries ».

Il n'est pas sûr aussi que le vaccin ADN confère une bonne immunité au niveau des muqueuses, ce qui est important pour se défendre, par exemple, contre le VIH ou *Helicobacter pylori*. Comment, en effet, imaginer qu'une injection dans le muscle puisse déclencher une réponse au niveau de l'estomac, des voies respiratoires ou du vagin ? En fait, on l'a vu avec la grippe, il est possible d'avoir une bonne protection contre une maladie respiratoire, via, probablement des anticorps transportés par le sang jusqu'au site d'infection. Mais dans la majorité des cas, la réponse risque de ne pas être très bonne. Les chercheurs ont pourtant déjà des solutions : par exemple, encapsuler l'ADN de façon à permettre son administration par voie nasale et sa pénétration au niveau des muqueuses. Une équipe californienne a utilisé pour cela des liposomes. Et les cellules des muqueuses épithéliales ont bien incorporé l'ADN. Mais, il n'était plus tout à fait nu !

Quant au risque que le plasmide étranger s'in-

tègre à l'ADN de la cellule hôte en activant un oncogène, gène déclencheur de cancer ou, à l'inverse, en inhibant l'action d'un gène suppresseur de cancer, pour Jeffrey Ulmer, de chez Merck, ce risque est très théorique. Même en utilisant les moyens de détection les plus sensibles, il n'a jamais découvert un tel phénomène dans ses expériences.

Il peut aussi y avoir des réactions inflammatoires ou allergiques, mais il en va ainsi avec certaines vaccinations classiques.

Néanmoins, de multiples expériences seront nécessaires, tant pour évaluer l'efficacité et les risques associés que pour mieux connaître les mécanismes qui entrent en jeu lorsqu'on injecte l'ADN. En effet, si l'on a la preuve que le plasmide pénètre bien dans le noyau des cellules musculaires, puis que la protéine produite est retrouvée à l'extérieur de ces mêmes cellules, on ne sait pas encore très bien comment le système immunitaire

prend connaissance de sa présence.

Normalement, la réaction du système immunitaire est provoqué par la "présentation" de l'antigène par des cellules spécialisées. Celles-ci incorporent les substances étrangères qui pénètrent dans l'organisme et en exhibent des fragments, les antigènes, à leur surface pour informer le reste du système. Cette présentation nécessite l'intervention de molécules dites de classe I et II du complexe majeur d'histocompatibilité. Or, leur présence à la surface des cellules musculaires est loin d'être établie. Il se pourrait que la présentation de l'antigène soit réalisée par les cellules de Langerhans situées, entre autres, dans la peau. L'efficacité du *gene gun* qui, rappelons-le, projette l'ADN vers le derme, est en faveur de cette hypothèse.

Des essais sur l'homme pourraient être bientôt tentés. Depuis plusieurs mois, l'équipe de David Weiner attend le feu vert des autorités américaines pour tester son vaccin anti-VIH sur des patients séropositifs. Merck semble s'intéresser à un essai clinique avec des personnes âgées pour le vaccin ADN nu contre la grippe.

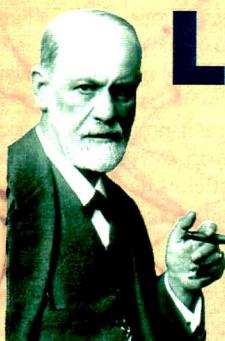
Quoi qu'il en soit, la technique fait partie de tout un arsenal de nouveaux procédés vaccinologiques qui permettent d'espérer que des maladies, tel le paludisme, le choléra, la peste ou le sida seront un jour vaincues. Pour d'autres maladies contre lesquelles on sait déjà s'immuniser, on compte obtenir des vaccins plus efficaces, plus stables et moins chers. ■

## Un seul vaccin contre plusieurs souches

# DOSSIER CERVEAU

**La grande aventure scientifique d'aujourd'hui : explorer le plus complexe de nos organes. Il ne se passe pas un mois sans que les neurologues annoncent de formidables découvertes.**

**Parmi eux, Antonio Damasio révèle les voies neurales de l'inconscient, et Rodolfo Llinàs explique les mécanismes subtils de la conscience. Les neurosciences doivent aussi leurs succès aux nouvelles techniques d'imagerie médicale qui nous offrent des clichés spectaculaires.**



## La science donne raison à FREUD

PAR PHILIPPE CHAMBON

## Pourquoi le monde nous apparaît cohérent

PAR CHRISTIANE HOLZHEY

## CAHIER PHOTOS Voir dans le cerveau

PAR PHILIPPE CHAMBON

avec

LA MARCHE  
DU SIÈCLE



# La science donne raison à Freud

**«Le cœur a ses raisons que la raison... n'ignore pas !» Antonio Damasio, psychoneurologue, retourne l'aphorisme de Descartes après avoir étudié de nombreux patients qu'une lésion cérébrale empêche de ressentir des émotions. De là à dévoiler les voies neurales de l'inconscient, il n'y avait qu'un pas...**

PAR PHILIPPE CHAMBON

«Les éléments [qui jouent un rôle dans le mécanisme de mes pensées] sont de nature visuelle et musculaire. Ce n'est que dans un second temps, après que le jeu d'association [...] est suffisamment bien établi et peut être reproduit à volonté, que prend place la recherche laborieuse des mots et autres signes conventionnels.» C'est ainsi, d'après ses propres dires, que fonctionnait l'esprit d'Albert Einstein. Le plus célèbre de tous les physiciens pensait donc avec son corps ! Et il se pourrait bien, à l'instar du génie, qu'il en soit de même pour tout le monde. C'est l'idée que défend Antonio Damasio, neuropsychologue, directeur du département de neurologie de l'université d'Iowa, aux Etats-Unis. Une idée qui laisse la porte ouverte à des conceptions aussi controversées que celles de la psychanalyse...

Toute la démarche de ce neurologue s'appuie sur l'observation de malades très étranges. Des personnes dont une partie du cerveau a été détruite. Ils ont survécu à leur traumatisme, mais les lésions qu'ils ont subies ont modifié leurs comportements ou leurs perceptions. Ainsi, ces patients sont à l'origine des découvertes les plus importantes sur le fonctionnement du cerveau. Grâce à eux, les neuropsychologues ont pu déterminer le rôle des différentes zones de cet organe si complexe. A ses débuts, cette science ne pouvait localiser les lésions qu'après l'autopsie des patients. Désormais, grâce aux techniques d'imagerie médicale, il est possible, du vivant de la personne et sans la moindre intrusion, de voir précisément l'étendue et la position de la lésion.

Antonio Damasio s'est surtout passionné pour les patients atteints de lésions situées dans la partie frontale du cerveau. Le plus célèbre de ses sujets d'étude est Phinéas P. Gage, un homme dont le crâne a été traversé par une barre à mine et qui a survécu à cette blessure. Cela se passait en 1848 (voir *Science & Vie* n° 923, p. 74). La célébrité, Phinéas P. Gage la doit aux spectaculaires modifications de sa personnalité qui ont suivi l'accident. Les médecins d'alors ont décrit un homme parfaitement raisonnable, posé, bien intégré et très apprécié dans son milieu familial et professionnel, qui est soudain devenu grossier, indifférent à ses proches, totalement incapable de prendre des décisions raisonnables et de mener une vie sociale normale. Mais, curieusement, Gage avait conservé ses connaissances, sa mémoire et tous ses sens. A l'époque, personne n'a vraiment compris comment un tel phénomène pouvait se produire.

Antonio Damasio a étudié de nombreux cas de lésions des lobes frontaux consécutives à des tumeurs ou à des accidents vasculaires, cette fois chez des patients vivant aujourd'hui. Il a donc pu converser à loisir avec eux, et ils ont bien voulu se soumettre à une batterie de tests sophistiqués. Tous présentent les mêmes symptômes : ils restent en pleine possession de leurs moyens physiques et conservent la plus grande partie de leurs capacités mentales, mais ils se montrent incapables de



P. Landmann/GAMMA

## Mesurer les émotions

Dans le laboratoire d'Antonio Damasio, le neurologue Antoine Bechara étalonne un test permettant d'évaluer les réactions cutanées des patients lorsqu'il leur présente des images à fort contenu émotionnel.

prendre des décisions ou de planifier leurs activités à venir. Plus surprenant encore, ils saisissent fort bien les résultats catastrophiques de leurs erreurs, mais ils ne semblent pas être en mesure d'en tirer un quelconque enseignement.

Ces traumatismes soulèvent une foule d'interrogations. Savoir s'il existe un centre des comportements sociaux n'est pas la moindre. D'après les travaux des neuropsychologues, cela ne semble pas être le cas. En fait, les chercheurs de l'université d'Iowa ont découvert une dimension insoupçonnée du fonctionnement mental. Au cours des entretiens avec leurs patients, ils ont mis en lumière une caractéristique fondamentale des lésions des lobes frontaux : les malades sont incapables de ressentir et d'exprimer des émotions. Antonio Damasio estime donc qu'il y a «un rapport étroit entre l'absence d'émotions et la perturbation du raisonnement». Quel lien peut-il

bien exister entre ces deux aspects du fonctionnement cérébral ? Ce lien est-il inscrit dans la structure du cerveau ?

L'intuition voudrait qu'émotion et raison n'interfèrent pas. Ne dit-on pas assez souvent qu'il faut «garder la tête froide» pour raisonner correctement ?... Damasio estime, à l'inverse de Descartes, que «le cœur à ses raisons, que la raison... n'ignore pas du tout». Quant aux circuits neuraux qui relient émotion et raisonnement, il faut plonger dans les profondeurs du plus noble de nos organes pour en saisir la subtilité.

Les chercheurs ne se sont pas limités aux lésions frontales. Ils ont aussi étudié, entre autres, celles qui touchent certaines parties du cortex somato-sensoriel, une aire spécialisée dans la régulation des sensations à la fois externes (toucher, température, douleur)

et internes (position des articulations, état des viscères, douleur interne). Ces patients souffrent d'un trouble étrange dénommé an-

sognosie. En clair : ils sont paralysés mais ne semblent avoir aucune conscience de leur état. Ou, plus exactement, lorsqu'on les met devant l'évidence de leur paralysie, ils la constatent sans se troubler, montrant une incroyable indifférence et prenant parfois la chose avec humour. Eux non ►

## Albert Einstein pensait avec son corps !



► plus ne manifestent aucune émotion. Et surtout – nous retrouvons là la question qui anime Antonio Damasio –, ils s'avèrent également incapables de raisonner et de prendre des décisions adaptées aux circonstances.

La lésion d'un autre site du cerveau, l'amygdale, provoque une perte de la notion de peur. Les patients qui se trouvent dans cette situation semblent aussi avoir beaucoup de mal à tenir des raisonnements sensés, surtout lorsqu'ils sont personnellement impliqués. Mêmes observations en ce qui concerne les lésions d'une aire connue sous le nom de cortex cingulaire antérieur, qui se trouve à la croisée des facultés de mobilisation motrice et de vie mentale.

Les états du corps et les émotions sont intimement liés. Pour s'en persuader, il suffit de penser à notre rythme cardiaque qui s'accélère dans les moments forts, au sang qui afflue vers nos joues lorsque nous éprouvons une joie intense ou une honte même légère, ou encore au malaise viscéral qui nous envahit quand nous avons peur. Ces états du corps sont liés à un apprentissage à partir des multiples situations que nous avons ren-

contrées et à un ensemble de perceptions que notre cerveau garde en mémoire.

Voyant à quel point l'absence de ces émotions rend le raisonnement impossible, Antonio Damasio affirme : «Nous pensons avec notre corps et nos émotions.» Pour lui, il n'y a pas de "raison pure". La pensée passe par le corps. Hors de lui, point d'esprit. «Le dualisme que défendait Descartes n'existe pas», déclare-t-il. Et pourtant, de nombreux scientifiques sont encore persuadés que la pensée est modélisable, autrement dit, qu'il sera possible un jour de concevoir une machine à penser. «Peut-être, estime un autre neurobiologiste, Jean-Didier Vincent, chercheur au CNRS et auteur de la *Biologie des passions*, mais alors, cette machine devra avoir un corps.»

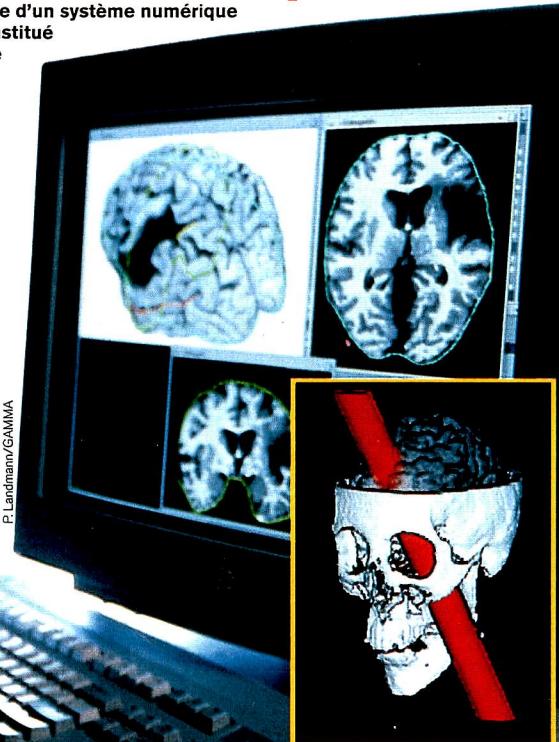
Pour mieux nous faire saisir ce rapport étroit, Damasio évoque une situation où, sans les émotions, aucun raisonnement fiable ne pourrait se mettre en place. Imaginez que vous ayez l'opportunité de réaliser une excellente affaire avec un personnage qui serait l'ennemi juré de votre meilleur ami. Si vous analysez froidement les avantages et les inconvénients à conclure cette affaire, la simple logique ne vous permettra pas de trancher, l'ensemble des implications et des spé-

## Reconstitution historique

Anna Damasio, à l'aide d'un système numérique sophistiqué, a reconstitué

la lésion cérébrale dont souffrait Phinéas P. Gage. Ce célèbre cas médical avait eu, au XIX<sup>e</sup> siècle, le crâne transpercé par une barre à mine. Il avait survécu à cette blessure, mais sa personnalité avait été transformée.

R. Landmann/GAMMA

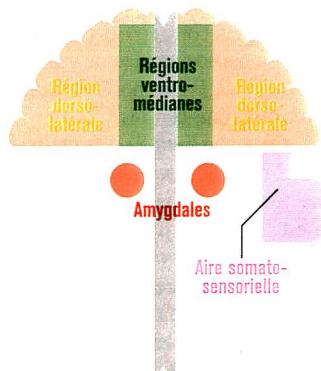


culations de votre choix étant innombrables, votre mémoire et votre capacité d'attention seraient largement dépassées. Ce sont alors vos émotions qui vous aideront à décider.

Par exemple, la seule idée, la représentation mentale, d'une brouille avec votre ami de toujours peut vous peiner au point de vous faire renoncer, très vite, à mener l'entreprise à terme. Cette émotion se manifeste par les signes physiques que nous avons déjà cités. Des signes parfois imperceptibles consciemment mais qui sont parfaitement décelables par la mesure fine de certains paramètres biologiques comme les modifications de la résistance de la peau au courant électrique. De façon plus subtile encore, la simple simulation mentale des ces états par la pensée peut produire le même résultat. Une simulation qui, elle aussi, peut très bien ne pas parvenir à la conscience. Ces manifestations biologiques sont autant d'indicateurs qui permettent d'orienter les décisions et d'améliorer, si ce n'est la survie elle-même, au moins la qualité de cette survie.

Ces émotions, ces images mentales, trouvent leur source dans l'ensemble des situations vécues au cours de la vie et qui ont à chaque fois laissé leur trace dans le cerveau en modifiant les connexions entre les neurones à partir desquelles sont construits les souvenirs. En effet, les souvenirs ne sont pas stockés comme des enregistrements sur une bande magnétique. Pour Antonio Damasio, les souvenirs se fondent sur ce qu'il appelle des «représentations potentielles», matérialisées par des connexions entre des ensembles de neurones. Ces représentations potentielles ne sont pas des souvenirs à proprement parler, mais des moyens de reconstituer des images mentales. Elles permettent de réactiver les circuits qui ont déjà été activés par des perceptions passées. Elles sont comme des recettes de cuisine qui servent à reconstruire les images mentales et sont regroupées dans ce que ce chercheur nomme des «zones de convergences», de petits ensembles de neurones situés dans les cortex frontal, pariétal, temporal et occipital, dans les ganglions de la base et dans les structures limbiques.

La machinerie de la pensée est donc extrêmement complexe, car elle fait appel à des assemblées de neurones interconnectés dans des zones parfois très éloignées dans le cerveau, sans qu'un centre particulier en soit responsable. D'autre part, ces représentations potentielles et les zones de convergences qui les regroupent sont en étroite



## Les zones stratégiques

Ce schéma d'une coupe horizontale du cerveau montre les zones qui se situent à la croisée des voies neurales impliquées à la fois dans les émotions et dans le raisonnement.

relation avec le reste du corps, que ce soit par le biais du cortex moteur, somato-sensoriel, ou celui des sécrétions hormonales ou encore des réponses des viscères et des muscles dirigées vers le cerveau (voir dessins pages suivantes).

Les images mentales issues de ces représentations potentielles sont liées à des perceptions et à des émotions, qui sont elles-mêmes étroitement associées à des "états du corps". Elles sont positives ou négatives selon qu'il s'agit de sensations agréables ou désagréables. Antonio Damasio parle de «marqueurs somatiques». Somatiques parce qu'il s'agit du corps, et marqueurs parce que ce sont des repères qui se constituent au cours des

expériences de la vie. Ce sont eux qui orientent le raisonnement et permettent d'éliminer des solutions qui ne sont

pas satisfaisantes pour l'individu ou, au contraire, de se tourner vers des solutions dont on imagine les conséquences comme positives.

Le système neuronal le plus impliqué dans l'acquisition de ces marqueurs somatiques se situe dans le cortex frontal. C'est là qu'affluent des informations en provenance des régions sensorielles du cerveau où se forment les images à l'origine de nos processus de pensées. Le cortex frontal reçoit

## A notre insu, nos émotions guident nos choix



► aussi des signaux des régions chargées de la régulation des fonctions biologiques. En contrepartie, le cortex frontal, en particulier la zone ventro-médiane, envoie à son tour des signaux vers ces différents centres.

Dans son livre (1), Damasio schématise ainsi le processus : «Lorsque le choix d'une option, qui conduit à une conséquence néfaste, est suivi d'une punition, donc d'un état du corps déplaisant, le système des marqueurs somatiques s'enrichit d'une représentation potentielle correspondante. La réexposition de l'organisme à cette option, ou l'évocation par la pensée de sa conséquence, aura dès lors la capacité de réinstaurer l'état du corps déplaisant, rappelant automatiquement les conséquences néfastes prévisibles.» Mais surtout, le neuropsychologue remarque que ces marqueurs somatiques peuvent être mis en jeu de façon cachée, inconsciente. Il soutient donc l'idée qu'il y aurait, engrammé dans nos neurones... un inconscient.

Le mot est lâché. Que peut nous apprendre la neurobiologie sur l'inconscient, une notion réputée si peu scientifique ? La théorie de Damasio, qui s'appuie sur des centaines d'observations, met clairement en évidence l'existence de processus inconscients. «A commencer par mes travaux sur les zones de convergences qui indiquent le déroulement inconscient de la modification des circuits neuraux. Ensuite, parce que ces modifications surviennent sous l'influence à la fois des activités sensori-motrices et de la régulation biologique. Autrement dit, tout ce qui est modifié dans ces circuits est influencé par la réalité extérieure et la réalité intérieure des états du corps,

## LE RÔLE DES ÉMOTIONS DANS L'ÉVOLUTION

Quelle nécessité y a-t-il à ce que émotions et raisonnement soient étroitement liés ? Il semblerait que ce soit le résultat de la longue histoire de la vie. En effet, tenir des raisonnements adaptés est nécessaire à la survie et n'est pas indépendant de la bonne régulation de l'organisme tout entier. Les êtres vivants les plus simples se contentent de réagir à l'environnement – et cela leur réussit fort bien –, mais, sous la pression de la sélection naturelle, les organismes ont évolué vers des formes plus complexes, capables de s'adapter à des milieux changeants. L'un de ces êtres vivants, doué

d'une extraordinaire faculté de maîtriser son milieu, y est parvenu grâce à une innovation spectaculaire : son fonctionnement mental. La possibilité de former des images mentales, de parler et d'élaborer une vie sociale complexe sont autant de processus issus de l'interaction de son organisme avec l'environnement. Il n'est donc pas surprenant que la pensée, et ses raisonnements qui tendent vers un but, soit liée au corps et aux émotions. Ces émotions qui, au départ, sont nécessaires pour survivre et participer dans les meilleures conditions à la reproduction de l'espèce.

## L'esprit enraciné dans la chair

Ces trois schémas montrent comment interagissent les émotions primaires, liées à la survie, les émotions secondaires, qui sont prises en compte par les processus de pensée (double flèches rouges des réponses internes), et les messages en direction et en provenance du corps.

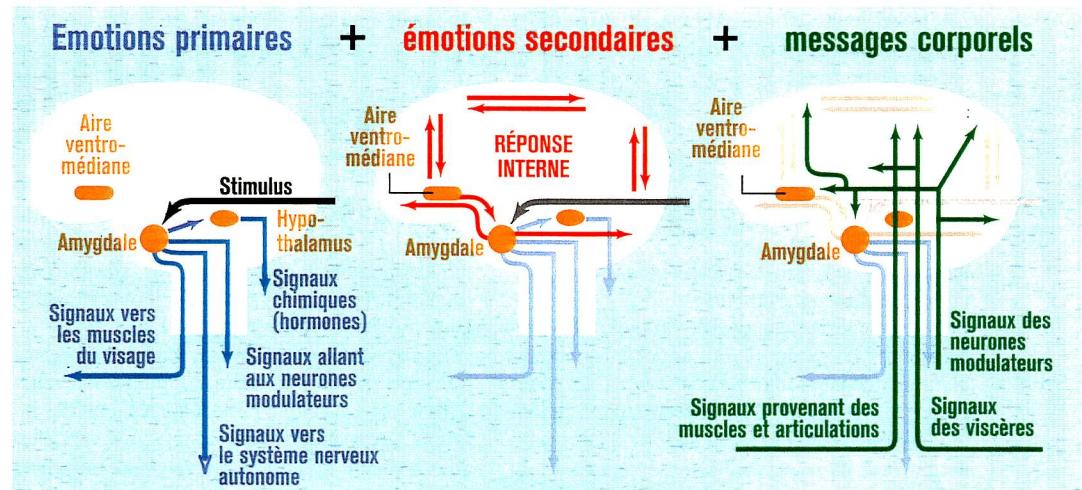
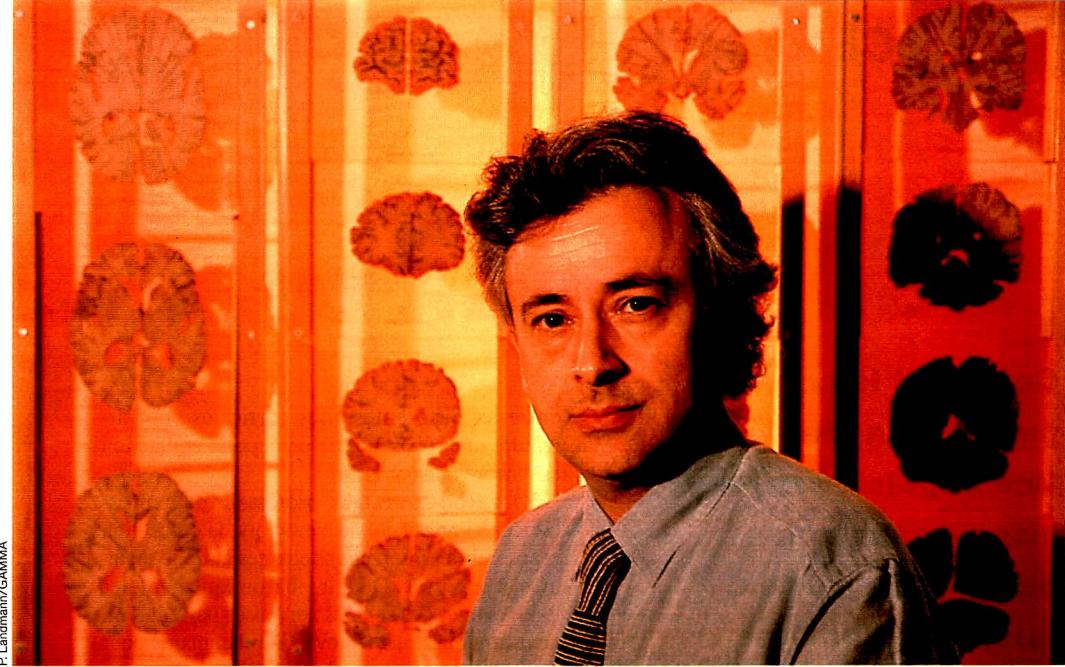


Illustration P. Mouche



## Le réconciliateur

**Neuropsychologue à l'université d'Iowa, aux Etats-Unis, Antonio Damasio, en donnant une base neurobiologique à l'inconscient, réconcilie Freud et la science.**

(1) *L'Erreur de Descartes*, éditions Odile Jacob.

ainsi que par une multitude de facteurs "cachés" émanant des régulateurs biologiques situés dans le tronc cérébral et l'hypothalamus. La vie, la mort, le sexe, la faim, le danger ou la sécurité... tous ces éléments participent inconsciemment à tous les niveaux de modification neuronale. Les concepts que nous élaborons sur ces notions au cours de notre développement influencent aussi nos comportements.»

Ainsi, la théorie psychanalytique, en disant que l'homme est gouverné par ses pulsions et qu'il construit inconsciemment des défenses lui permettant de se contenir, entre parfaitement dans la description que Damasio nous donne du fonctionnement du cerveau. Un fonctionnement dans lequel l'instinct de survie et de reproduction, ainsi que les émotions primaires qui y sont liées, jouent un rôle déterminant. Il n'y a rien là qui sente le soufre mais plutôt une évidence : notre vie est un long apprentissage du contrôle de nos pulsions pour satisfaire aux exigences de la vie avec les autres.

On ne peut, sans risquer de sérieux désagréments, laisser libre cours à ses pulsions sexuelles, lesquelles trouvent leur origine dans une nécessité biologique de renouvellement de l'espèce. On a appris à s'en défendre, à mesurer les effets de la

## Imprimé dans nos neurones... un inconscient

confrontation avec la réalité. Cet apprentissage est inscrit sous forme de connexions dans notre cerveau. Les expériences de l'enfance, nos comportements et les conséquences qu'ils ont eues ne nous laissent pas toujours un souvenir conscient. Cependant, ils continuent d'agir, à notre insu, par le biais des fameux marqueurs somatiques.

Parallèlement, Damasio et d'autres neuropsychologues ont remarqué que des patients privés de la possibilité de reconnaître les visages montrent des variations de la résistivité électrique de la peau – signe d'une émotion – quand on leur présente des portraits de leurs proches ou des portraits marqués par des émotions fortes. Ils n'ont pourtant aucune conscience de ce qui motive leur réaction.

A l'époque où Freud, lui-même neurologue, élaborait sa théorie, les connaissances sur le cerveau étaient encore balbutiantes. Mais, déjà, le fondateur de la psychanalyse nourrissait l'idée que l'on découvrirait un jour les voies de l'inconscient dans le cerveau. La neurobiologie n'en est encore qu'aux prémisses, mais on voit clairement se dessiner ce que pourraient être ces voies à travers les travaux de Damasio et de ses collègues. Il reste que la psychanalyse, qui n'a jamais prétendu être davantage une science qu'une pratique thérapeutique, s'intéresse au sujet, aux représentations symboliques. Elle cherche à mettre en lumière le sens de ces représentations et de nos comportements. Son objet est la relation de l'individu aux autres. Des notions qui échapperont toujours, par nature, au champ d'investigation de la neurobiologie.

# Pourquoi le monde nous apparaît cohérent

**Comment le cerveau perçoit-il la réalité ?  
Une impulsion nerveuse issue du thalamus balaiera le cortex, intégrant ainsi les différents stimuli. Ce phénomène oscillatoire pourrait être à l'origine de la conscience.**

PAR CHRISTIANE HOLZHEY

Voir la couleur d'une fleur, identifier sa forme, sentir son parfum, la cueillir, entendre le chant de l'oiseau, ressentir la chaleur du soleil sur la peau, apprécier le goût d'une framboise : voilà des choses bien quotidiennes ! La cohérence du monde semble aller de soi. Pourtant rien de plus complexe que l'organisation, la hiérarchisation de toutes ces informations. Comment le cerveau gère-t-il toutes les informations fournies par les organes des sens ? Comment fonctionne-t-il concrètement pour former un ensemble cohérent que l'on pourrait appeler la conscience ?

D'un stricte point de vue anatomique, les signaux provenant des différents organes sensoriels passent d'abord par le thalamus, pour aller ensuite activer les cellules nerveuses de différentes aires corticales, anatomiquement séparées les unes des autres. Le cerveau doit donc, à chaque instant, reconstituer une sorte de puzzle à partir d'informations éparses afin de restituer l'objet comme un "tout". Ce processus dit du "liage"

entre les différentes aires corticales pour atteindre une cohérence de perception et d'action est encore mal compris.

Pour Rodolfo Llinás, professeur de neurosciences à l'université de New-York, la perception repose sur les interactions étroites entre le thalamus et le cortex. De fait, anatomiquement, les longs axones des cellules nerveuses partent d'un noyau du thalamus, le noyau intralaminaire, pour atteindre chaque point du cortex cérébral. Inversement, de nombreuses fibres nerveuses retournent vers le thalamus. Un trafic intense peut s'effectuer dans les deux sens.

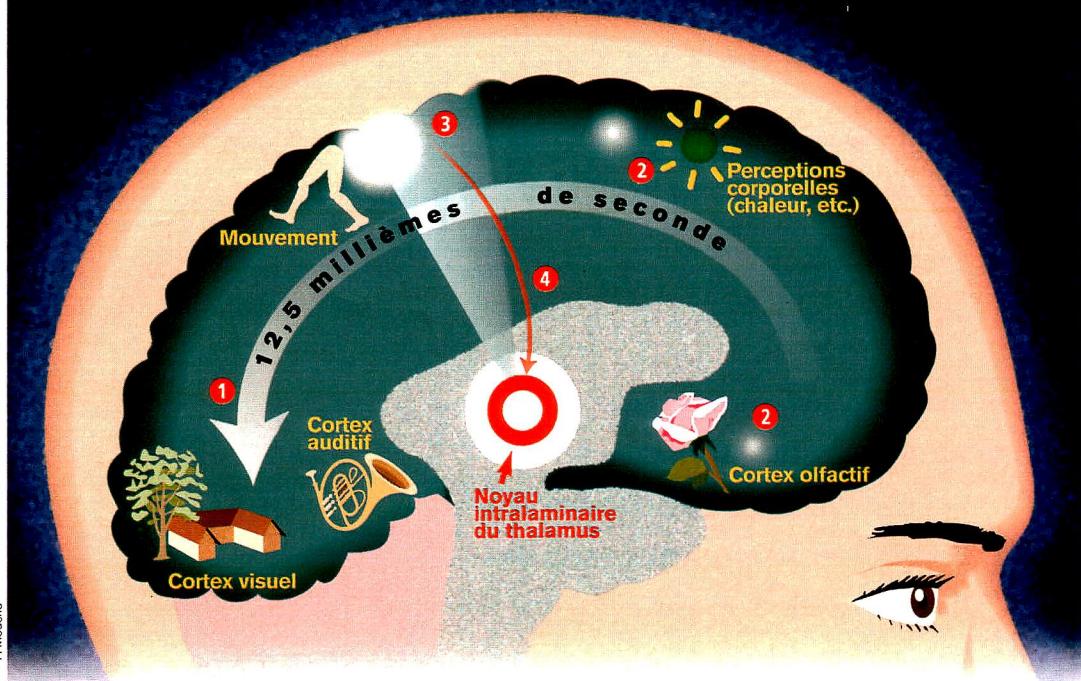
Rodolfo Llinás a mis en évidence deux faits très importants : d'une part, il a mesuré dans le thalamus une activité électrique spontanée de 40 cycles par seconde (40 Hz) chez l'homme éveillé ou plongé dans le sommeil paradoxal, c'est-à-dire en train de rêver. Du front jusqu'à l'arrière du crâne, cette onde de 40 Hz balaye continuellement le cortex (voir dessin ci-contre). D'autre part, il a montré que, en l'absence de toute excitation extérieure, les cellules nerveuses intralaminaires produisent des oscillations spontanées de 40 Hz. Ces cellules oscillantes sont capables d'entraîner leurs voisines, engendrant ainsi une activation rythmique et synchronisée au niveau de vastes assemblées de neurones.

Ces propriétés oscillatoires intrinsèques du thalamus et les importantes connexions entre son noyau central et le cortex génèrent ainsi des "états internes fonctionnels". Le cerveau se comporte donc comme un système fermé et organisé. Il est

actif en lui-même, indépendamment des stimuli extérieurs, et se crée ses propres images mentales.

Si le rôle fonctionnel des oscillations à 40 Hz des neurones suscite de vives controverses, il a pourtant été étudié par de nombreux scientifiques. Ainsi, les travaux de Walter Freeman, à Berkeley, ont mis en évidence des assemblées de neurones oscillants dans le bulbe olfactif de lapins reniflant une odeur familière. Arlette Rougeul-Buser, de l'université

## En permanence, le cerveau construit un puzzle



## Un radar dans la tête

**Les cellules intralaminaires du noyau du thalamus** génèrent une vague d'impulsions nerveuses qui balaye l'ensemble du cortex tous les 12,5 millièmes de seconde ①. Un peu comme le balayage d'un radar. Ce balayage détecte les neurones actifs du cortex ②. Lorsque la vague rencontre sur son passage une zone corticale activée – indiquant l'existence d'une information sensorielle ③ –, un train d'impulsions nerveuses est renvoyé au thalamus ④ et module tout le système déjà en état oscillatoire. Il s'établit alors une "résonance thalamo-corticale". Toutes les impulsions provenant des différentes zones du cortex sont ainsi synchronisées et perçues comme appartenant à un tout. Les messages venant des différents sens sont liés ensemble, non pas spatialement, mais temporellement. Chaque balayage crée une nouvelle "image" à un rythme assez rapide pour donner l'impression de continuité.

Paris VI, a découvert des rythmes dans le cerveau de chats fixant une souris. Gyorgy Buzsaki, de l'université Rutgers de Newark (Etats-Unis), a décrit un ensemble de neurones qui, selon lui, joueraient le rôle de feux de signalisation, réglant le flot d'informations dans le cerveau d'une façon rythmique. Mais le plus grand soutien pour Llinás pourrait provenir de Mircea Steriade, de l'université de Laval à Québec. Il a découvert, chez le chat, des cellules synchrones oscillant à 40 Hz pendant un bref moment, aussi bien dans le thalamus que dans le cortex visuel qui sont en interaction.

Llinás définit la conscience comme le dialogue entre le thalamus et le cortex cérébral et nomme "quantum de conscience" l'intervalle de temps minimum nécessaire pour terminer un liage, donné

par le temps de balayage de 12,5 millisecondes. Cette importance du temps est également souligné par Ernst Pöppel de Munich qui, par des expériences de psychophysique, définit des "fenêtres de temps" (qu'il nomme "quanta temporels") où se fait le liage des informations permettant la formation d'un tout. Le temps est en quelque sorte une espèce de "colle" permettant de résoudre les problèmes d'intégration sensorielle.

Les oscillations neuronales seraient-elles la signature de la conscience ? C'est ce que semblent penser Francis Crick (le co-découvreur de l'ADN, aujourd'hui reconvertis dans les neurosciences) et Christoph Koch, à Pasadena, qui accordent une grande importance au thalamus dans l'explication de la conscience.

David Hubel, un des experts du cortex visuel à l'école de médecine de Harvard, ne nie pas l'existence d'oscillations dans le cerveau, mais reste très prudent quant à leur rôle éventuel. « Trop de zones du cerveau restent encore inexplorées pour savoir quelle structure, s'il y en a une, dirige l'orchestre cérébral. »

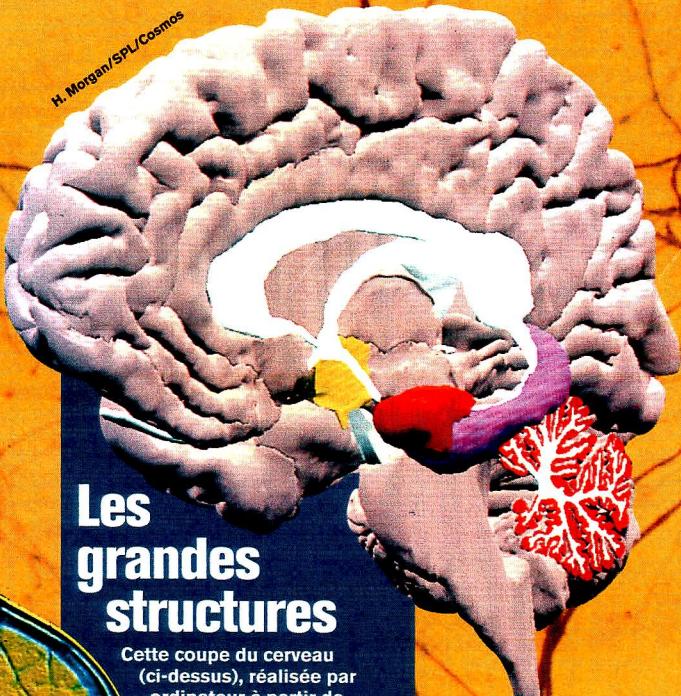
L'enjeu des oscillations à 40 Hz et du modèle du cerveau développé par Llinás dépasse le domaine de la perception. Il suscite des questions sur la cognition, les problèmes temporels dans les processus mentaux, la conscience et la nature de la réalité. Rodolfo Llinás ne dit-il pas, en effet, que « la vie éveillée d'un homme est un rêve guidé par ses sens » ? ■

# Anatomie

PAR PHILIPPE CHAMBON

Avec les nouvelles technologies d'imagerie médicale, on peut observer en direct le fonctionnement de l'organe de la pensée, une masse de plusieurs dizaines de milliards de neurones.

M. Depardieu/INSERM



## Les grandes structures

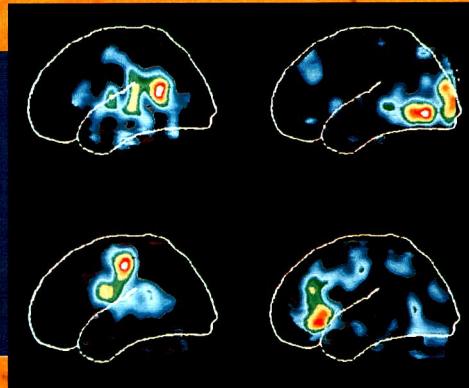
Cette coupe du cerveau (ci-dessus), réalisée par ordinateur à partir de clichés en imagerie à résonance magnétique (IRM), révèle, en rose, le cortex cérébral.

A l'intérieur, les structures principales sont l'amygdale (en rouge), l'hippocampe (magenta), le corps calleux (blanc) et le cervelet (rouge et blanc). Ci-contre : une coupe en IRM d'un cerveau d'enfant.



## Des mots plein la tête

Les aires cérébrales concernées par la tâche à accomplir reçoivent un afflux d'oxygène. Phénomène visible grâce à une caméra à émission de positrons (PET). En haut à gauche, effet produit par l'écoute d'un mot ; à droite, par la lecture ; en bas à gauche, par la parole, et à droite, par la seule évocation d'un mot.



M. Raichle/MD  
Washington University



GILP/CNRI

## Un réseau vital

L'activité du cerveau nécessite un flux sanguin important fourni par les artères (représentation en 3D ci-contre). Cet apport doit être bien réparti pour irriguer toutes les zones de l'organe. C'est le rôle que jouent les milliers de vaisseaux matérialisés sur le modèle en résine ci-dessous.



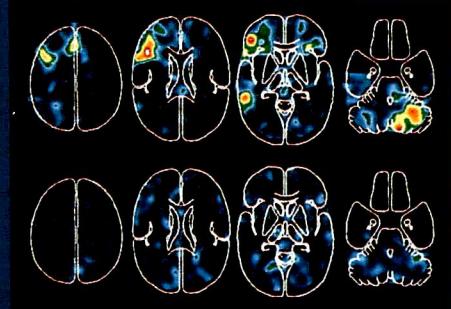
S.P.L.

# Différences

**Plus l'exploration du cerveau en activité progresse, plus l'on découvre de différences, même dans les grandes aires fonctionnelles que l'on croyait immuables.**

## Apprentissage

Sur la ligne du haut, les coupes montrent l'activité cérébrale d'un individu lorsqu'il doit associer des verbes à des mots sans entraînement. La ligne du bas montre cette activité après un quart d'heure d'entraînement. Une fois la tâche apprise, elle demande beaucoup moins d'énergie.

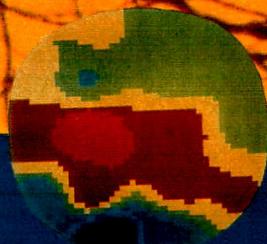


Washington School of Medicine

H. Steinmetz

## Oreille absolue

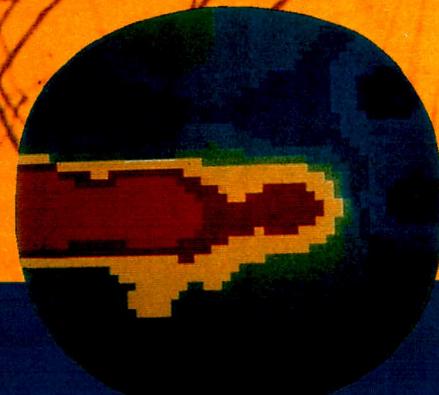
Sur la ligne du haut, le cerveau d'un musicien doué de l'oreille absolue (mémoire du diapason) montre une dissymétrie des planums temporals (indiqué en blanc), qui n'est pas aussi marquée chez les autres sujets (ligne du bas).



Stade I : endormissement



Stade II : sommeil confirmé



Sommeil paradoxal

## Hommes et femmes

Quand les hommes (photo du bas) ne pensent à rien, c'est leur système temporo-limbique qui travaillerait le plus – celui qui contrôle les émotions primaires reliées à l'action et à l'agression. Chez les femmes dans la même situation (en haut), c'est le cingulate gyrus qui serait le plus activé, une zone plus "évoluée" du cerveau, qui contrôle les expressions complexes des émotions.

Photos A. Tannenbaum/Syrgma

## Rêves et éveil

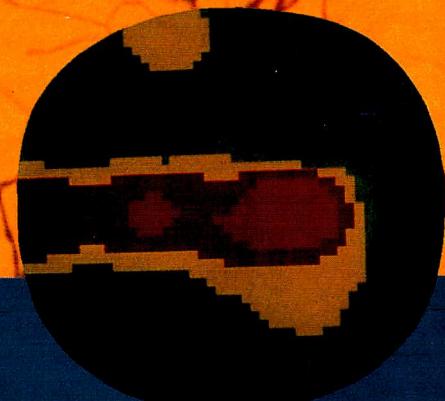
La cartographie par électro-encéphalogramme permet de saisir l'activité de grandes aires du cerveau en activité. Les images ci-dessous ont été prises à différents stades du sommeil et de l'éveil. L'activité cérébrale pendant le sommeil paradoxal, le moment où l'on rêve, est très proche de l'activité d'éveil, yeux ouverts.



Stade IV : sommeil profond



Eveil calme yeux fermés

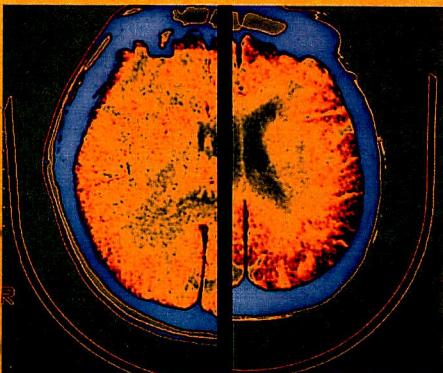


Eveil calme yeux ouverts

Photos INSERM

# Pathologies

Voir dans le cerveau sans ouvrir le crâne offre la possibilité de diagnostiquer de nombreuses maladies et, parfois, de les guérir.



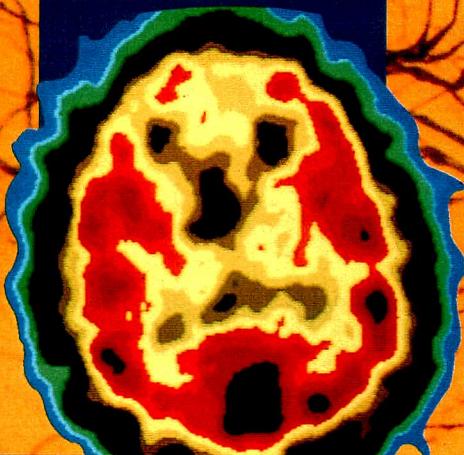
## Alzheimer

A gauche, un cerveau d'adolescent sain. A droite, le cerveau d'une personne âgée atteinte de la maladie d'Alzheimer : l'atrophie corticale est bien visible.

## Schizophrénie

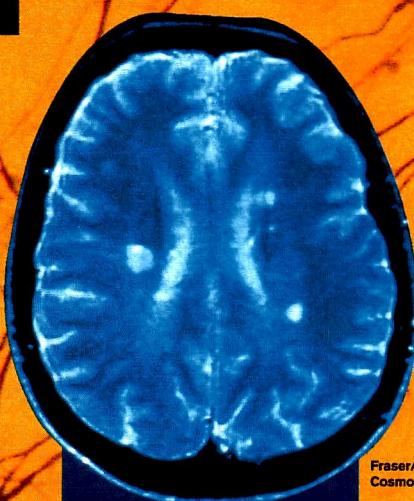
L'activité cérébrale des personnes atteintes de certaines maladies mentales présente un profil caractéristique (ici, une forme précoce de la schizophrénie, l'hébéphrénie).

Ph. Plailly/Eurelios



## Sclérose en plaque

L'IRM met en évidence deux petites taches blanches de part et d'autre du centre du cerveau. Ce sont les marques de la maladie provoquée par la dégénérescence de la myéline qui gaine les fibres nerveuses.





## Tumeur en 3D

La tomographie en trois dimensions permet de localiser des tumeurs avec précision. Il est ainsi possible au chirurgien de pratiquer une intervention mieux circonscrite qui lésera le moins de tissu cérébral possible. Aujourd'hui, ce type d'opération est réalisé à l'aide d'un robot qui guide la main du médecin.

G. Tompkinson/S.P.L.Cosmos

# Les risques du

## L'agriculteur n'a pas le choix

Pour augmenter le rendement de son exploitation, il doit utiliser des pesticides. Mais il le fait aussi aux dépens de sa santé...

# PESTICIDES ET CANCER

# métier d'agriculteur

**Deux enquêtes  
épidémiologiques  
françaises mettent l'accent  
sur l'apparition de cancers  
suspects chez les  
agriculteurs. Les produits  
phytosanitaires qu'ils  
utilisent se concentrent  
dans notre environnement.  
Et ils sont pourtant  
oubliés par les enquêtes  
d'hygiène publique...**

PAR DIDIER DUBRANA

**M**e et M. Cador ont décidé de porter plainte contre x auprès du procureur de la République de Chartres, car « ils sont certains que les graves problèmes de santé dont a souffert leur enfant sont dûs à l'épandage incontrôlé des pesticides dans les champs avoisinant leur domicile ». Cette décision mûrement réfléchie est le résultat d'un parcours du combattant de quatre ans durant lequel ils « se sont heurtés à l'indifférence ou à l'incompréhension des autorités administratives et médicales qui ont préféré assimiler leur démarche à la détresse, bien compréhensible, de parents inquiets pour la santé de leur fille, au lieu d'y voir un sérieux problème de santé publique ».

C'est à Illiers-Combray, petite ville d'Eure-et-Loire de 3 500 habitants plantée au milieu des champs de céréales (blé ou orge) et d'oléagineux (colza) que commence le cauchemar de la famille

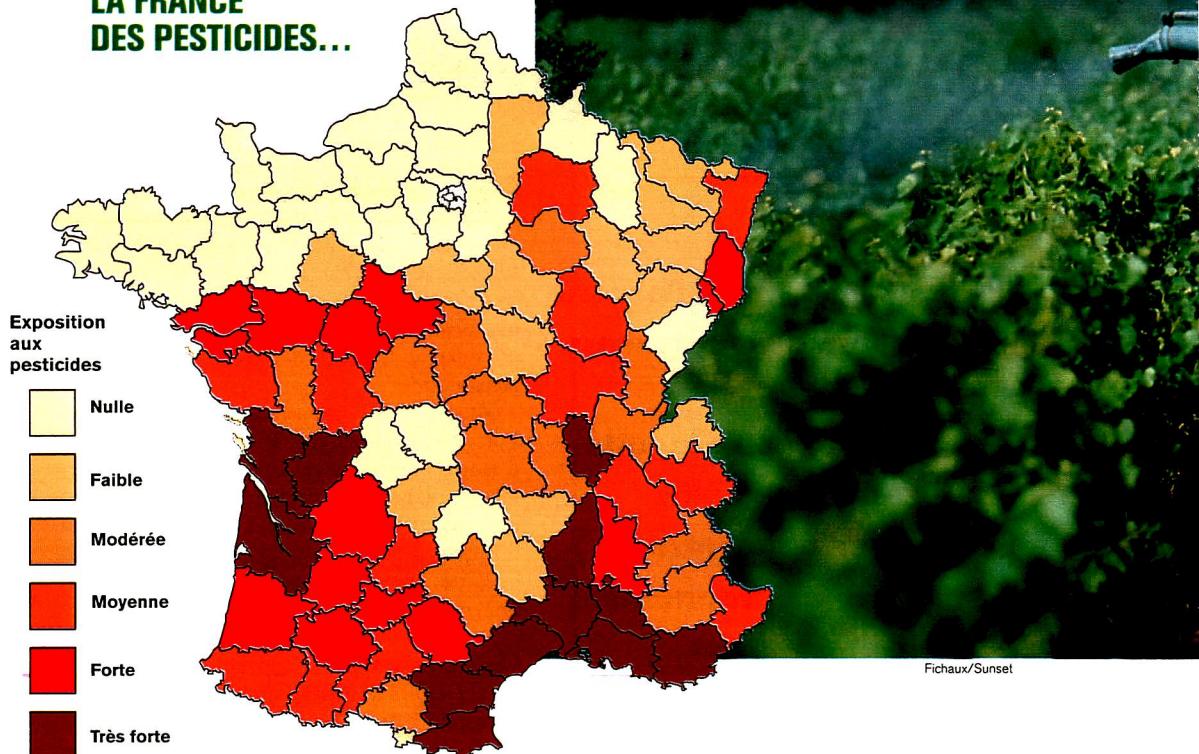
Cador. Leur fille Marion, encore bébé, a de graves problèmes respiratoires : bronchites asthmatiformes, laryngites et toux spasmodiques se succèdent à un rythme anormalement élevé. C'est bien simple, entre le mois de février et le mois de mai 1994, le médecin vient pas moins de six fois pour diagnostiquer à chaque visite un problème respiratoire.

Mme Cador décide de mener son enquête. Lorsqu'elle apprend par le bouche à oreille que d'autres enfants de la région sont atteints des mêmes maux, elle alerte le Dr Taugoureau qui est également président du conseil général d'Eure-et-Loire. L'autorité politique lui répond que, tout en prenant sa demande en considération, on ne peut changer le climat et l'environnement. Après avoir alerté leurs médecins traitants sans succès, la famille Cador pense avoir plus de chance auprès du maire pour obtenir une enquête approfondie de la Direction des affaires sanitaires et sociales (DASS). Pour appuyer sa requête, le couple fait circuler une pétition qui ne recueille malheureusement qu'une quinzaine de signatures. « Même si de nombreux parents sont inquiets, nous nous sommes vite rendu compte que nous ne pourrions pas compter sur l'appui de la population locale. » L'enquête publique n'aura donc pas lieu. Solution radicale, les Cador déménagent pour aller se réfugier, au mois de septembre 1994, dans un petit village de montagne près de Thiers. Le résultat ne se fait pas attendre : la petite Marion se porte comme un charme.

Mais dans la région d'Illiers-Combray, lorsqu'on interroge certains pharmaciens (qui souhaitent garder l'anonymat...), ils sont bien conscients que l'utilisation des pesticides dans les champs nuit à la santé des agriculteurs comme à celle des riverains : « Il est certain qu'au moment des épandages de printemps nous voyons arriver de nombreux agriculteurs le visage couvert de rougeurs et au bord de l'œdème de Quincke ». Mais, là encore, c'est la loi du silence.

Si les autorités sanitaires sous-estiment les problèmes de santé publique qu'engendre l'utilisation des pesticides, les agriculteurs, eux, sont pourtant régulièrement suivis au moyen d'enquêtes effectuées par les Mutualités sociales agricoles ►

## LA FRANCE DES PESTICIDES...



(MSA). Pour connaître, la nocivité des produits manipulés et les moyens d'éviter les accidents, les MSA envoient régulièrement des questionnaires aux agriculteurs. Un travail de Titan quand on sait que plus de 400 matières actives sont commercialisées, seules ou en association, dans plus de 2 000 spécialités répertoriées dans l'index phytosanitaire, une sorte de Vidal des pesticides.

Plus précisément, un agriculteur utilise une vingtaine de principes actifs différents par an, et il ignore souvent non seulement leur composition exacte mais surtout leur toxicité. Bref : près de 100 000 t de pesticides sont répandues chaque année dans nos campagnes (plus de 50 000 t de fongicides, 30 000 t d'herbicides et 5 500 t d'insecticides). Il est difficile de chiffrer, même dans le milieu professionnel, le nombre de personnes mises en danger. Les MSA avancent une fourchette, très approximative : de 700 000 à 1 000 000 de personnes seraient soumises au danger des pesticides en milieu agricole. Que risquent-elles ? Cela va d'une simple dermatite de contact aux allergies, sans oublier les cancers... Cette dernière pathologie, même si elle a longtemps été bannie du vocabulaire des industriels français de la chimie des pesti-

cides, est aujourd'hui bien réelle. Deux enquêtes épidémiologiques récentes brisent ce tabou.

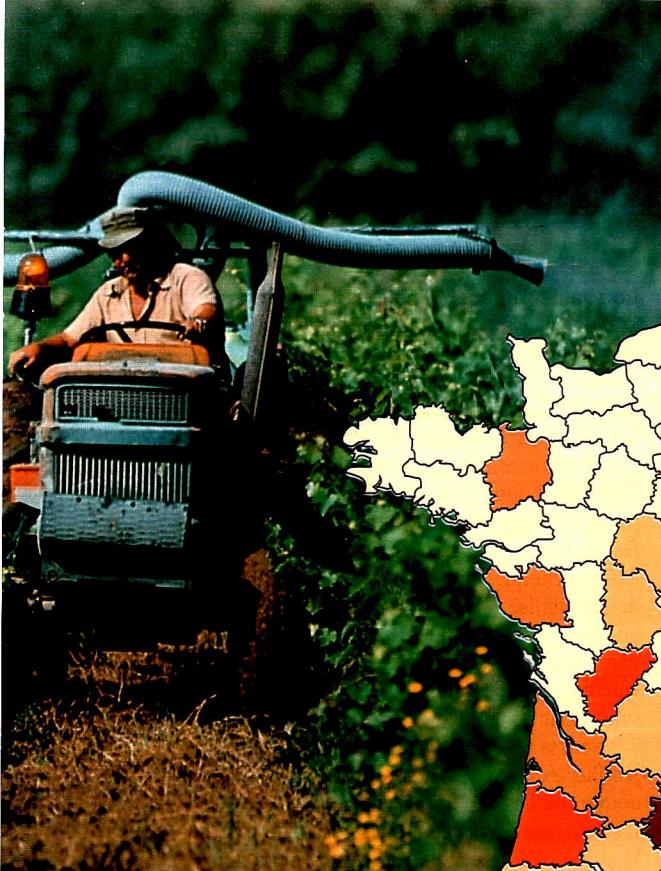
La première est le fruit du travail de recherche du Pr Viel, responsable du département de santé publique de la faculté de médecine de Besançon. Il a choisi d'étudier la mortalité des agriculteurs âgés de 35 à 74 ans dans 89 départements français<sup>(1)</sup>. « Notre hypothèse de départ était de prendre la carte de l'épandage des pesticides et de la comparer à celle des cancers. » Première difficulté : les techniques agricoles diffèrent selon qu'il s'agit de terres labourables (céréales), d'arboriculture ou de viticulture, donc l'exposition aux polluants aussi. Ainsi, il y a vingt ans<sup>(2)</sup>, dans les vignes, les pesticides étaient pulvérisés sur les ceps ou les grappes avec un sulfateur suspendu au dos du vigneron. Pour les vergers, le produit était pulvérisé de haut en bas alors que dans les champs de blé les tracteurs, équipés de larges rampes, pulvérisaient le pesticide sur le sol. De nos jours, les techniques se sont perfectionnées mais des différences subsistent. Conclusion : chaque type de cultures définit donc un niveau d'exposition aux pesticides différent.

Mais on sait également que, dans chaque dépar-

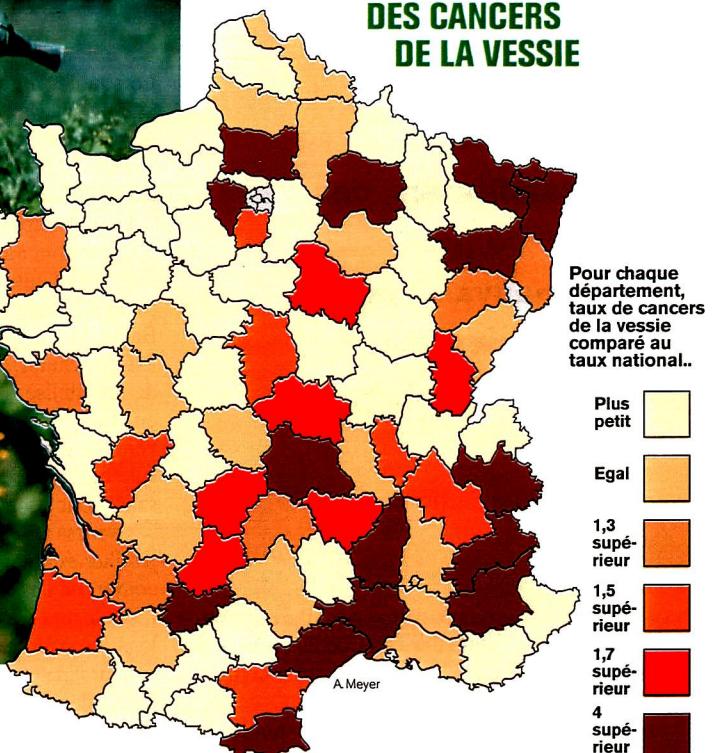
(1) L'ensemble des départements, moins Paris, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis, la Corse et le Territoire-de-Belfort.

(2) Une époque qui intéresse particulièrement le Pr Viel, étant donné le laps de temps qui s'écoule entre l'exposition et l'apparition de la maladie.

(3) Ce recensement est effectué tous les dix ans.



## ... ET CELLE DES CANCERS DE LA VESSIE



## Les plus touchés : les viticulteurs

La vigne est grosse consommatrice de produits phytosanitaires. On utilise, en effet, 40 % des pesticides employés en France pour traiter seulement 10 % des terres cultivables, ce qui entraîne pour les viticulteurs un risque supplémentaire de cancer.

tement, une culture prédomine. « Pour tous les départements, j'ai donc recueilli dans le recensement général agricole (3) le pourcentage de surfaces cultivables, en vigne, en céréales ou en arbres fruitiers, et le temps de travail des ouvriers agricoles, explique le Pr Viel, ce qui m'a permis de calculer l'indice mesurant l'exposition aux pesticides dans chacune des trois catégories de culture. Enfin, ces trois indices analysés département par département m'ont permis de dessiner les trois cartes de France d'exposition aux pesticides. » En reliant ces cartes à celles des cancers, on peut dire aujourd'hui que l'utilisation des pesticides dans la viticulture est fortement suspectée d'induire des cancers de la vessie (voir cartes ci-dessus). « C'est la corrélation la plus significative, affirme le Pr Viel. En revanche, sur les terres labourables, je soupçonne une corrélation avec les cancers du pancréas et du rein, mais cela demande à être véri-

rifié par des études encore plus approfondies. »

De son côté Jacqueline Clavel, de l'unité 170 de l'INSERM à Villejuif, s'est intéressée à l'apparition d'une forme de cancer du sang extrêmement rare, la leucémie à tricholeucocytes. Cette pathologie représente 2 % de la totalité des leucémies de l'adulte (elle ne frappe pas les enfants), soit un peu plus de 50 cas par an en France. Elle atteint environ quatre hommes pour une femme. Cette enquête semble faire apparaître un doublement du risque de cette leucémie chez les agriculteurs. Mais le Dr Clavel précise qu'il s'agit de résultats préliminaires qui demandent à être confirmés. En attendant, comme le souligne l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans un récent rapport, « on dispose de fort peu de données épidémiologiques pour évaluer les effets des pesticides sur la santé humaine. C'est à la fois surprenant et préoccupant étant donné la toxicité très élevée de certains produits et la gravité des dangers qu'ils présentent pour la santé. » Gageons que ces premières données qui corroborent de nombreuses études épidémiologiques américaines pourront amorcer un véritable débat national de santé publique sur le sujet.

# Jardinez-vous

**On trouve de tout dans les produits phytosanitaires, des "bons" comme des "mauvais" pour l'environnement. Comment choisir.**

PAR ISABELLE BOURDIAL

Certaines catégories d'armes chimiques sont en vente libre en grande surface. Il suffit d'aller dans une jardinerie ou un supermarché pour se procurer des produits toxiques de synthèse. Les herbicides, insecticides, raticides et autres pesticides ont en commun un suffixe qui caractérise leur aptitude à détruire la matière vivante. Tout est fait pourtant pour atténuer leur pouvoir destructeur... dans l'esprit du consommateur. Au terme de pesticide de jardin, on substitue celui de produit phytosanitaire, étymologiquement plus valorisant.

Lorsqu'il traite ses plantations, le jardinier n'est plus un exterminateur de pucerons mais un "phytoprotecteur" qui défend sa terre contre les agresseurs de toute spore et de tout poil. Carottes et dahlias en deviendraient presque ses obligés !

Les principales marques de phytosanitaires appartiennent à de grands industriels de la chimie : KB, Umurop et Fertiligène (ex-Sovilo) pour Rhône-Poulenc, Bayer Jardin pour Bayer, Sem et Compo pour BASF, Ato pour Elf-Atochem... Une façon bien commode de rentabiliser leurs activités de recherche en matière de traitement agricole. Car, souvent, les matières actives utilisées par les agriculteurs, les horticulteurs et les jardiniers de plaisir sont les mêmes.

Avant sa mise sur le marché, le pesticide fait l'objet d'un examen de la part d'une commission qui comprend des experts en agronomie et des éco-toxicologues. Le produit reçoit ensuite une homologation pour le secteur professionnel ou pour le secteur amateur. Tout irait pour le mieux si ne déferlait, dans les points de vente destinés à M. Tout-le-monde, une vague de produits ayant été homologués pour l'agriculture. C'est, par exemple, le cas des anti-limaces à base de métaldéhyde (dangereux



# à l'arme chimique ?

pour les animaux domestiques) ou de certains désherbants contenant du glyphosate à des concentrations de 360 g/l comme le Roundup "pro" de Monsanto. Le problème vient du fait que leur utilisation

par un néophyte n'est pas exempte de risques. Un particulier qui utilise un anti-mildiou sur ses dix pieds de tomates prend généralement moins de précautions qu'un agriculteur qui traite plusieurs dizaines d'hectares. Il se protège peu ou prou, n'entrepose pas ses produits dans les endroits les plus sûrs, est tenté de faire des mélanges, jette les emballages à la poubelle et les résidus dans les égouts.

Certes, on ne sait pas exactement comment se comportent les jardiniers français (¹), mais on a une petite idée des pratiques de leurs homologues suisses. Elles ont de quoi nous inquiéter lorsqu'on connaît le souci qu'ils ont de l'environnement...

L'Agence fédérale helvétique de l'environnement, de la forêt et des espaces naturels a réalisé en 1991-1992 une étude portant sur deux cents jardins familiaux et jardins privés (²).

La majorité des jardiniers interrogés ont ►

## Le hit-parade des produits phytosanitaires

Les herbicides représentent 40 % des ventes, loin devant les insecticides, 15 %, les molluscicides (contre les escargots et les limaces), 10 %, les produits mixtes, 9 %, les rodenticides (contre les rongeurs) et les fongicides, chacun 8,5 %. Le reste allant aux appâts, à la glu et au mastic.



E. Malherbe



► acheté leurs traitements phytosanitaires dans une grande surface, là où le consommateur ne bénéficie pas des conseils d'un vendeur. Les produits ont été stockés dans un bâtiment extérieur soumis à de fortes variations de température. Première constatation : les apports d'engrais ont été bien plus importants que ce qui était nécessaire. Les sols de ces jardins avaient ainsi une teneur moyenne en phosphore dix fois supérieure à celle des terres de grande culture ! Une surfertilisation qui explique probablement leur fragilité vis-à-vis des maladies et des parasites. Quasiment tous les jardiniers ont utilisé au moins un produit de traitement.

Deuxième constatation : le surdosage est pratique courante. Suivant le principe actif considéré, entre 25 et 90 % des utilisateurs ont employé un fongicide, un insecticide ou un molluscicide à des doses supérieures aux doses maximales conseillées. Le mode de présentation du produit a une influence certaine sur la quantité utilisée. Les produits conditionnés sous forme liquide concentrée ont été utilisés aux doses les plus fortes, tandis que les gélules ont été employées de façon plus rationnelle. Autre surprise : les produits ne sont pas toujours utilisés à bon escient. Près de 20 % des fongicides ont été employés pour lutter contre des insectes, et 5 % des insecticides, pour enrayer une maladie fongique ! Enfin, un acheteur sur cinq reconnaît avoir eu des difficultés pour calculer le dosage approprié. Qu'en est-il de la préparation des quatre autres ? Les pesticides à dissoudre ou à diluer ont généralement été préparés dans un arrosoir, ce qui ne permet pas de doser finement un mélange...

Ces résultats ont incité l'Institut national de recherche agronomique à enquêter côté français. L'INRA s'apprête à lancer une étude portant sur l'utilisation des pesticides (y compris le devenir des emballages et des restes de produits) et la consommation d'eau pour l'arrosage des jardins familiaux et dagrément.

Des dispositions ont été prises pour diminuer les risques d'intoxication chez les utilisateurs. Des mesures strictes concernant l'étiquetage ont été mises en place (voir l'étiquette ci-dessus). Tous les produits doivent, depuis cette année, faire l'objet d'un contrôle spécifique de la part de la commission d'étude de la toxicité pour mériter la mention légale "Emploi autorisé dans les jardins". Cette commission vérifie si le profil toxicologique de la formule et son mode d'emploi sont compatibles avec son utilisation par l'amateur. Un avis, publié au *Journal officiel* en juillet 1994, rabaisse la concen-

tration limite de l'atrazine et de la simazine, deux herbicides, de 3,5 kg/ha à 1,5 kg/ha. Le thiram (contre la cloque du pêcher) et le folpel (fungicide à spectre large) sont bannis des compositions pour jardin.

Le linuron est en instance de l'être. Les fabricants ont jusqu'à fin 1996 pour obtempérer.

Rendons justice aux industriels du phytosanitaire : les produits qui étaient classés toxique (T) ou très toxique (T+) ne sont plus proposés aux particuliers. Gare tout de même aux vieux flacons qui traînent encore dans certains points de vente ou sur vos étagères. Le chlorfenvinphos (insecticide) et la chlorophacinone (rodenticide) sont des substances classées T+, mais les préparations qui en contiennent sont seulement classées Xn (nocif). Attention, les insecticides ménagers

n'obéissent pas à la même réglementation et n'ont pas de procédure d'homologation. Une substance dangereuse écartée des insecticides phytosanitaires, comme le dichlorvos, n'est pas interdite dans un insecticide pour la maison. Les produits organiques de synthèse, de loin les plus courants, comprennent quatre grandes familles : les organophosphorés, les organochlorés, les carbamates et les pyréthrinoïdes.

Dans la première famille se côtoient des insecticides, des herbicides... et des gaz de combat comme le sarin. Les organophosphorés se décomposent assez vite dans l'environnement avec quelques ex-



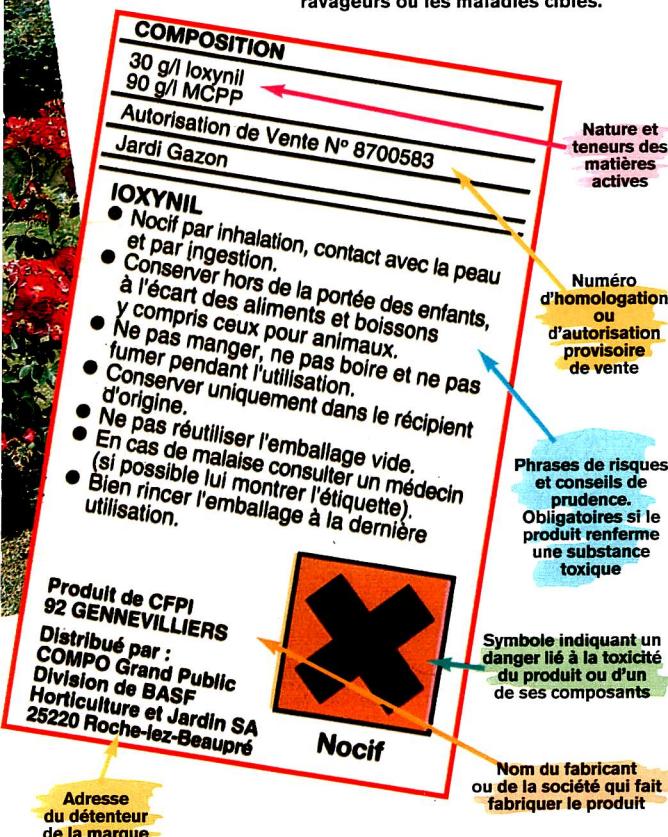
N. et P. Mialane/Map

## Le surdosage est pratique courante

(1) Selon une étude réalisée par l'association Promojardin, plus de 12 millions de ménages entretiennent 13,5 millions de jardins. En moyenne, les jardiniers dépensent 200 F chaque année en traitements en tout genre, deux fois plus que pour les amendements et les supports de culture (terreau, tourbe), et quatre fois plus que pour les engrains.

# Les six règles de l'étiquette

Sur chaque produit phytosanitaire doivent toujours figurer, outre les mentions ci-dessous, les doses d'application et le mode d'emploi, ainsi que les ravageurs ou les maladies ciblés.



par leur faible rémanence dans l'environnement.

D'autres familles à risques sont représentées par les herbicides de synthèse destinés aux jardiniers amateurs. Tels les dérivés de l'acide phenoxyacétique comme le 2,4 D et le 2,4,5 T (jusqu'à épuisement des stocks pour ce dernier), célèbres pour avoir été utilisés au Vietnam par l'armée américaine. Telles les triazines comme l'aminotriazine, la simazine ou l'atrazine, des herbicides très solubles dans l'eau, accusés de contaminer les nappes phréatiques. Telles les urées substituées comme le diuron ou le linuron, des herbicides assez solubles dans l'eau et persistants dans le sol. Quant aux fongicides, l'un d'entre eux au moins mérite une mention spéciale, bien qu'il n'entre pas dans la composition des fongicides destinés au jardin mais dans ceux qui traitent le bois. Le PCP (ou pentachlorophénol) se retrouve en effet partout, même dans les fruits et les légumes qui ont été entreposés dans des caisses en bois traitées. C'est pourtant un poison à l'origine de nombreuses intoxications.

Les pyréthrines ne sont pas les seuls pesticides d'origine végétale disponibles aux particuliers. La roténone, extraite du derris ou du cubé et sans danger pour l'homme et les animaux à sang chaud, est en revanche toxique pour les poissons, les batraciens, les vers de terre et de nombreux insectes utiles. Mais elle se dégrade rapidement dans l'environnement. Il faut aussi évoquer les méthodes de lutte faisant usage de prédateurs, de parasites ou d'agents pathogènes des ravageurs considérés. Peu de produits destinés au grand public y recourent, à l'exception de la bactospéine jardin de Sovilo et de l'insecticide BV de KB. Ils contiennent *Bacillus thuringiensis*, une bactérie pathogène pour les chenilles. Ceux qui souhaitent du mal aux pucerons feront appel aux larves de coccinelles. La belle s'achète dans les relais qui portent son nom.

L'abus de pesticides bouleverse l'équilibre écologique du jardin. La plupart des invasions de ravageurs trouvent leur origine dans l'extinction préalable de leurs prédateurs, eux-mêmes combattus par des pesticides chimiques. Des résidus s'accumulent dans la terre et les nappes d'eau. Il est donc recommandé, pour respecter l'équilibre naturel et pour sa propre santé, d'utiliser les phytosanitaires de façon exceptionnelle et ciblée, en veillant à leur innocuité pour les auxiliaires. On pourra s'abstenir d'user des herbicides et des produits mixtes. L'emploi des premiers sur des sols compactés comme les allées entraîne un coefficient de ruissellement très élevé. Les produits mixtes incitent à accroître le nombre et la quantité de matières actives épandues. Les vrais "pouces verts" opteront pour le "bon" pesticide, qu'il soit d'origine minérale, végétale, voire même chimique.

(2) Voir l'article de Ph. Girardin dans le *Courrier de l'environnement* de l'INRA, novembre 1994.

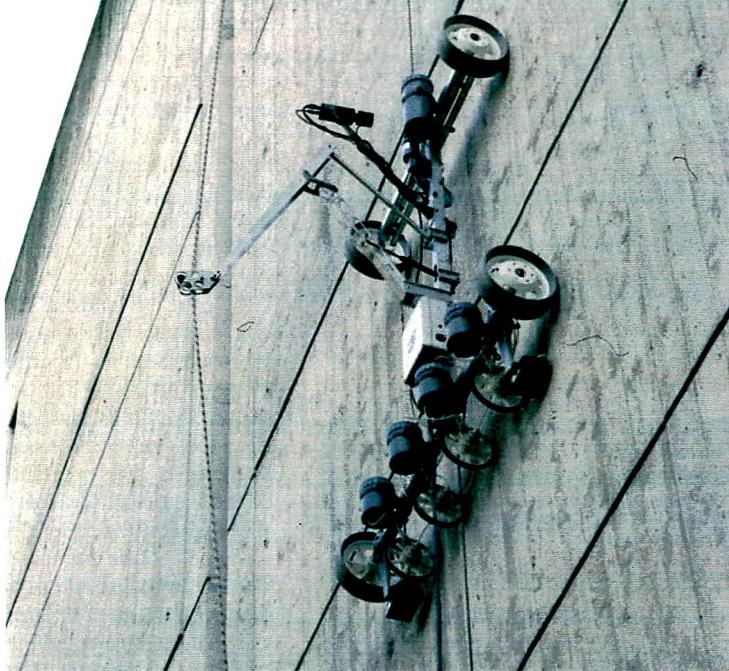
(3) Abeilles, bourdons, andrènes, euglossines... Les insecticides toxiques pour eux doivent obligatoirement porter la mention : «Produit dangereux pour les abeilles et autres insectes pollinisateurs.»

ceptions notables comme le glyphosate et le chlorfenvinphos. Ce dernier compte précisément, avec le dichlorvos, parmi les organophosphorés les plus dangereux pour les mammifères, à la différence du malathion. Les organochlorés s'illustrent par leur persistance, leur bioaccumulation dans l'organisme et leur bioamplification le long des chaînes alimentaires. Seul le lindane est encore autorisé pour le traitement du sol et des semences. Mieux vaut éviter ces matières très actives si d'aventure elles rodent dans l'étagage de votre fournisseur.

Les carbamates sont assez peu stables dans le sol. Au jardin, le plus répandu se nomme carbaryl. Peu毒ique pour les vertébrés à sang chaud, il est dangereux pour les arthropodes auxiliaires (3) et les poissons. Une propriété d'autant plus regrettable que, comme beaucoup de carbamates, il est hydrosoluble et migre aisément dans les rivières. Les pyréthrines de synthèse, ou pyréthinoïdes, sont des insecticides dénués de toxicité pour les animaux à sang chaud, comme les pyréthrines d'origine végétale extraites du pyrèthre. Tous deux, en revanche, mettent en danger la vie des vertébrés à sang froid. Un inconvénient minoré

# TECHNOLOGIE

Dirigé par Gérard Morice



Un châssis équipé d'une caméra vidéo haute définition, de sondes magnétiques et de roues électrodes : c'est le Lézard qui détecte les anomalies du béton dans des zones inaccessibles.

Photo X : tous droits réservés

## Travaux publics

### Le "Lézard" surveille les parois en béton

Vérifier l'état des ouvrages de grande hauteur, murs dans le bâtiment, piles de pont dans les ouvrages d'art, ou silos et tours dans le génie civil, relevait jusqu'ici de la quadrature du cercle.

Voici que le "Lézard", développé par le Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics (CEBTP), vient résoudre le problème. Le principe : un châssis automoteur se déplaçant sur deux câbles tendus le long de

la paroi à inspecter, qu'elle mesure 10 ou 50 mètres de haut, et détectant les désordres les plus fréquemment rencontrés sur les ouvrages en béton armé (fissures et armatures dégradées).

Ce châssis est équipé d'une caméra vidéo haute définition, de deux sondes magnétiques et de quatre roues électrodes pour la mesure du potentiel électrochimique. La hauteur est enregistrée par l'intermédiaire d'une roue de codage, les données recueillies sont transmises par câble à un micro-ordinateur et à un magnétoscope : les paramètres surveillés sont ainsi suivis en continu.

Par souci de légèreté, tous les appareils sont amovibles. L'équipement peut donc être adapté et complété dans la limite d'une charge utile de 15 kg.

La souplesse du Lézard est totale,

puisque une version spécifique développée en partenariat avec EDF permet l'inspection de parois courbes et/ou avec surplomb, sans limitation de hauteur.

## Décryptage

- Quelle différence entre le chômage naturel et le chômage involontaire ?
- Qu'est-ce qu'un réméré ?
- Connaissez-vous les intérêts moratoires ? Autant de questions auxquelles répond l'ouvrage *Droit, Economie, Gestion*, que publient les éditions L'Hermès. Des spécialistes de chaque domaine donnent des définitions claires, précises et concises. Ce dictionnaire (720 pages) coûte 195 F.

**36 15**  
**SCV**

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

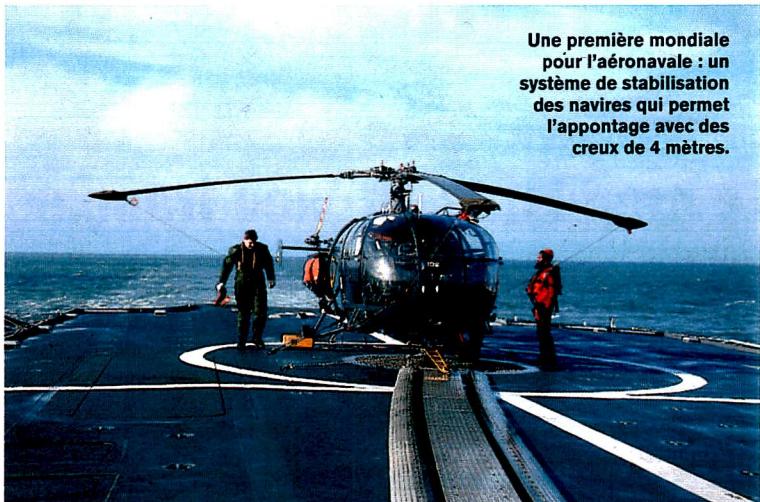
## Navigation

# La marine "tranquillise" ses navires

Faire décoller et apponter un avion ou un hélicoptère sur un navire par mer forte est, on s'en doute, une opération délicate. La plate-forme que représente le navire bouge selon trois axes : longitudinal, c'est le roulis, transversal, c'est le tangage, vertical, ce sont les lacets, succession d'écartes de cap autour de la route du navire.

Le roulis peut être atténué au moyen d'ailerons stabilisateurs placés sur chaque côté de la coque du navire et gérés par un ordinateur qui détecte les mouvements par rapport à la verticale. Mais les mouvements de lacets créés par l'action conjointe de la houle et du vent ne sont que faiblement réduits par ce type d'installation. Or, ce sont eux qui provoquent des embardées et rendent l'appontage périlleux, voire impossible.

Pour réduire les embardées, deux solutions : utiliser de grands navires, car plus un bâtiment est long, plus il est stable ; ou bien détecter tous les paramètres des mouvements du navire à l'aide d'un ordinateur afin d'agir en même temps sur la barre et sur les stabilisateurs latéraux.



Marie Lescure

C'est cette dernière solution qui a été retenue par la Direction des constructions navales (DCN) qui a conçu un système original : le Système de tranquillisation automatique des frégates (STAF). Le STAF lie l'action de stabilisation des ailerons du navire à celle de ses deux gouvernails commandés par un calculateur qui corrige leurs mouvements.

Le système a d'abord été étudié

pendant plusieurs mois sur une maquette navigante au douzième du futur porte-avions *Charles de Gaulle*. Des essais à l'échelle réelle sont en cours sur les frégates *La Fayette* et *Surcouf*.

Selon l'un des architectes du STAF, ce système permettra d'utiliser l'ensemble des aéronefs du *Charles de Gaulle* et les hélicoptères des frégates par "mer 5-6", c'est-à-dire avec des creux de 4 m. M. L.

## Télécommunications

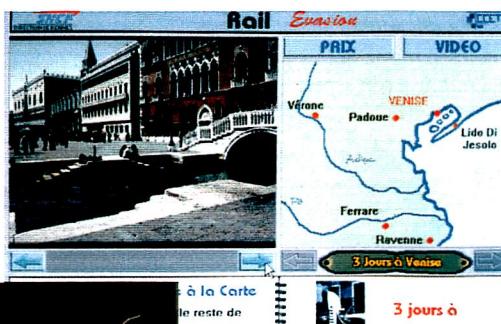
# Le CNET fête ses 50 ans

Pour célébrer cet événement, le Centre national d'étude des télécommunications (CNET) présente "Planète Telecom : la convivialité numérique" à La Villette, une ex-

position qui montre le chemin parcouru en cinq décennies et dégage quelques perspectives sur le futur.

Le passé, c'est ce premier visiophone qui date de 1972 et donne l'impression d'un bricolage amateur. Le futur, c'est, par exemple, la généralisation de la consultation d'images animées dans les agences de voyage du lieu de destination choisi. Le futur, c'est un réseau à haut débit permettant des services fixes ou mobiles incluant les voix, les données et les images, de façon interactive (les autoroutes de l'information). L'exposition présente ainsi des services multimédia, la télévision numérique ou encore les dernières avancées en matière d'optoélectronique et de microélectronique.

Cinq décennies de télécommunications à La Villette : du premier visiophone (ci-dessous) à la consultation d'images animées dans les agences de voyage (ci-contre).



## Semi-conducteurs

## Le premier laser bleu français



CNRS/L. Medard

Ce laser bleu a une longueur d'onde de 0,48 micromètre. Cette propriété permettra de multiplier la capacité d'un CD-Rom par quatre.

**P**ourquoi les chercheurs du monde entier accordent-ils autant d'importance à la lumière du laser bleu ? Tout simplement en raison de sa faible longueur d'onde. Sur les supports numériques op-

tiques actuels, tels que disque compact ou CD-Rom, l'information est codée sous formes de micro-cuvettes chargées de diffracter, ou non, la lumière issue du laser. Or, pour que ces dernières jouent correctement leur rôle, il est impératif que leurs dimensions soient au moins égales à la longueur d'onde du faisceau. En cas contraire le disque se comporte comme un miroir parfait et son codage ne peut être lu.

Les diodes laser qui équipent les lecteurs actuels rayonnent dans l'infrarouge. Dans ce cas, la longueur d'onde du faisceau se situe aux alentours de 0,8 micromètre. Les cuvettes ne peuvent donc posséder une dimension inférieure. La

longueur d'onde de la lumière émise par le laser du CNRS est de 0,48 micromètre. La taille des micro-cuvettes peut donc être considérablement réduite. On pourrait ainsi en loger beaucoup plus sur une surface donnée : la capacité d'un tel support se trouverait multipliée par 4.

Dans la réalité, le gain est encore plus important en raison des effets de focalisation qui viennent se greffer. Si cette technologie est appliquée à un support magnéto-optique (type disque ré-enregistrable) ce sont des gains d'un facteur 10 en capacité qui sont attendus, un faisceau bleu étant également plus facile à focaliser.

Cependant, réaliser une diode laser émettant dans le bleu n'est pas simple. En effet la longueur d'onde de la lumière émise est directement liée à l'épaisseur des couches de semi-conducteurs qui composent son élément actif. Ce sont donc sur des couches de 10 nanomètres (dix millionièmes de millimètre) que l'équipe dirigée par Jean-Pierre Faurie a dû travailler durant sept mois pour réussir à réaliser ce premier laser à semi-conducteurs.

H.-P.P.

## Médical

## Un rembourrage anti-escarre primé à Genève

**M**onsieur Max Rogmans des Pays-Bas est un homme heureux : il a remporté le grand Prix du Salon international des inventions techniques et produits nouveaux qui vient de se tenir à Genève, pour son système de rembourrage mixte air-liquide, destiné à la création de coussins et matelas médicaux épousant parfaitement la forme du corps.

Partant de l'observation des actuels matelas à air et à eau, M. Rogmans a développé un procédé qui allie les qualités de ces deux systèmes : son rembourrage est extrêmement léger et enveloppant. Il est composé de petits berlingots triangulaires remplis d'air réalisés dans un matériau synthétique spécial, et, selon les modèles, contenus dans un

emballage plastique sous vide dont l'intérieur est lubrifié.

Les propriétés du nouveau produit offrent aux paraplégiques, aux grabataires ou tout simplement aux personnes alitées un confort inégalé. La matière adopte en quelques secondes la forme qui s'y pose et elle retrouve son aspect d'origine dès qu'on la quitte.

**Des petits berlingots remplis d'air constituent un rembourrage léger et enveloppant.**



Photo X : tous droits réservés

## Vous avez dit "hythane" ?

**D**epuis quelques semaines, les rues de Montréal sont sillonnées par deux bus dont l'originalité est de fonctionner à l'hythane. Hythane ? Il s'agit d'un nouveau carburant composé de 20 % d'hydrogène et de 80 % de méthane, une forme d'énergie infiniment moins polluante que les hydrocarbures conventionnels.

L'autobus à hythane a été élaboré à partir de techniques peu coûteuses et il s'intègre parfaitement dans le fort courant de développement, en Amérique du Nord, des autobus fonctionnant au gaz naturel.

Ces deux bus de démonstration sont le fruit de la recherche d'une dizaine d'entreprises québécoises qui ont adhéré au projet pilote Eu-

roquébec Hydrogène, qui constitue le plus important programme de recherche et de développement en matière d'hydrogène actuellement en cours dans le monde. Il implique plus d'une

soixantaine d'entreprises et d'organismes dont une quarantaine sont européens. Son budget est de l'ordre de 60 millions de dollars, dont 48 millions de dollars en contributions européennes.



**Composé d'hydrogène et de méthane, l'hythane fait l'objet d'un vaste programme de recherche au Canada. Moins polluant que les hydrocarbures classiques, les remplacera-t-il ?**

## Aéronautique

## Un hélicoptère de... 500 tonnes

**S**urpassée, la plus grosse grue volante de tous les temps (le MI-10 Harke russe de 52 tonnes au décollage dont 15 t de charge utile) !

Les Russes, toujours eux, étudient depuis un an un hélicoptère hyper-géant. Un mastodonte qui défie l'imagination, plus lourd que le plus gros avion commercial du monde : le Boeing 747 (400 tonnes). L'hélicoptère - de type porte-conteneur - à l'état d'avant-projet pèserait en effet 500 tonnes au décollage dont 250 tonnes de charge utile.

L'intérêt d'un tel monstre ? Offrir la possibilité de transporter une charge deux fois plus importante

que celle d'un avion de même masse maximale au décollage.

Les dimensions de l'appareil étudié par le TSAGI (laboratoire russe de recherche aéronautique) sont un véritable défi aux lois de l'aéronautique. Qu'en juge : le diamètre du rotor fait... 100 mètres, soit 35 mètres de plus que l'envergure du Boeing 747.

La propulsion aussi s'écarte du classicisme puisque, pour soulager la charge de la tête du rotor, la motorisation est assurée par cinq turboréacteurs installés en extrémité de pales. Quant à la vitesse périphérique de ces pales, elle est de 200 m/seconde.

S.B.

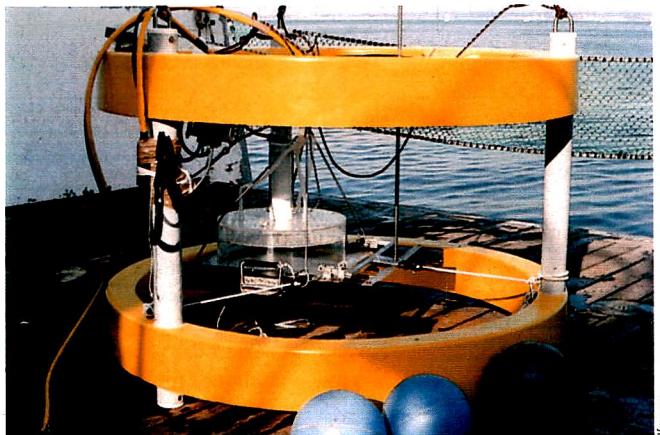
## Dépenses d'énergie

- Pour accroître la rentabilité du poste des dépenses d'énergie, le Centre technique des industries mécaniques (CETIM) Rhône-Alpes effectue des diagnostics personnalisés, en collaboration et avec la participation financière de l'Association pour le développement de l'économie de marché (ADEME) et du conseil régional Rhône-Alpes. Un bilan permet de procéder aux ajustements nécessaires (modification de contrat, adaptation des conditions de fonctionnement des machines...). Ces diagnostics peuvent ainsi entraîner des économies comparables aux marges généralement réalisées en mécanique. Contact : J.-J. Delorme, tél. : 16 76 51 72 02.

## Océanographie

# Chess travaille en finesse

Ce prélevage autonome, utilisable depuis un bateau, baptisé Chess (pour Chambre d'échantillonnage des sédiments superficiels), permet de récupérer les particules extrêmement fines déposées à la surface des sédiments. Conçu et mis au point par l'Ifremer, il réussit ce que ne peuvent réaliser les techniques et les outils actuels, qu'il s'agisse des bouteilles hydrologiques (car on se trouve trop près du fond) ou des bennes et carottiers (qui "lessivent" littéralement les sédiments les plus fins).



Chess permettra d'analyser les micro-dépôts à la surface des sédiments, et ainsi de suivre l'évolution des contaminants en zone littorale.

Ces dépôts forment sur les sédiments une fine couche fréquemment rencontrée en zone littorale, en particulier dans les secteurs soumis à des rejets urbains et industriels, ou encore proches des estuaires. Ils sont facilement remis en suspension, par exemple à l'occasion d'épisodes météorologiques (agitation de la mer) et ils augmentent d'une quantité jusqu'ici pratiquement inconnue les teneurs en polluants. Il est donc important de les déceler pour connaître précisément leur importance en tant que contaminants chimiques bactériens de l'environnement marin. Or, jusqu'ici ils "passaient à travers les mailles du filet" par impossibilité de les récupérer.

Le prototype Chess est une enceinte dans laquelle la rotation d'une sorte d'hélice produit une énergie qui entraîne, de façon artificielle et contrôlée, la remise en suspension de ces micro-dépôts. Le volume d'eau isolé est ramené à bord pour l'analyse ultérieure.

Ainsi, grâce à ce nouvel instrument, la connaissance de la qualité de l'environnement marin pourra être affinée et l'on pourra suivre le devenir biologique, chimique et géologique des contaminants.

## Un pas vers la compatibilité totale

- IBM, Apple, AT&T et Siemens viennent de signer des accords de partenariat en ce qui concerne la recherche et le développement de nouveaux produits. Le but de ces accords est d'aboutir à une normalisation, tant sur le plan purement informatique que sur celui des transmissions. Ceci devrait permettre de faire tomber les barrières entre les équipements informatiques dès qu'il s'agit de leur faire échanger des données par l'intermédiaire d'un réseau.



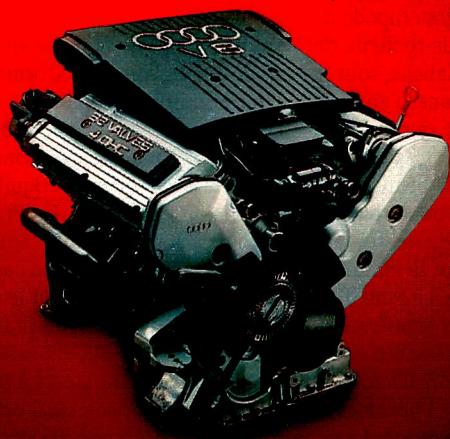
Photo X tous droits réservés

## LE RELAIS HERTZIEN LE PLUS HAUT DU MONDE

● Jusqu'à maintenant, dans les régions des Andes argentines, les liaisons téléphoniques étaient établies uniquement par câble, comme au bon vieux temps. Ces

lignes aériennes serpentent pas monts et vallées le long du chemin de fer. Les habitants de la capitale régionale San Salvador attendaient généralement plusieurs heures pour obtenir une communication avec La Quiaca, une ville proche de la frontière bolivienne. Siemens vient de réaliser une liaison numérique par faisceaux hertziens entre les deux villes situées au nord de l'Argentine. La liaison d'une longueur de 315 km, comprend 14 stations. Sa particularité : le relais installé sur la montagne Cerro Esperanza, à 4 902 mètres d'altitude, est le plus haut du monde !

Rien n'est devenu  
aussi complexe que ceci.



Rien n'a plus évolué  
pour son entretien que cela.



CALLEGARI BERVILLE

Plus la mécanique devient complexe, plus l'entretien d'un moteur s'avère délicat. Voilà pourquoi les huiles Antar Isofluide contiennent des additifs spécifiques. Les détergents nettoient et évitent l'encrassement des pièces. Les dispersants retiennent suies et saletés et les maintiennent en suspension pour empêcher leur dépôt. Quant aux anti-corrosion, ils luttent contre la rouille et l'attaque de produits acides formés par le moteur. Avec Antar on pourrait même dire que le meilleur moyen d'entretenir son moteur, c'est de le faire tourner.

**CE QUE VOUS EXIGEZ D'UNE VOITURE,  
EXIGEZ-LE D'ANTAR.**

**ANTAR**  
LUBRIFIANTS

## Aquaculture

## L'ormeau hors mer

**R**éussir l'élevage des ormeaux, tel est le pari fou et ambitieux d'une petite société, Echinoxe, basée à Pirou (Manche). Dans l'obscurité d'un bâtiment de 350 m<sup>2</sup>, quelques dizaines de milliers d'ormeaux, *Haliotis tuberculata*, gross-

sissent sagement dans des "toboggans" de 14 mètres de long, où circule un courant permanent d'eau de mer à 19 °C. Ce gastéropode de mer vit sur les fonds rocheux de Bretagne et de la Manche, sous le ressac des vagues dans la zone de balancement des marées, jusqu'à 12 mètres de profondeur ; il "broute" les algues fixées ou dérivantes et il lui faut plus de trois ans pour atteindre sa maturité, à une taille de 4 à 5 cm. Elevier l'ormeau signifie surmonter sa croissance lente, sa reproduction aléatoire et surtout éviter l'hécatombe des larves microscopiques, dont seulement 1 à 3 % se fixent après la première métamorphose – elles ne mesurent alors pas un quart de millimètre. Fin 1994, après les premières pontes provoquées à Echinoxe, 8 000 larves de cinq semaines avaient franchi ce cap difficile ; aujourd'hui, le quart d'entre elles atteignent le centimètre.

Forte du soutien financier et technique du SMEL (Syndicat mixte d'équipement du littoral), Echinoxe table sur une production annuelle à

**36 15 SCV**

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



Moschetti/REA

**La station expérimentale de Blainville produit du phytoplancton pour alimenter les larves d'ormeaux élevés industriellement.**

### VTT : Attention à la tête!

- Parmi les utilisateurs de VTT (vélo tout terrain) accidentés, un sur trois est blessé à la tête et même un sur deux chez les enfants de cinq à dix ans. A titre de comparaison, précise le Centre de documentation et d'information de l'assurance (CDIA), les blessures à la tête ne représentent que 15 % des accidentés de deux roues à moteur. L'explication est simple : cette différence tient au fait que, pour les conducteurs de cyclomoteurs et de motocyclettes, le port du casque est obligatoire.

l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle d'une vingtaine de tonnes, soit 400 000 ormeaux. Un optimisme un peu forcé mais l'enjeu est de taille ; exportés sur les pays du Pacifique, gros consommateurs d'*abalone*, le coquillage peut valoir 200 F le kg. En France, le cours à la production – environ 80 F le kg – est tiré vers le bas par le braconnage, qui met sur le marché des tonnages dix fois plus importants que la pêche.

Celle-ci est très limitée. La pêche à pied est autorisée sur l'estran, pour les coquillages de plus de 8 cm – soit des ormeaux de plus de cinq ans – et en dehors des mois de la reproduction, juillet et août. La pêche professionnelle, elle, s'effectue en plongée.

La surexploitation est donc limitée par les risques du métier et par une réglementation qui fixe des quotas par plongeur. La coquille joliment nacrée et la chair savoureuse sont très prisées. Cette espèce mythique sera-t-elle un jour banalisée ?

M.-L. M.



## Après la montre-bracelet, le bureau-bracelet

● British Telecom a réalisé un prototype regroupant, sous une forme extrêmement miniaturisée puisqu'il se porte comme une montre-bracelet, un combiné faisant à la fois office de téléphone, de visiophone, de fax, de micro-ordinateur et même... de montre. Enthousiastes sur ce projet rassemblant les outils de communication actuels, ses concepteurs sont convaincus qu'il s'agit là d'un combiné indispensable à tout cadre de l'an 2000.

## Deux tiers des robots industriels sont japonais

● Le nombre de robots industriels sophistiqués et dotés d'une grande autonomie s'élève à plus de 102 000 au Japon, contre 44 300 aux Etats-Unis et un peu moins de 10 000 en France. Si l'on retient une définition plus large du terme robot (en incluant les automates, manipulateurs et autres outils dotés d'une certaine indépendance), les deux tiers des appareils automatiques installés dans le monde le sont dans les usines japonaises.

## Électronique molle

● L'équipe du laboratoire des matériaux moléculaires du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de Thiais (Val-de-Marne) a réalisé le premier transistor composé uniquement de plastique. Le silicium, matériau roi de l'électronique, a été remplacé par des polymères conducteurs. Avantage du nouveau composant, unique au monde : il résiste aux chocs et à la torsion. En outre, il coûte beaucoup moins cher à fabriquer. Le circuit plastique devrait être utilisé pour les cartes à puce, qui deviennent illisibles dès qu'elles se déforment.

The advertisement features a dark book with 'SCIENCE & VIE' printed on the cover and a date '1933'. In the background, several issues of the magazine 'SCIENCE & VIE' are shown stacked, with titles like 'LA VACHE QUI PLEUVE', 'L'ESPIONAGE', 'LA GROSSE CHOUette', and 'LA CIGALE' visible. To the right, text reads: 'COLLECTIONNEZ LE SAVOIR AVEC LES RELIURES SCIENCE & VIE'. Below this is a 'BON DE COMMANDE' section with fields for name, address, and payment details, along with a note about the offer ending on December 31, 1995.

COLLECTIONNEZ  
LE SAVOIR  
AVEC  
LES RELIURES  
SCIENCE & VIE

BON DE COMMANDE

à compléter et à retourner palement joint à SCIENCE & VIE  
1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 PARIS cedex 15

OUI, je souhaite recevoir \_\_\_\_ lots de 2 reliures (\*) SCIENCE & VIE au prix de 95 F franco - Etranger : 100 F \*\*

\* Je joins la somme de \_\_\_\_ F par chèque, CCP ou mandat à l'ordre de SCIENCE & VIE-Bred

NOM ..... Prénom .....

ADRESSE .....

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

(\*) Chaque reliure est conçue pour classer 6 numéros. (\*\*) Dans la limite des stocks disponibles

OFFRE VALABLE JUSQU'AU 31/12/95

RC Paris B 572 134 773

## 3617 AUTOSELECT

### Achat/Vente d'AUTObilles SELECTIONnées

Plus de 1000  
véhicules  
Plus de 100  
concessionnaires

## DES MARCHÉS À SAISIR

*Les innovations et les techniques présentées ici ne sont pas encore exploitées sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous*

*sélectionnons sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir", c/o Science & Vie, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.*

## Une péniche porte-conteneur

**Quoi ?** Spécialisée dans le transport en conteneurs de toutes sortes de marchandises sur rivières et canaux, cette péniche-catamaran à fond plat atteint une vitesse relativement élevée grâce à un important coussin d'air.

**Comment ?** La conception en catamaran permet de créer, entre le bateau et la surface de l'eau, une bulle d'air qui produit un déjaugeage partiel diminuant l'enfoncement du navire et donc de sa surface mouillée, responsable de la résistance à l'avancement.

La disposition en demi-coques, éventuellement utilisées en ballast pour assurer l'équilibre lors du chargement, crée, dans l'axe du navire, une sorte de tunnel hydraulique dans lequel sont placées, en série, des hélices électriques qui améliorent radicalement le rendement du système propulsif. Derrière ces hélices, des hydrofoils participent au déjaugeage, même à faible vitesse. Enfin, ce tunnel hydraulique absorbe une partie de l'onde de vagues,

créée par l'avancement de la péniche, absorption qui réduit d'autant le batillage – succession de vagues contre les berges des cours d'eau – dont les effets destructeurs limitent actuellement les vitesses autorisées. Un moteur Diesel classique commande un alternateur qui alimente les hélices immergées, ainsi que les gouvernails, radars, et tous les accessoires du bateau.

**Marché ?** Les conteneurs sont aujourd'hui un mode de transport généralisé et normalisé, souple d'utilisation et économiquement performant. La péniche à fond plat va permettre de prolonger à l'intérieur des continents le très dense réseau des lignes maritimes déjà spécialisées. Grâce aux grues ou chargeurs mobiles, les conteneurs prendront place sur les ponts plats

Rapidité, sécurité et rentabilité économique incomparable : les atouts de la péniche porte-conteneur.

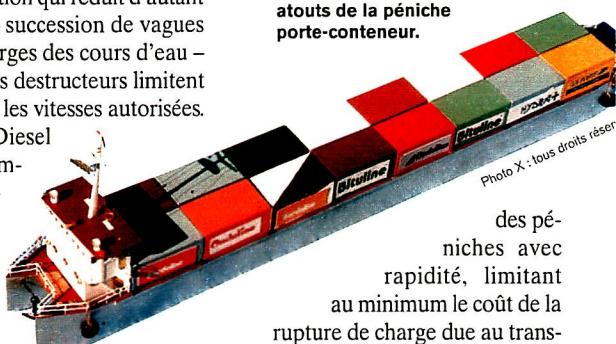


Photo X : tous droits réservés

des péniches avec rapidité, limitant au minimum le coût de la rupture de charge due au transfert du camion à la péniche, puis de cette dernière au camion.

Enfin, la péniche à fond plat permettra de réhabiliter la voie navigable qui est la route la plus économique : pour transporter une tonne sur 500 km, la péniche consomme 1 litre de gazoil, le train 1,6 litre et le camion 4,9. Et le transport fluvial n'est nullement polluant en matière chimique comme sonore.

**Pour qui ?** L'entreprise cherche des partenaires industriels et financiers.

**Comment passer dans cette rubrique :** si vous avez conçu une innovation, adressez-en un descriptif à "Des marchés à saisir". Inspirez-vous de notre présentation. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo de votre prototype. Enfin, faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

### Le point sur le nez

- Aujourd'hui, du métro parisien au carnet de chèques de notre banque tout doit être inodore ou tout doit sentir bon ; les lieux publics se convertissent au parfum d'ambiance, les produits changent

d'odeur et l'on commence à parler très sérieusement du "marketing olfactif". On pourra faire le point grâce à Eurodeur 95 et à Odeur et Cov, une exposition et un symposium international sur la réduction des émissions d'odeurs et des composés organiques

volatiles (les COV). Industriels spécialisés, centres de recherche, laboratoires, universités, écoles supérieures, seront là pour dire et pour montrer tout ce que l'on peut sentir et les effets que cela peut entraîner. Du 20 au 22 juin, au Palais des congrès, à Paris.

## Gérés par ordinateur et localisés par satellite

**L**'une des plus grandes flottes mondiales de radio-taxis, les Taxis Bleus parisiens, regroupant 2 000 chauffeurs adhérents, s'est équipée du premier système de gestion de flotte de mobiles entièrement numérique.

Le système a été rodé à Nice sur 400 véhicules avant d'être opérationnel à Paris. Munis d'un ordinateur de bord, les véhicules communiquent avec leur central en échangeant en temps réel des informations (trafic, position par rapport aux courses demandées et par rapport à l'état - libre

ou occupé - du taxi) au moyen d'une liaison radio. Au site d'exploitation de la compagnie, un serveur traite non stop, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sept jours sur sept, toutes les données fournies par ces communications. Assurant le suivi de la position des véhicules localisés par satellite, il distribue les appels de

réservation et optimise les tournées.

Ce système de gestion en temps réel des mobiles constitue la deuxième étape de l'informatisation complète de la flotte des Taxis Bleus parisiens.

Un autre système informatique était en effet déjà en place, assurant la gestion purement administrative des chauffeurs, des véhicules, des équipements, des affectations chauffeurs-véhicules, des encaissements, du suivi atelier, des ventes, etc.

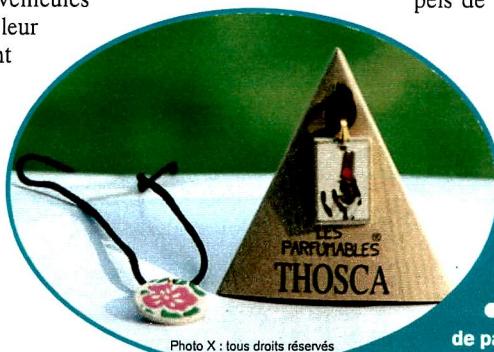


Photo X : tous droits réservés

### L'échantillon se met au parfum

● Révolution dans les échantillons de parfum. Thosca, PME limougeauda spécialisée dans la porcelaine et la céramique technique, a mis au point un composite permettant de véhiculer non seulement l'odeur d'un parfum mais aussi son image. La nature de ce matériau permet en effet d'adopter toutes les formes : pendentif, miniature du flacon, etc. La fragrance est présente plusieurs semaines et peut être réactivée à tout moment grâce à quelques gouttes déposées sur la face antérieure de l'objet qui a déjà été testé avec succès par Givenchy. Les collectionneurs d'échantillons de parfum ont du pain sur la planche... O.J.

#### Alimentation

## Le sucre bienfaiteur de la flore intestinale

**D**epuis janvier 1995, le sucre Actilight, jusqu'ici produit par Beghin-Say au Japon en association avec Meiji, est autorisé par le Conseil supérieur d'hygiène publique français (CSHPF) à revendiquer ses bienfaits sur notre flore intestinale. Un coup de fouet qui incite le sucrier à construire une unité de production dans l'Oise. Actilight est synthétisé à partir du sucre de betterave, le classique saccharose composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose (disaccharide). Lui-même est composé de courtes chaînes de molécules de fructose (quatre au maximum) attachées derrière un glucose (fructo-oligo-saccharides).

Ses atouts ? Une valeur calorique

basse : 2 calories par gramme, soit deux fois moins que le sucre. Des qualités d'agent texturant, de réteneur d'humidité (ce qui assure la sensation de moelleux) et nutritives : non digestibles dans l'intestin grêle, les fructo-oligosaccharides sont dotés d'un effet "fibre" facilitant le transit intestinal. Et, surtout, ils augmentent le nombre de bifidobactéries : celles-ci, dominantes dans la flore du côlon et les premières à coloniser l'intestin de l'enfant nourri au sein, ont des effets anticancéreux et immunostimulants, du moins sur des modèles animaux.

L'effet "bifidogène" apparaît à partir d'une dizaine de grammes par jour, soit 10 % environ de notre ration quotidienne de sucre. Il existe un autre fructo-oligosaccharide, le Raftilose, dérivé d'un sucre à longue chaîne, l'inuline, extrait de la racine de chicorée. M.-L.M. ■

Ont collaboré à cette rubrique : Serge Brosselin, Olivier Jacquinot, Marie Lasure, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel.

# **HYPERGÉANTE** **L'aile volante à** **l'horizon**

**Pour la première fois, un grand constructeur s'explique sur l'aile volante par la voix de son directeur de la recherche et du développement. Selon Bernard Ziegler, d'Airbus Industrie, cette nouvelle formule aérodynamique est la seule réellement viable pour un avion de mille passagers. Voici ses réflexions.**

**PAR SERGE BROSSELIN**

Dessins C. Lacoste





## Mille passagers

C'est ce que pourrait embarquer cette aile volante, hybride du projet russe et de celui d'Airbus Industrie. Etant donné l'envergure de l'appareil, l'atterrissement devrait s'effectuer ailes repliées.

**A**vec un nombre de passagers en progression de 6 % chaque année, le transport aérien civil nécessitera tôt ou tard des avions géants. Forts de certaines projections statistiques, les avionneurs estiment que les compagnies aériennes devraient passer commande au début du siècle prochain d'un millier d'appareils capables d'embarquer au moins 800 passagers et de franchir une distance de 12 000 km.

La gamme des appareils fournis par Douglas, Boeing et Airbus n'apparaît guère extensible. Et, de l'avis d'un observateur de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), « si la prochaine décennie réclame un appareil de 600 à 800 places, ce dernier sera construit à partir d'une cellule classique. Mais, si ce doit être une machine emportant de 900 à 1 100 passagers, ce sera une aile volante. » Autrement dit, un avion dont le fuselage aura quasiment disparu pour se fondre dans la voilure. Un concept en

rupture avec l'évolution des trente dernières années.

Autant que d'un défi technologique, il s'agira donc d'un formidable pari économique. Si formidable que les constructeurs se montrent discrets sur la question. Bien que leurs bureaux d'études travaillent depuis le début de la décennie sur un projet "d'avion intégré" (grande surface de voilure et moignon de fuselage sans empennage arrière), les dirigeants de Boeing s'évertuent à nier l'évidence. « Toute information à ce sujet, fait-on remarquer chez les représentants de la firme de Seattle, est propriété de l'avionneur et reste exclusivement réservée aux exploitations confidentielles et internes ». *No comment.*

► Leader mondial sur le marché des gros porteurs civils, Boeing préfère évoquer une formule moins "exotique", celle de l'avion à double pont, le NLA (*New Large Aircraft*). Voie pareillement explorée sur le papier par Airbus, avec l'ASX 700. Cette option porterait l'envergure des appareils à 80 m (pour le NLA) contre 65 m (pour l'actuel Boeing 747).

Comment de tels monstres pourront-ils se mouvoir au sol et trouver à se garer sur les parkings actuels ? Et, si leur capacité d'emport atteint le millier de passagers, quelles aérogares posséderont des équipements adaptés à ces flux ? Enfin, quelle piste résistera à l'impact causé par les trains d'atterrissement de tels monstres ? !

L'ingénierie aéroportuaire risque d'imposer aux industriels de l'aéronautique des solutions plus radicales qu'ils ne l'auraient souhaité. Car, selon Peter Wilkins, directeur technique chargé des questions de sécurité à l'Airports Council International (ACI) : « Les problèmes d'adaptation des aéroports croissent de façon exponentielle avec l'augmentation de la taille des avions. »

Le coût des aménagements nécessaires à l'accueil de super Jumbo de 80 m d'envergure serait supérieur de 25 % à celui réclamé par le Boeing 747. Mais, si l'on passe à 85 m d'envergure, l'augmentation atteindrait de 70 % à 75 % !

En vol, de tels mastodontes obéissent à des variables tout aussi délicates à maîtriser. Les lois de l'aérodynamique ne sont pas linéaires. Ainsi, si l'on double la masse d'un appareil, les efforts de flexion que devra transmettre l'emplanture, la jointure des ailes et du fuselage, ne seront pas doublés mais croîtront également de façon exponentielle.

Certains ont suggéré de recourir à une voilure biplan pour optimiser la portance des ailes. Mais l'aérodynamique n'autorise cette solution qu'à faible vitesse : 300 km/h. Au-delà, la traînée – c'est-à-dire les forces aérodynamiques opposées à la progression de l'avion – produite par des ailes placées l'une au-dessus de l'autre obligeraient à consommer trop de carburant.

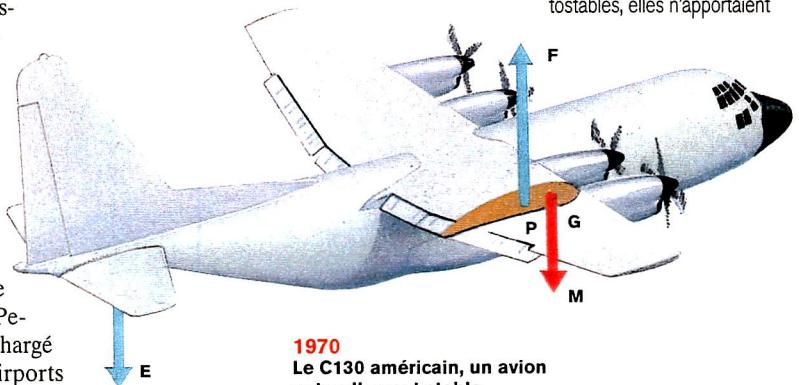
En effet, la traînée est fonction du carré de la vitesse de propulsion dans l'air (lorsque la vitesse

## POURQUOI DES AVIONS

- Sur un avion classique, le centre de gravité (G), où opère la résultante (M) de la masse de l'avion, est situé devant le centre de poussée (P), où agit la résultante (F) des forces de portance qui tient l'avion en l'air. Pour une ques-

tion d'équilibre longitudinal, l'empennage crée une force (E) de déportance, c'est celle-ci qui rend l'appareil naturellement stable. Mais cet empennage est un poids mort qui alourdit la cellule.

Les premières ailes volantes étaient également autostables, elles n'apportaient



**1970**  
Le C130 américain, un avion naturellement stable

double, la résistance de l'air est multipliée par quatre). Outre que la surface des ailes n'est jamais lisse (becs de décrochage, volets de courbures), des zones de discontinuité se forment à leurs emplantures et perturbent l'écoulement de l'air sur l'avion. Avec deux paires d'ailes, ce problème devient vite rédhibitoire.

Il existe donc une limite qu'on pourrait qualifier de génétique à l'évolution de ces types de cellule, ainsi qu'à leur exploitation commerciale. Grâce à une meilleure capacité d'emport pour une charge utile équivalente, et, compte tenu de ses performances opérationnelles, l'aile volante a de quoi séduire.

Bernard Ziegler, directeur de la recherche et du développement d'Airbus Industrie, considère pour sa part que cette hypothèse doit être ouvertement étudiée. Et il n'est pas le seul. Le TSAGI, un organisme russe de recherche aéronautique avec lequel le consortium européen travaille depuis plusieurs mois, est parvenu à la même conclusion.

« L'hyper Jumbo de 800 places, tel qu'il est envisagé avec notre A 3XX ou le NLA de Boeing,

## Trente-six passagers de front sur le pont supérieur

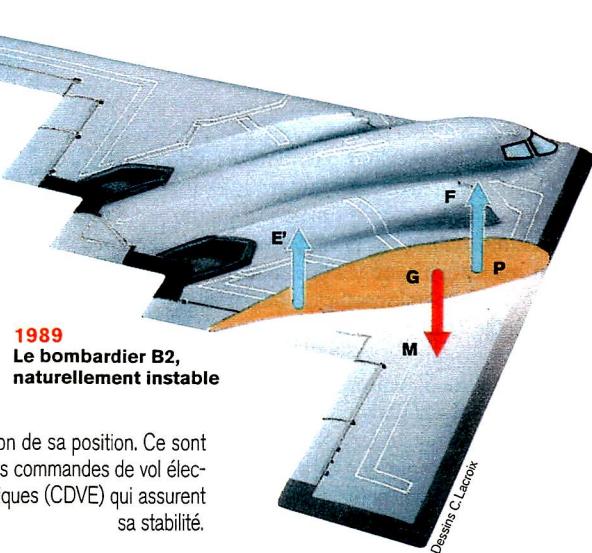
# INSTABLES ?

donc aucune solution nouvelle, la partie arrière de la voilure surchargeait toujours l'appareil.

En revanche, les nouvelles ailes volantes seront artificiellement stables, comme le sont déjà le bombardier B2 et le chasseur F117 américains.

Leur voilure est totalement autoportante. Le centre de poussée est devant le centre de gravité, et la partie arrière de l'aile crée alors une force portante ( $E'$ ).

L'avion naturellement instable présente un avantage certain : il est plus maniable qu'un avion stable qui, lui, tend à refuser toute modifica-



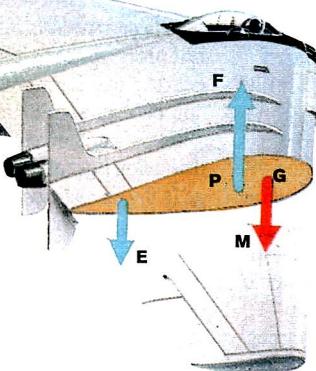
tion de sa position. Ce sont les commandes de vol électriques (CDVE) qui assurent sa stabilité.

**1949**  
Le B49 américain,  
autostable,  
mais déjà  
en forme d'aile

explique Bernard Ziegler, va poser des problèmes de réalisation qui touchent aux limites du savoir-faire des avionneurs, et parfois même les excèdent. Les inerties de cet avion en vol seront énormes. Pour le rendre maniable (prompte à réagir aux commandes) et manœuvrable (assez sensible dans ses parties mobiles pour être piloté avec précision), il faudra prévoir des gouvernes aérodynamiques de très grandes dimensions. Quant aux problèmes d'aéroélasticité – c'est-à-dire de couplage des vibrations de la cellule en vol, qui peuvent dans certains cas extrêmes amener à la rupture de cette cellule –, personne ne sait encore comment les résoudre. Ce constat nous amène à penser qu'au-delà de 800 passagers, nous devrons passer à l'aile volante. »

Coup de bluff de Boeing, Airbus et McDonnell Douglas (le numéro trois mondial travaille également à un projet d'aile volante<sup>(1)</sup> avec la NASA) ou acte de foi ? Dès 1987, Adam Brown, alors vice-président d'Airbus Industrie, voyait dans l'aile volante « le prochain saut gigantesque qui pourrait intervenir dans le domaine du transport subsonique ». La conversion de l'avionneur n'est donc ni récente ni, sans doute, exclusivement tactique.

Encore faut-il s'entendre sur le vocabulaire. Par aile volante, le profane entend une ligne pure, une



(1) Ce projet prévoit de faire voler une aile à l'échelle 1/3.

voilure étirée, effilée. Mais, quand il s'agit de loger dans l'épaisseur des ailes tous les organes moteurs, les réservoirs, la cabine de pilotage, les sièges passagers, la soute, etc., forcément, la ligne s'en ressent.

Les ailes volantes qu'on nous annonce seront le fruit d'un compromis. L'avion intégré d'Airbus et de Boeing procède d'une formule hybride, qui laisse subsister un tronçon de fuselage sans empennage arrière. Les dérivés,

plans verticaux nécessaires à la stabilité de l'appareil en vol, seraient fixées en bout d'aile, dans le bloc renfermant la motorisation. Les sièges passagers se répartiraient pour les deux tiers à l'intérieur des ailes, probablement du côté des bords d'attaque, et pour le tiers restant dans le fuselage. D'où cette forme de boomerang ou de raie manta.

Quels sont les avantages qui font de l'aile volante une solution d'avenir sur le marché des super gros porteurs ? D'abord et avant tout, le fait qu'on puisse loger des charges lourdes et volumineuses, donc un grand nombre de sièges passagers et/ou de marchandises, à l'intérieur de structures mieux profilées et plus légères que celles des avions classiques.

Le rendement aérodynamique s'avère aussi bien meilleur. Un fuselage réduit, voire absent, améliore forcément la performance générale. Et une forme compacte, ovoïde, comme celle de l'aile volante, développe moins de traînée, ou de résistance à l'avancement. Résultat : un gain de "finesse" – rapport entre la portance et la traînée – de 10 %.

Contrairement aux idées reçues, la portance d'une aile volante sera plus faible que celle d'une voilure classique, mais sa traînée, en revanche, pourrait décroître de 20 %.

## AILE VOLANTE

► Ces dernières données ont une importance considérable sur deux phénomènes redoutés de tous les avionneurs : le "flutter" et les tourbillons d'extrémité de voilures. On parle de flutter explosif quand les vibrations mécaniques de l'aile entrent en résonance avec les phénomènes aérodynamiques. Or, plus le coefficient de portance des ailes est faible, moins grand sera le risque de flutter.

Concernant les tourbillons creux, ou vortex, d'extrémité de voilure, qui mettent en péril les avions évoluant dans le sillage d'un "gros", des solutions sont à l'étude. « Notamment, précise Bernard Ziegler, par des turbines placées en bout d'ailes, véritables petits moulinets – actuellement testés sur l'A 320 – faisant office d'aspirateurs. »

De ces propriétés aérodynamiques résultent des économies significatives de carburant. Selon Jacques Tardy, responsable des projets futurs à Airbus Industrie : « Pour un avion de mille places, l'aile volante permet d'économiser 15 % de la consommation. »

Restent les performances opérationnelles, vitesses de décollage, d'atterrissage et de croisière, et poussée nécessaire des réacteurs. Caractéristiques qui, bien sûr, n'ont de sens qu'en les rapportant à celles d'un avion classique d'une même capacité d'emport et sur une même distance.

Ces performances apparaissent analogues. Le niveau de vol de croisière le plus élevé devrait correspondre à une altitude de 40 000 à 43 000 pieds (de 12 000 à 13 000 m).

A pleine charge, les distances de roulage au décollage sont identiques, à condition de fournir à l'aile volante une poussée de l'ordre de 360 000 livres (155 t), soit le triple de celle d'un A 340. Ce qui n'est pas négligeable et pose un problème de nuisance sonore.

Mais, outre que les moteurs de toute dernière génération sont plus silencieux que leurs prédecesseurs, ceux de l'aile volante seront installés au-dessus de la voilure, cette dernière faisant écran.

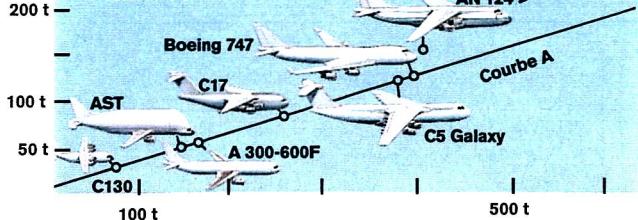
D'après Bernard Ziegler, « la vitesse d'approche (qui détermine la longueur de la piste) sera de 140 nœuds (260 km/h). Ce paramètre constitue l'élément dimensionnant de l'aile volante, car il est exclu qu'on installe des surfaces hypersustentatrices comme sur un avion normal. » Celles-ci augmentent la surface des ailes et permettent d'assurer la sustentation de l'appareil à faible vitesse.

A l'évidence, l'avion intégré sera dessiné en fonction de deux paramètres : vitesse d'approche et nombre de passagers embarqués.

L'aile volante, toujours d'après les calculs opérés par les ingénieurs d'Airbus Industrie, aurait une masse à vide de 5 % supérieure à celle d'un avion classique. Pour pallier ce surpoids, on envi-

## Toujours plus de passagers

Plus le rapport entre la charge utile d'un avion et son poids maximal au décollage est élevé, plus cet avion est économiquement "rentable". Source



sage la suppression du train d'atterrissement. On ferait alors appel soit à un coussin d'air, solution écartée par Bernard Ziegler, soit à un chariot "mobile" au sol. Solution éminemment futuriste.

Il s'agirait d'un chariot télécommandé, solidaire de l'avion durant le temps où le train d'atterrissement (s'il y en avait eu un) aurait été en contact avec le sol. Un tel prototype a été expérimenté avec succès en France voilà une vingtaine d'années. A l'atterrissement, un système électronique de transmission de type Doppler permettrait de faire coïncider la vitesse de déplacement de l'avion et celle du chariot. Idem pour le décollage, le chariot et l'appareil accélérant et décélérant de manière synchrone. Rappelons que la vitesse d'approche d'une aile volante ne peut varier, car celle-ci ne dispose pas de volets hypersustentateurs susceptibles d'accroître ou de diminuer sa portance à faible vitesse.

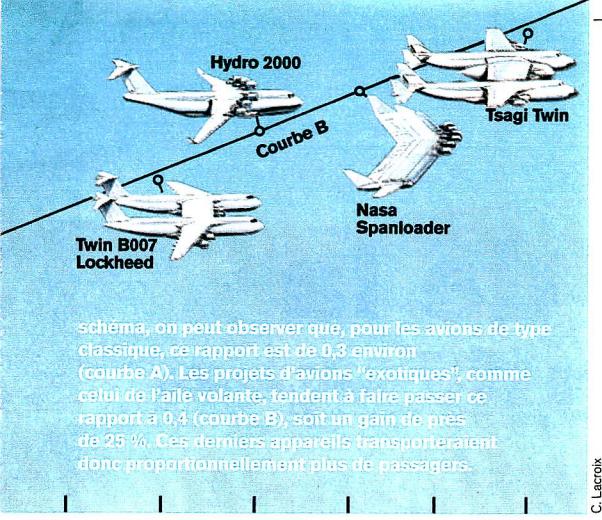
L'aviation civile s'est développée, ces trois der-

## LES BRITANNIQUES Y

- Le projet d'aile volante anglais paraît révolutionnaire.
- La cellule de l'appareil est conçue à partir de matériaux gonflables, et, à vide, l'appareil serait plus léger que l'air, puisque sa structure serait gonflée à l'hélium.

L'*Air Cruiser*, c'est son nom, serait tout aussi capable, à pleine charge, d'avoir une vitesse de croisière de 365 km/h sur plus de

9 000 km que d'évoluer à 72 km/h dans des missions d'observation à basse altitude (son autonomie serait alors de l'ordre de trente-six heures). Ses dimensions dans sa version commerciale seraient comparables à celles d'un gros Airbus : 60 m de long, 53,50 m d'envergure et 16 m de haut. Les coûts de développement d'un tel projet seraient aussi extrêmement



schéma, on peut observer que, pour les avions de type classique, ce rapport est de 0,3 environ (courbe A). Les projets d'avions "exotiques", comme celui de l'aile volante, tendent à faire passer ce rapport à 0,4 (courbe B), soit un gain de près de 25 %. Ces derniers appareils transporteraient donc proportionnellement plus de passagers.

C. Lacroix

nières décennies, à partir de contraintes financières et techniques visant à abaisser au maximum les coûts de production et d'exploitation, tout en respectant des critères de sécurité de plus en plus draconiens. L'originalité n'est plus de mise. Ainsi, même si l'aile volante peut s'avérer rentable avec 1 000 passagers transportés, et si sa fiabilité s'annonce comparable à celle de n'importe quel autre avion de ligne, la nouveauté du concept va provoquer des résistances.

Les constructeurs ont, en effet, exclu, pour des raisons de poids, de donner à leur aile volante un profil en S, à double courbure, qui la rendraient "autostable". Cet avion disposerait donc d'une voilure plus légère, dite "autoportante", mais sera "naturellement in-

stable", comme le sont déjà certains avions de chasse. Mais aucun avion de ligne ne l'est à ce jour.

Sur un appareil classique, le foyer aérodynamique (le centre de poussée) se trouve, en effet, en arrière du centre de gravité. La force de déportance s'exerçant sur l'empennage arrière lui confère son équilibre. Si celui-ci disparaît, comme sur l'aile volante, le foyer aérodynamique va se trouver en avant du centre de gravité (voir encadré pages précédentes). Il y aura moins d'inertie dans la réponse aux commandes, une manœuvrabilité par ailleurs appréciée sur les avions de chasse.

Pour stabiliser l'avion en vol, on aura recours aux commandes de vol électriques (CDVE) et optiques, ainsi qu'au contrôle actif généralisé (CAG). Des senseurs captent les sollicitations indésirables qui s'exercent sur la voilure et en informent l'ordinateur de bord, qui les traite en temps réel et agit en retour sur différents volets et gouvernes afin de compenser ces phénomènes parasites. L'opération se déroule en une fraction de seconde.

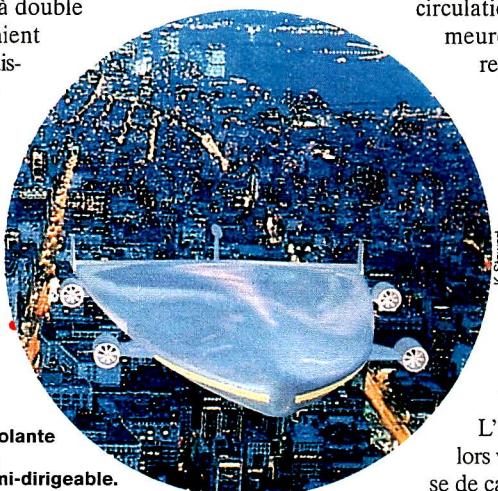
Ces systèmes ont largement prouvé leur efficacité dans des conditions de combat aérien autrement plus difficiles que celles que connaît un avion commercial.

Toutefois, avec 96 m d'envergure pour l'avant-projet d'Airbus, voire 106 m pour celui des Russes, le problème du stationnement et de la circulation sur les aéroports demeure entier. A moins de... replier les ailes.

Enfin, comment réagiront les voyageurs assis dans la partie centrale de l'aile, à 36 de front sur le pont supérieur et à 10 sur le pont inférieur ? Quelles seront aussi leurs réactions si, comme cela est prévu, on substitue aux hublots des écrans TV à cristaux liquides ?

L'extérieur ne serait dès lors visible que par l'entremise de caméras vidéo logées sur le nez ou les bords d'attaque de l'aile.

Il existe toutefois un dernier et sérieux obstacle d'ordre technique à la construction de l'aile volante : la pressurisation. Bernard Ziegler en convient : « On maîtrise très bien ce problème sur un fuselage circulaire, mais c'est beaucoup plus complexe pour une cabine ovoïde. » Malgré cela, l'aile volante se profile en bout de piste, même s'il lui reste à trouver sa place sur les aéroports et à convaincre les compagnies aériennes... ■



Une aile volante gonflable, mi-avion mi-dirigeable.

## PENSENT AUSSI...

bas par rapport à ceux d'un appareil classique équivalent.

Une version plus grosse, de 200 m de long, pourrait être développée, elle présenterait les avantages du dirigeable sans en avoir les inconvénients : maniable et rapide - l'appareil serait propulsé par quatre moteurs Diesel - l'Air Cruiser décollerait et atterriraient dans un mouchoir de poche.

Quant à l'avionique - calculateurs et commandes de vol -, elle ne serait plus de technologie électronique, mais optique, ce qui la rendrait insensible aux perturbations électromagnétiques et, en particulier, au foudroiement en vol.

# TITANIC

# Le défaut de la cuirasse

**Le 14 avril 1912 au soir,  
le plus grand et le plus  
sûr paquebot du monde  
sombrait en moins de trois  
heures. On sait aujourd'hui  
ce qui a perdu ce géant :  
une coque fragile  
comme de la porcelaine...**

PAR RENAUD DE LA TAILLE

Il y a seulement un siècle, tous les voyages intercontinentaux se faisaient par bateau. A cette époque, si le naufrage n'était pas la règle, il n'était pas l'exception non plus. Et puis, dans les années 1900, les ingénieurs du génie maritime se prirent à croire que les progrès de la science et de la technique allaient permettre d'éliminer totalement ce risque. Il faut se replonger dans l'esprit du monde de 1910, qui a hérité directement des découvertes scientifiques du XIX<sup>e</sup> siècle : la radio et l'électricité, la chimie organique, les charpentes en fer, l'optique instrumentale, etc. On voit apparaître les premières autos, et plusieurs avions ont déjà volé. La machine à vapeur règne sans partage et fait tourner toutes les machines du début de l'ère industrielle. Jamais, depuis l'origine de l'humanité, la croyance collective dans la science et le progrès technique n'a été aussi forte. C'est dans cet état d'esprit qu'a été conçu le *Titanic*, le plus grand, le

plus sûr, le plus puissant paquebot du monde.

Sorti du chantier naval Harland & Wolff de Belfast, en Irlande, le *Titanic* est un géant de 300 m de long, 30 m de haut de la quille au pont et encore 30 m du pont au sommet du mât. Trois cents mètres : partir du coin d'une rue et faire trois cents grands pas ; se retourner et regarder la longueur d'immeubles que cela représente ; enfin, imaginer le tout sur l'eau...

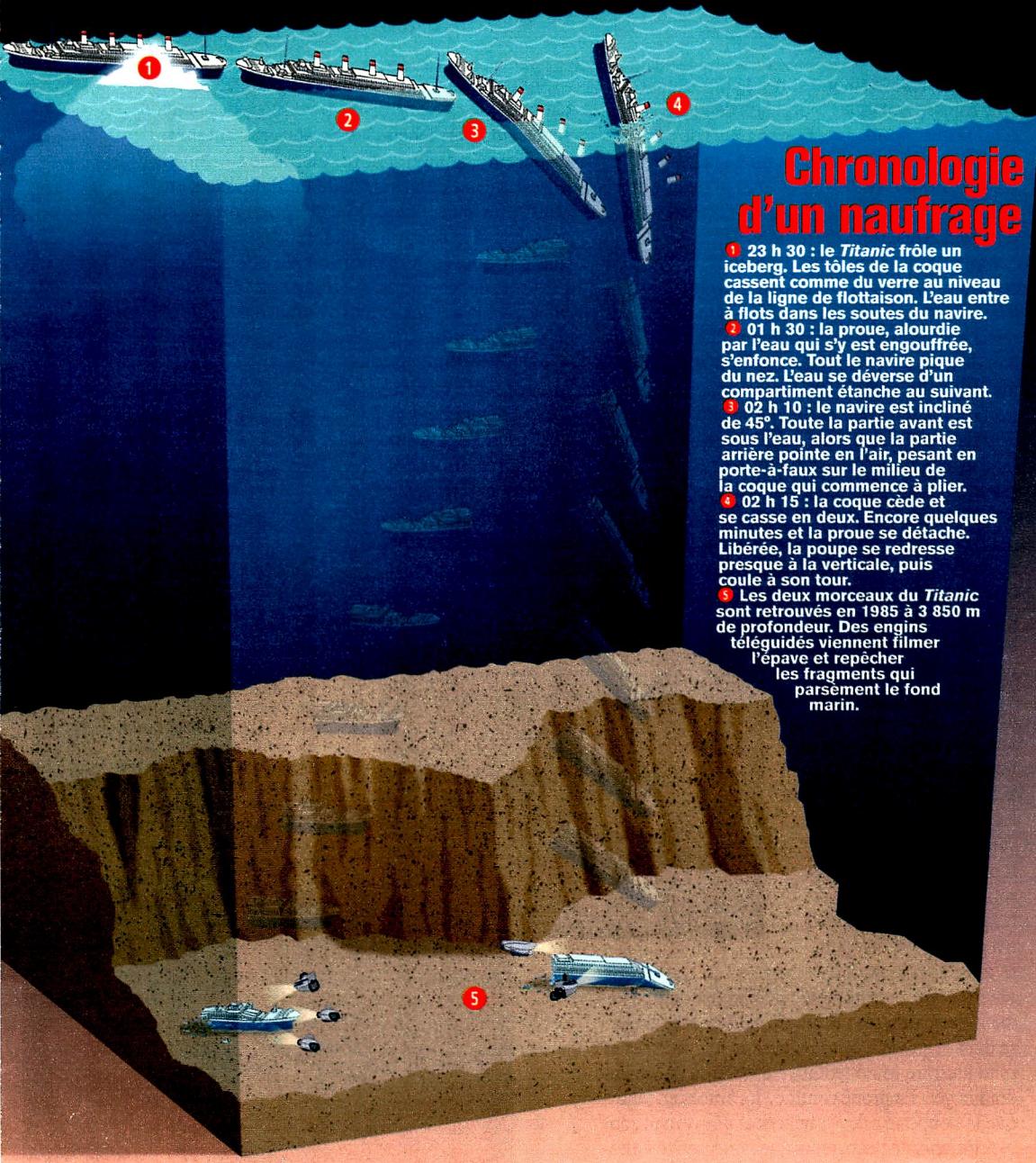
Le *Titanic* était vraiment le plus beau paquebot du monde. Mais c'était aussi la plus grande structure mobile jamais fabriquée par l'homme. Pour le voyage inaugural, en avril 1912, 1 500 passagers prennent place à bord ; des plus grands millionnaires de l'époque, sur le pont supérieur, aux émigrants, logés avec leur famille tout en bas, près des machines. En plus des marins anglais, on compte des dizaines de serveurs, cuisiniers, chambrières et autres. Avec les passagers, cela fait 2 227 personnes.

Le *Titanic* quitte Southampton dans l'après-midi du 10 avril. Il passe par Cherbourg pour embarquer d'autres passagers, reprend le lendemain quelques Irlandais à Queenston et, dans une ambiance de fête, met cette fois le cap sur New York. Moins de trois jours plus tard, au matin du 14 avril, le paquebot a déjà traversé la moitié de l'Atlantique. Dans l'après-midi, quelques nouvelles moins souriantes parviennent aux radios : il y a de la glace et des icebergs sur la route. Le



Ce fragment du *Titanic* a révélé les causes du drame.

J. Carnet/Popular Science



R. Schuster/*Popular Science*

## Chronologie d'un naufrage

- ① 23 h 30 : le *Titanic* frôle un iceberg. Les tôles de la coque cassent comme du verre au niveau de la ligne de flottaison. L'eau entre à flots dans les soutes du navire.
- ② 01 h 30 : la proue, alourdie par l'eau qui s'y est engouffrée, s'enfonce. Tout le navire pique du nez. L'eau se déverse d'un compartiment étanche au suivant.
- ③ 02 h 10 : le navire est incliné de 45°. Toute la partie avant est sous l'eau, alors que la partie arrière pointe en l'air, pesant en porte-à-faux sur le milieu de la coque qui commence à plier.
- ④ 02 h 15 : la coque cède et se casse en deux. Encore quelques minutes et la proue se détache. Libérée, la poupe se redresse presque à la verticale, puis coule à son tour.
- ⑤ Les deux morceaux du *Titanic* sont retrouvés en 1985 à 3 850 m de profondeur. Des engins téléguidés viennent filmer l'épave et repêcher les fragments qui parsèment le fond marin.

phénomène, inhabituel, est dû à la rigueur de l'hiver – le pire de ces trente dernières années. A mesure que tombe le soir, les messages se multiplient : la navigation est dangereuse. A quelques milles en avant du *Titanic*, le *Californian* signale qu'il est bloqué par les glaces ; la progression vers Terre-Neuve devient très risquée...

«Iceberg droit devant !... Barre à bâbord toute, machine arrière toute, portes étanches fermées !» Il est 23 h 30, et la montagne de glace

n'est plus qu'à 500 m quand les ordres tombent de la passerelle. Mais une masse de plusieurs milliers de tonnes, lancée à 43 km/h, ne se manœuvre pas comme une barque. Le *Titanic* ne peut virer en moins de 500 m et, à cette vitesse, il lui faut 1 500 m pour s'arrêter.

Pourtant, il commence à s'écartier sur la gauche et ne fait que frôler l'obstacle : une petite secousse, à peine perceptible, quand l'étrave touche l'iceberg, qui érafle le côté droit sur une centaine

## TITANIC

► de mètres, rase les membrures du pont supérieur en y semant quelques morceaux de glace, défile comme une ombre devant les hublots du salon de 1<sup>re</sup> classe, et disparaît dans la nuit à la poupe. Les passagers qui ne dorment pas plaisent et s'amusent à ramasser les glaçons pour les mettre dans leur whisky.

Mais, en dessous, dans les compartiments de chauffe proches de la proue, c'est le désastre : l'eau déferle comme un barrage ayant rompu ses digues. En moins de deux minutes, elle atteint déjà 4 m de haut à l'avant du navire, et la vague montante est telle qu'il apparaît très vite hors de question de l'arrêter. Le constructeur du bâtiment, Thomas Andrews, est là, et il réalise que l'entaille faite le long de la coque par l'iceberg est bien trop grande : les six premiers compartiments étanches sont inondés sur une centaine de mètres.

Le capitaine Smith et Andrews décident alors de faire évacuer le navire, car ils pressentent d'emblée l'ampleur du drame : sous le poids de l'eau qui est entrée dans les premiers compartiments, la proue s'enfonce, et le navire tout entier commence déjà à piquer du nez. De plus, les compartiments dits étanches ne le sont pas vraiment : leurs plafonds sont ouverts, et les cloisons montent à quelques mètres seulement au-dessus de la ligne de flottaison : nul n'a prévu que l'eau puisse monter plus haut. Le

navire étant penché, l'eau de chaque compartiment passe donc par dessus la cloison et se déverse dans le suivant, ce qui accentue le processus et rend illusoire toute tentative d'isoler la partie endommagée. La proue continue à s'enfoncer, tandis que la poupe se relève ; hélices et gouvernail sont bientôt hors de l'eau, alors que l'on s'active à descendre les chaloupes de sauvetage.

Les opérations sont d'autant plus délicates que le pont a pris l'inclinaison d'un toboggan. De toute façon, les chaloupes sont en nombre très insuffisant : elles ne peuvent accueillir plus de la moitié des passagers. Vers 2 h du matin, la proue est entièrement immergée, alors que la poupe émerge loin au-dessus de l'eau. Elle pèse donc en porte-à-faux sur le milieu de la coque, ce qui engendre une force de torsion colossale entre la partie avant, enfoncée sous l'eau à 45 degrés, et la partie arrière. Les dernières rambardes de la poupe sont à près de 100 m au-dessus de l'océan...

Soudain, dans un craquement gigantesque, le paquebot se casse en deux : les tabliers des ponts supérieurs s'arrachent, les cloisons cassent ou se déchirent, la quille se tord. La proue s'incline à la verticale et l'eau glacée de l'Atlantique s'engouffre dedans. Ainsi alourdie, elle finit par se détacher de la poupe à laquelle elle ne tenait plus que par quelques membrures, et elle sombre. Libérée de ce poids, la poupe se redresse presque à la verticale, puis s'enfonce et coule à son tour à 2 h 20. Il n'y aura que 705 rescapés.

Le plus grand paquebot du monde, conçu, dessiné et calculé pour résister au moins trois jours à la pire des catastrophes imaginables, a mis moins de trois heures pour sombrer. Reste à comprendre pour-

## De l'acier cassant comme du verre

C'est l'acier utilisé pour la coque du *Titanic* qui est responsable de la catastrophe. Un morceau de cette coque, retrouvé près de l'épave, a été soumis à des tests de résistance à la rupture par choc (résilience) : l'acier a cassé comme de la faïence (ci-dessous). Alors qu'un acier actuel de construction navale (ci-contre) plie sous le choc mais ne rompt pas.



J. B. Carnett/Popular Science

quoi. Aucune des hypothèses avancées après coup ne peut expliquer la rapidité du naufrage. Normalement, la pression et le raclement de l'iceberg le long de la coque auraient dû enfoncer les tôles, les déchirant par endroits et arrachant les rivets aux points d'attache, ce qui aurait créé d'autres brèches. En ce cas, il y aurait effectivement eu des voies d'eau importantes, de véritables cataractes jaillissant des ouvertures. Mais

les rares membres de l'équipage rescapés de la catastrophe ont parlé non d'un jaillissement, mais d'un mur d'eau, d'un fleuve se déversant soudain dans les cales. A cela, il n'y avait aucune explication, et le mystère est resté entier pendant près de soixante-quinze ans.

Et puis, en 1985, une équipe francoaméricaine, menée par le Français J.-L. Michel, de l'IFRE-

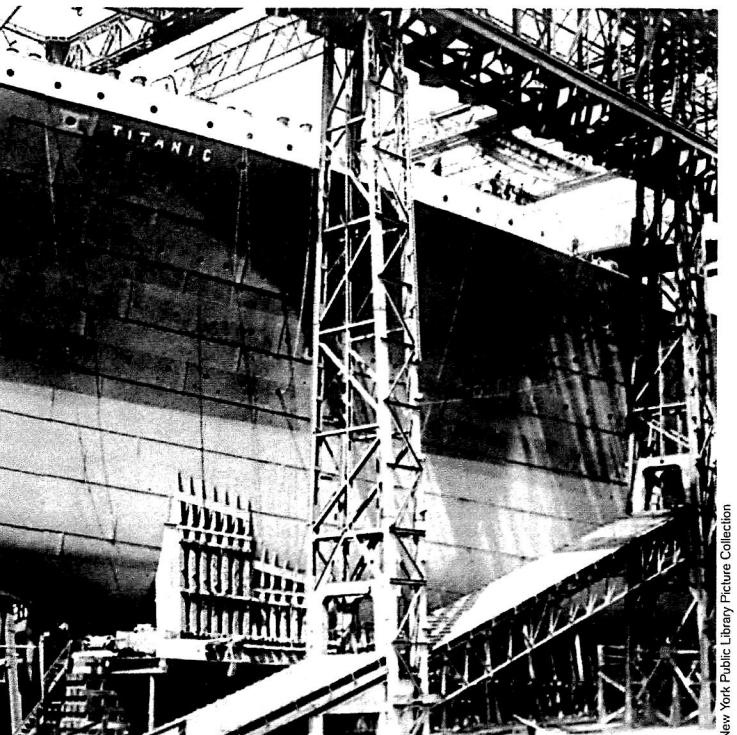
plaques de tôle de 3 m sur 9 m, pour une épaisseur de 25 mm. Or, le morceau récupéré avait bien 25 mm d'épaisseur et présentait trois trous de rivetage de 3 cm de diamètre. Relativement grand (40 cm de diagonale), il était, comme le reste des structures métalliques observées, dans un état de conservation étonnant : absence presque totale de corrosion ou d'oxydation. Après l'avoir débarassé avec grand soin de sa gangue, on retrouva même par endroits la peinture d'origine.

Chose plus surprenante, ce fragment ne présentait aucune trace de déchirure ou de cisaillement ; il n'était pas même déformé. Il montrait au contraire des bords ébréchés, dentelés et rugueux comme la cassure d'une porcelaine ou d'une faïence. On avait cru jusque-là que l'iceberg, en heurtant les plaques de la coque, les avait enfoncées ou déchirées comme les tôles d'une voiture lors d'un accrochage. L'acier est souple, déformable, et il ne se rompt qu'après s'être plié ou étiré. Mais ce n'était pas le cas ici.

Pour en avoir le cœur net, Steve Blasco fit tailler dans le morceau de coque ce qu'on appelle en mécanique des "éprouvettes" – des petits échantillons de la taille d'une cigarette. Certaines furent envoyées pour analyse à des laboratoires de métallographie ou de chimie minérale d'Ottawa (Canada), d'autres passèrent par des laboratoires de métallurgie pour y subir des tests de "résilience".

La résilience, qui définit la résistance aux chocs d'un métal, se calcule le plus souvent avec le "mouton-pendule" inventé par le Français Georges Charpy (1865-1945). L'outil est des plus simples : il se compose d'un lourd pendule pivotant sur roulements, terminé par une lentille de grande masse qui, en position basse, est arrêtée par l'éprouvette, posée sur un support fixe. On remonte le pendule jusqu'à une position repérée, et on le laisse retomber. Il décrit donc près d'une demi-circonférence avant de frapper l'éprouvette.

Selon les cas, celle-ci plie ou casse. Si elle plie sans se rompre, on met une lentille plus massive ou on lâche le pendule de plus haut jusqu'à obtenir la rupture. Après avoir brisé l'éprouvette, le pendule remonte jusqu'à une certaine hauteur de l'autre côté. La masse du pendule étant connue, la distance entre ses deux positions ex-►



New York Public Library Picture Collection

MER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) et l'Américain R. Ballard, repéra les deux tronçons de l'épave, gisant par 3 850 m de fond à 600 m l'un de l'autre. En 1987, le *Nautilus* de l'IFREMER, un bathyscaphe capable de descendre à 7 000 m grâce à sa double coque en titane, plongea trente-deux fois. Il rapporta toute une collection d'objets du *Titanic*, traités et restaurés par le laboratoire de l'EDF de Saint-Denis puis exposés au public.

Enfin, en 1991, une mission menée par le chercheur canadien Steve Blasco, du département des ressources naturelles d'Halifax, descendit à son tour sur l'épave du *Titanic* avec des submersibles russes Mir. Lors d'une des dernières plongées de ces engins, on repéra un morceau d'acier qui semblait provenir de la coque. Cette dernière était faite d'une structure sur laquelle étaient rivetées des

- trêmes donne la résilience de l'alliage testé (en joules par mètre carré). Tous ces paramètres sont aujourd'hui relevés et affichés automatiquement par ordinateur.

La coque du *Titanic* a donc été passée au mouton de Charpy dans un laboratoire d'Ottawa. Une éprouvette semblable à celle tirée du morceau de coque repêché, mais faite d'un acier standard de bonne qualité en usage dans la construction navale, servait de comparatif. Les deux éprouvettes baignaient dans de l'alcool à -1 °C, pour simuler la température de l'océan à l'endroit du naufrage (les métaux et alliages deviennent plus rigides, donc plus cassants, à mesure que la température baisse).

Le mouton de Charpy (30 kg pour 75 cm de longueur) est d'abord essayé sur l'éprouvette témoin en acier courant : le pendule retombe et s'arrête net avec un bruit mat. L'éprouvette est pliée en V, une amorce de rupture étiée apparaît à la pointe. C'est ensuite le tour de l'éprouvette du *Titanic* : le pendule passe et ralentit à peine quand l'éprouvette part en deux morceaux avec un son cristallin. Les deux morceaux sont restés parfaitement droits, et la cassure est rugueuse comme celle d'un fragment de terre cuite (voir photos page précédente).

Bien entendu, le même essai a été repris avec d'autres échantillons du morceau de coque, et le résultat a toujours été identique : brisure immédiate, pas trace de pliure ou de déformation, exactement comme si on cassait de la brique. Autrement dit, les plaques formant la coque, rivetées sur l'ossature, étaient faites d'un acier très cassant. Du moins, celle dont on a retrouvé un fragment ; mais, comme il s'agissait de plaques laminées en petites séries, à partir de lingots issus de coulées à peu près identiques, il est probable que les autres plaques étaient semblables.

L'analyse chimique et cristallographique allait révéler les raisons de cette fragilité : elle n'était pas due aux effets d'un séjour au fond de l'océan pendant plus de quatre-vingts ans – phénomène classique, provoqué par la corrosion intergranulaire des chlorures de l'eau de mer. Le métal n'avait pas subi d'oxydation en profondeur. Il était resté identique à ce qu'il était en 1912 : un acier à haute teneur en soufre.

Or, c'est de là que venait le mal. A l'analyse métallographique, l'alliage s'est révélé parsemé de sulfures en inclusions, qui le rendent extrêmement cassant. Aujourd'hui, un tel métal, impropre à l'usage, ne sortirait même pas de l'aciérie. Ce

soufre venait sans doute des minerais ou du coke qui avait servi à les fondre. Le pourcentage contenu était fort élevé, même pour l'époque, où les aciers étaient loin d'être aussi affinés qu'aujourd'hui – ce qui ne les empêchait pas d'avoir une bonne résistance à la traction (et c'était surtout ce facteur dont on tenait compte en 1900).

Dans ces conditions, le naufrage du *Titanic* s'explique aisément. Quand l'iceberg heurte la coque, les plaques ne plient pas, elles cassent ; il n'y a pas déformation élastique ou même permanente, mais rupture. Un acier souple de 25 mm d'épaisseur aurait plié sous la pression, et sans doute cédé en certains points, mais il aurait absorbé au cours de cette déformation une bonne partie de l'énergie. Le

paquebot tout entier aurait été secoué et freiné, voire dévié ; les passagers l'auraient fortement ressenti. Il y aurait eu des voies d'eau importantes, mais pas au point d'envoyer

le navire par le fond en moins de trois heures.

Avec l'acier cassant dont est fait le *Titanic*, les choses sont très différentes : sous la pression de l'iceberg, masse de glace dure et compacte, les plaques se brisent ou se fèlent. Une fêture se propage immédiatement d'un bord à l'autre, et seuls les rivets retiennent encore les morceaux. A mesure que l'iceberg racle la coque, les plaques céderont, sans ralentir pour autant le navire. Les passagers ne ressentent à peu près rien. Le phénomène est le même que si l'on s'assied sur une assiette : on entend la porcelaine casser sans percevoir le moindre temps d'arrêt ; avec une assiette en métal, on sent très bien une résistance en même temps que le métal se déforme.

Les plaques de coque du *Titanic* font 3 m sur 9 m, soit 27 m<sup>2</sup> de surface. Quand l'une d'elles se brise sous l'impact de l'iceberg, c'est donc un trou de 27 m<sup>2</sup> qui s'offre à l'océan. Il a suffi de quelques plaques pour que s'ouvre une brèche de 100 m<sup>2</sup> ou plus. On comprend alors que les survivants aient parlé d'un mur d'eau, d'un véritable fleuve qui déferrait dans les soutes. Bien sûr, rien ne permettait de colmater des ouvertures de cette taille : le naufrage était assuré dès le premier choc.

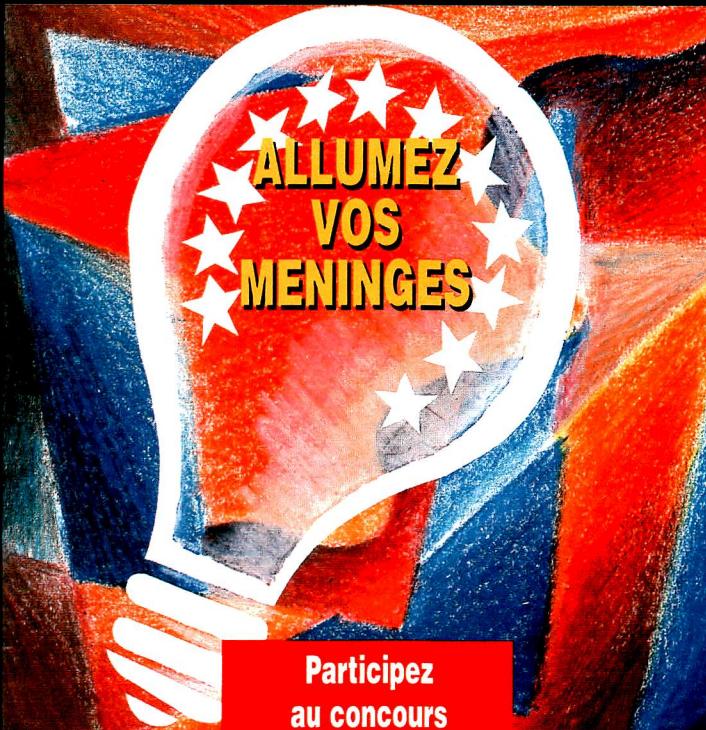
En 1910, les techniques de construction navale avaient trop d'avance sur la métallurgie. Le constructeur avait dépensé sans compter pour la puissance, la vitesse, le luxe, le confort ou le décor. Une seule chose avait été négligée : la résistance au choc des alliages métalliques, ou, pour être plus précis, la résilience des plaques d'acier rivetées qui formaient la coque.

## Les passagers ne se sont aperçus de rien

Vous avez la bosse des sciences ?  
Vous avez des idées ?  
Alors allumez vos méninges, et préparez vous à participer 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)

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



Participez au concours européen des jeunes scientifiques et mesurez-vous aux meilleurs d'entre-eux.

RÉSERVÉ AUX 15-21 ANS  
et en 1ère année d'enseignement supérieur maximum

SCIENCE & VIE et SCIENCE & VIE JUNIOR organisent la sélection française de ce grand concours démarrant début 96. Date limite de remise des projets : 30 mars 1996 Concours Européen : septembre 96 à Helsinki (Finlande)

Parmi les prix, des chèques de 5.000, 3.000 et 1.500 ECU, des stages en laboratoire et aussi la possibilité de faire avancer vos idées et faire progresser 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 des Ministères de l'Education Nationale et de la Recherche.

## DEMANDE DE DOSSIER DE CANDIDATURE

à retourner sous enveloppe affranchie avant le 31 décembre 1995 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 .....

Conformément à la loi informatique et Libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amenés à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire en nous indiquant votre nom, prénom, adresse, et si possible, votre référence client.

# INTERNET De plus en plus incontrôlable

**Le "réseau" informatique  
Internet devait favoriser  
le libre échange d'idées et  
de données dans le monde  
entier. Louable intention !  
Mais, de la liberté  
à l'anarchie, le pas est  
vite franchi...**

PAR HENRI-PIERRE PENEL

**O**n parle beaucoup du "réseau" Internet (Interconnected Networks) – quoique ce terme ne soit pas réellement adapté pour le qualifier. En effet, bien que sa vocation soit d'acheminer des données informatiques aux quatre coins de la planète, il ne possède pas d'infrastructure qui lui soit propre : aucun câble Internet n'a été installé. Il est bâti à partir de l'interconnexion de plus de trois mille réseaux déjà existants, mais non reliés entre eux jusqu'alors.

Le concept d'Internet a été imaginé dès 1969 (voir *Science & Vie* n° 925, p. 112), mais ce dernier n'a pris sa forme actuelle qu'en 1990. Cependant, son utilisation est restée marginale jusqu'à son explosion en 1992, avec la mise en place de World Wide Web (WWW, réseau à couverture mondiale) par le CERN (Centre européen de recherche nucléaire). Là encore, il ne s'agit pas à proprement parler d'un réseau, mais d'une "interface utilisateur" : un système permettant de simplifier, en

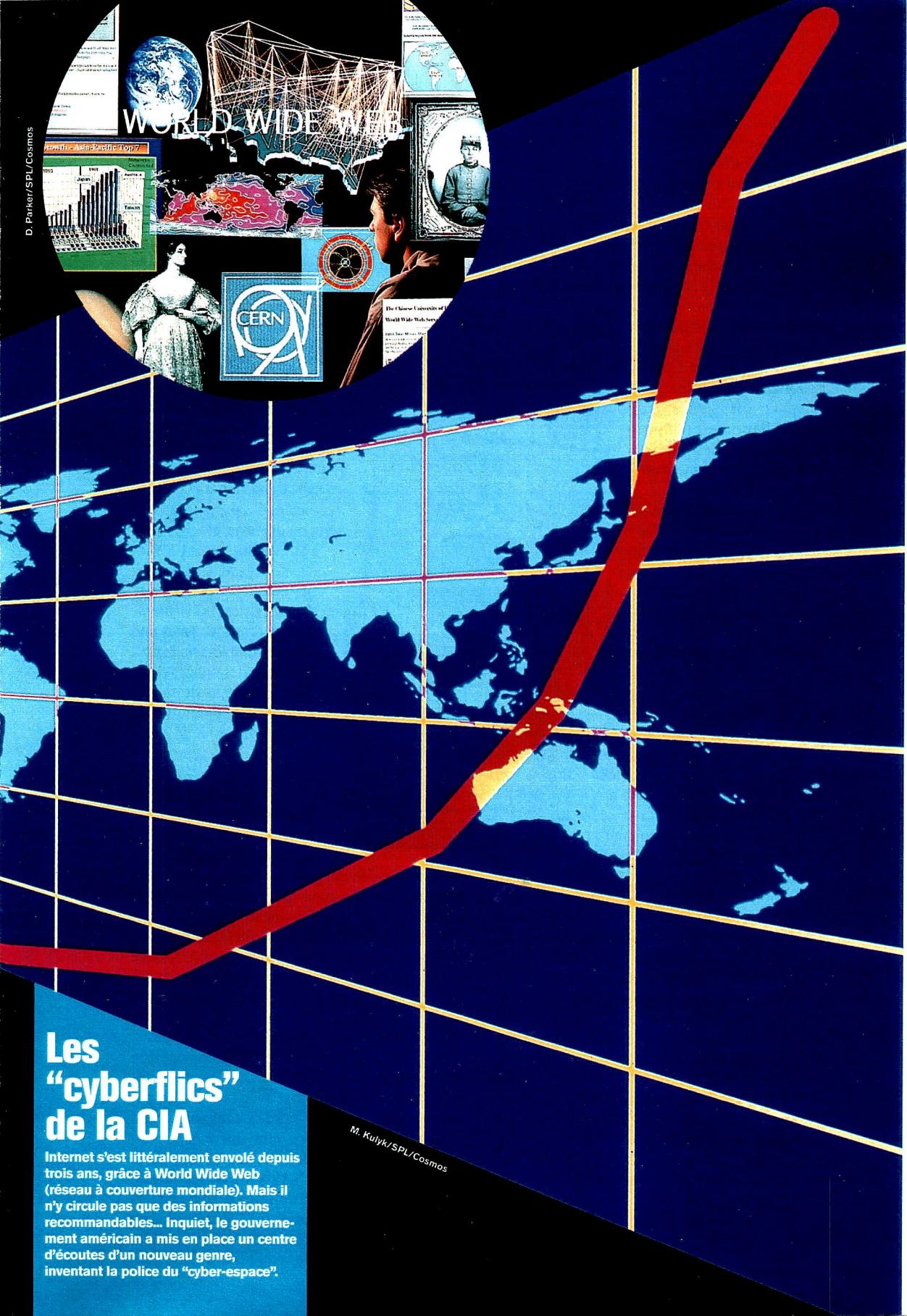
R. Resimayor/Starlight/Cosmos



l'automatisant, l'accès au centre serveur désiré.

Au départ, le CERN souhaitait essentiellement mettre en commun ses recherches et celles d'autres laboratoires dispersés dans le monde. Son idée était simple : utiliser l'interconnexion mondiale des bases de données offerte par Internet, tout en "normalisant" le mode d'échange des données. Grâce à WWW, tous les ordinateurs allaient parler le même langage, et les informations pourraient transiter sans que l'utilisateur ait à se soucier de leur parcours.

Corollaire de ce fonctionnement, l'absence de



## Les "cyberflics" de la CIA

Internet s'est littéralement envolé depuis trois ans, grâce à World Wide Web (réseau à couverture mondiale). Mais il n'y circule pas que des informations recommandables... Inquiet, le gouvernement américain a mis en place un centre d'écoutes d'un nouveau genre, inventant la police du "cyber-espace".

M. Kulyk/SPL/Cosmos

## INTERNET

► hiérarchie : l'utilisateur n'est pas obligé de passer par un serveur informatique bien précis pour accéder à l'information souhaitée. La communication trouve son chemin automatiquement, et, le plus souvent, elle s'établit par l'intermédiaire de centres serveurs qui ne disposent pas de l'information mais savent où la trouver.

Bien des avantages découlent de ce fonctionnement. Grâce à la véritable toile d'araignée formée par les multiples réseaux interconnectés, plusieurs possibilités s'offrent pour aller d'un point à un autre. Et, lorsque l'un des centres serveurs est saturé ou qu'une liaison est temporairement coupée, le trajet prévu peut être immédiatement modifié.

De plus, l'utilisation de ce type de réseau est extrêmement simple. Sur l'écran de l'ordinateur, certains mots sont soulignés. Ce sont des mots clés, qui ont une signification bien précise pour WWW. Lorsque l'on clique dessus à l'aide de la "souris", la machine sait exactement ce que l'on souhaite obtenir, et déclenche une communication avec la base de données ou le centre serveur. La grande souplesse de World Wide Web et la baisse du prix des ordinateurs ont favorisé l'envolée du nombre de communications sur Internet – en particulier aux Etats-Unis, où il n'existe pas de moyen télématique comparable à notre minitel.

Internet, conçu au départ pour simplifier les échanges de données et d'idées entre chercheurs, a rapidement attiré à lui un large public ; il s'est rapidement transformé en une sorte de minitel géant en perpétuelle croissance. Certaines entreprises se sont naturellement intéressées à ce "marché" naissant et ont créé leur propre serveur. Le possesseur d'un serveur Internet ne tire pas directement de bénéfices de son activité, contrairement à ce qui se passe avec le minitel. Les services rendus aux utilisateurs du réseau ne sont pas rémunérés. De très nombreuses entreprises n'ont cependant pas hésité à investir dans un serveur Internet – soit entre 50 000 et 100 000 F, auxquels il faut ajouter un coût d'exploitation mensuel d'environ 6 000 F. Un budget très raisonnable, comparé à celui d'une cam-

pagne de publicité... En effet, grâce à sa couverture mondiale, ce réseau s'est avéré un remarquable support publicitaire. Des sociétés, même modestes, ont pu négocier des contrats à l'étranger grâce à une telle "vitrine".

Ainsi, Lighting Instrumentation SA, une petite société anglaise d'électronique, spécialisée dans l'éclairage télécommandé par l'intermédiaire de réseaux de télécommunications, cher-

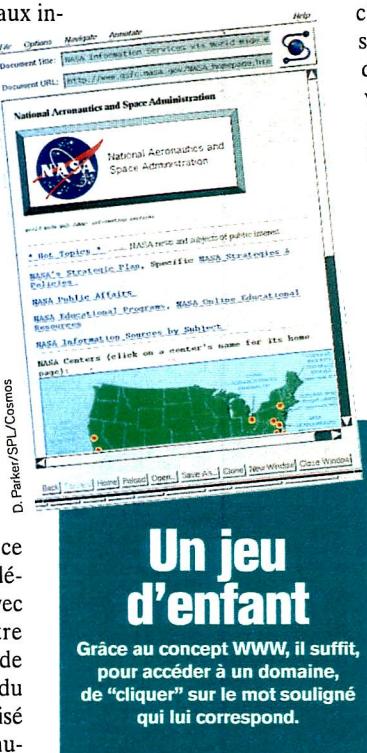
chait à élargir son marché. En septembre 1994, elle a pris la décision de s'équiper d'un serveur Internet. Elle désirait y présenter la gamme de ses produits et proposer un forum interactif : suggestions, souhaits d'adaptations, courrier électronique en liaison avec le service marketing, afin d'établir directement des propositions de prix ou de devis, etc.

Les débuts furent décevants : le serveur était essentiellement fréquenté par des "touristes", sans intérêt pour l'entreprise. Mais une refonte complète de la présentation des "pages d'accueil" a permis de mieux séduire la clientèle visée. Un taux de retour de 2 % a été obtenu la première semaine. Ce taux a doublé la semaine suivante et, depuis, progresse de 15 % par mois. D'après les responsables marketing de la so-

ciété, le "rendement" obtenu grâce à ce nouveau média est de loin supérieur à celui d'une campagne publicitaire traditionnelle.

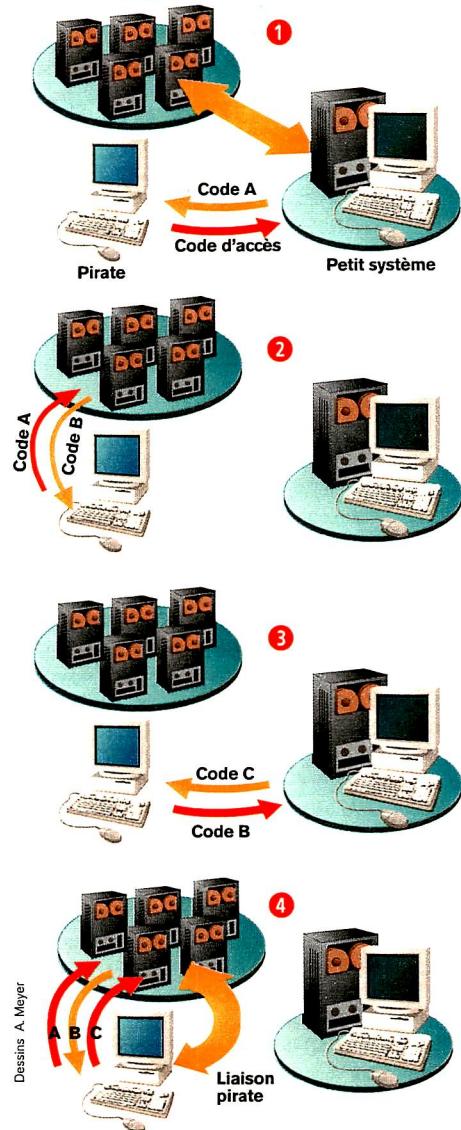
Le succès semble donc essentiellement lié à la qualité et à la présentation du service. L'aisance avec laquelle l'utilisateur peut se "promener" dans un serveur est déterminante : les informations qui l'intéressent doivent lui être proposées au cours de sa "visite", devançant la demande.

Mais les immenses capacités d'interconnexion d'Internet ont également suscité des vocations qui s'accordent assez mal avec l'idéal visé par ses concepteurs... Les pirates de tout poil se sont jetés sur Internet : grâce à lui, il leur est désormais possible de pénétrer les ordinateurs de la Maison Blanche, de la NASA, de la Bundespost (l'équivalent allemand de France Télécom), et des sociétés jusqu'alors les mieux protégées du monde. Un modeste ordinateur et un modem



D. Parker/SPL/Cosmos

### Gros serveur



Dessins A. Meyer

suffisent pour exécuter ce type d'opération...

La structure même d'Internet facilite ce piratage informatique. En effet, comme nous l'avons dit, les données transitent par une multitude de serveurs intermédiaires avant d'arriver à destination. Or, chacun de ces centres connaît la provenance des informations et sait où les envoyer, mais il lui est impossible de remonter intégralement la filière. Une fois l'information parvenue au terme de son périple, il est très difficile d'en déterminer avec précision l'origine : un pirate introduit dans le réseau peut par conséquent garder l'anonymat sans encombre.

Il peut également mettre à profit une autre caractéristique d'Internet. Sur un ordinateur, on distingue plusieurs zones. Une seule est librement accessible au public : celle réservée aux communications et aux informations que ses possesseurs souhaitent divulguer. Les autres zones, confidentielles, sont protégées par des mots de passe et des codes d'accès. Or, les pirates parviennent assez aisément à obtenir ces derniers, grâce à un "cheval

## Piratage, mode d'emploi

Pour infiltrer un gros serveur, le pirate s'attaque à un petit système moins protégé et relié au premier. Après s'être procuré par ruse (voir l'article) le code d'accès du petit, il s'y connecte comme un utilisateur officiel. Il reçoit alors un premier code A en réponse ①. Il envoie ensuite ce code au gros serveur, qui lui répond alors par un autre code B ②. Il peut ainsi envoyer B au petit système, qui lui répond par un code C ③. Muni de ces trois codes, le pirate peut alors établir une liaison "officielle" avec le gros système... qui le prend pour le petit ④. Un piratage difficile à déceler, et qui justifie les énormes moyens mis à la disposition des "cyberflifs" de la CIA (photo ci-dessous).

R. Ressmeyer/Starlight/Cosmos



► de Troie" : un petit logiciel qui, sous le prétexte de proposer un jeu, des images, ou toute autre information, permet de "voler" ces codes confidentiels. L'astuce consiste à installer un cheval de Troie dans un grand nombre de centres serveurs. La plupart du temps, les utilisateurs ayant accès aux zones confidentielles pensent qu'il s'agit d'un nouveau service installé dans l'ordinateur, et n'hésitent pas à fournir leur code d'accès et leur mot de passe au cheval de Troie. Le pirate n'a plus qu'à récolter sa moisson de codes confidentiels.

Pour localiser ces pirates, on organise des filatures dignes de romans d'espionnage futuristes. La récente arrestation de Kevin Mitnick, le criminel informatique le plus recherché des Etats-Unis, est un cas d'école. La méthode de Mitnick aussi : pour espionner un gros système très protégé, les pirates commencent par "craquer" (infiltrer), à l'aide d'un cheval de Troie, un ordinateur moins important mais autorisé à se connecter au système visé. Ils obtiennent ainsi le code d'accès (A) permettant la connexion au gros ordinateur (voir dessins page précédente).

Depuis sa machine, le pirate envoie alors ce code A au gros ordinateur, qui lui fournit en réponse un deuxième code B, signifiant qu'il a bien reçu le message. Mais, pour que la communication s'établisse réellement, le pirate devrait alors répondre par un troisième code C. Comme notre homme ne le possède pas, il ne peut aller plus

## Internet aussi réseau de propagande

loin... Etape suivante : le pirate se reconnecte sur le petit ordinateur et lui envoie le code B, simulant ainsi une tentative de connexion de la part du gros système. Aussitôt, le code C est obtenu en réponse. Le pirate peut alors rappeler le gros système, envoyer le code A, attendre B et répondre par C. La communication est établie : le pirate a pénétré le système convoité.

C'est à ce moment-là que Mitnick s'est fait coincer par Tsuitomu Shimomura, un ancien pirate reconvertis. Ce dernier avait pressenti que son adversaire utiliserait cette méthode, et il surveillait nuit et jour les liaisons établies par la machine.

En fait, toutes les sociétés qui confient leurs secrets à l'informatique sont menacées – qu'elles soient ou non reliées à Internet. Les informations confidentielles ne sont pas les seules à intéresser les pirates. La copie illégale de logiciels installés

## «CE RÉSEAU EST

Nicholas Negroponte, c'est nom ne vous dit rien ? Pourtant, à travers votre ordinateur, il a déjà un pied chez vous... Cet instigateur de la révolution des médias est le fondateur et le directeur du Media Lab (laboratoire de recherche sur les nouveaux médias) au MIT (Massachusetts Institute of Technology), dont il est l'un des plus brillants théoriciens. Délaissez l'écriture numérique au profit d'une autre, plus classique, il vient de publier *l'Homme numérique*, où il livre sa vision du monde à venir.

**Science & Vie :** «Dans combien de temps l'univers que vous décrivez dans votre livre sera-t-il notre réalité quotidienne ?»

**Nicholas Negroponte :** «Cela dépend de la baisse des tarifs téléphoniques et du coût des ordinateurs. Mais la pression des utilisateurs sera tellement forte que les sociétés de télécommunications et d'informatique ne pourront pas résister longtemps. Dans deux ans, avec des tarifs inférieurs de 10 % à ceux d'aujourd'hui, nous vivrons dans cet univers.

L'école comme la maison seront parfaitement informatisées et connectées au réseau. Sur le chemin de l'école, l'enfant pourra dialoguer avec son ordinateur ou avec ses camarades par le biais de sa montre-bracelet. L'ordinateur jouera le rôle de télévision, de téléphone, de synthétiseur, etc. La réalité sera plus uniforme : on ne fera plus A à l'école, B dans le bus, C chez soi ; on pourra tout faire n'importe où.»

**S & V :** «Est-ce une utopie ou une prévision ?»

**N. N. :** «Une prévision réalisée. Il y a quinze ans, quand j'ai proposé le multimédia à des chefs d'entreprise, on me

mettait à la porte... Pourtant, c'est devenu une réalité. Je puis vous affirmer que ce "scénario futuriste" sera celui de notre vie quotidienne.»

**S & V :** «Vous n'évoquez pratiquement pas les dangers et les abus liés à la mondialisation des réseaux...»

**N. N. :** «Je me suis contenté d'énoncer l'existence de problèmes – culturels, sociaux et économiques –, dont j'étais bien incapable de parler en spécialiste. Cependant, après avoir remis mon livre à l'éditeur américain, j'ai passé six mois à réfléchir à ces dangers, qui me semblent extrêmement sérieux. Les plus à redouter concernent les violations de la vie privée et la sécurité.»

Mais le contrôle d'un réseau comme Internet est impossible. Lorsqu'une formation de canards vole en "V" dans le ciel, rien ne sert d'abattre le canard de tête : ce n'est pas lui qui dirige les autres, c'est le groupe qui se dirige lui-même ! Pour Internet, c'est pareil : ce réseau "acéphale" est incontrôlable. La seule intervention qu'un gouvernement puisse faire se limite aux tarifs des communications...»

**S & V :** «Alors, comment préserver la vie privée ?»

**N. N. :** «C'est très simple, en alliant une technique particulière à une politique intelligente. La technique est celle de la cryptographie, qui permet de transformer des informations en une série de symboles incompréhensibles pour celui qui ne possède pas les clés du code. La politique intelligente serait celle d'une totale liberté d'utilisation du cryptage par qui-conque. Malheureusement, les gouvernements, notamment celui des Etats-Unis, ont une politique "étroite" consistant à interdire ce gen-

# INCONTRÔLABLE»

re de pratique – soi-disant pour éviter que les mafias, les sociétés secrètes ou les espions industriels puissent utiliser Internet impunément. Il faudrait absolument annuler cette loi.»

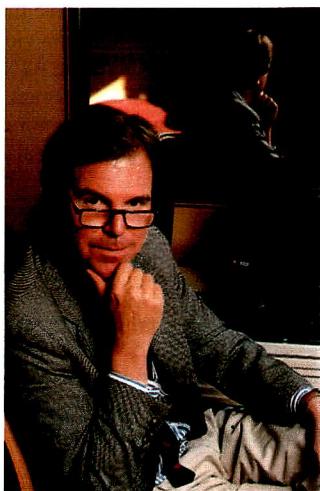
**S & V :** «La mondialisation des réseaux semble aussi avoir pour conséquence une fragilisation des économies : krachs boursiers, faillites bancaires...»

**N. N. :** «Bien au contraire ! Je crois qu'Internet est un élément de stabilisation et non de fragilisation économique. Lorsque le réseau sera utilisé pour le commerce, ce qui ne saurait tarder (d'ici quatre ou cinq ans), il deviendra possible à une seule personne de gérer simultanément une multitude d'opérations aux quatre points cardinaux. Le commerce finira par être entièrement décentralisé. Et une infinité de minuscules compagnies multinationales feront leur apparition. La récente catastrophe de la banque anglaise Barings, par exemple, était due à un système fortement centralisé. Le déséquilibre d'un élément central a déstabilisé l'ensemble du réseau financier. En atomisant les grandes multinationales en une grande quantité de petites entreprises, Internet va permettre d'éviter ce type d'effet "boule de neige".»

**S & V :** «Cette nouvelle répartition des capitaux signifie-t-elle qu'à terme les bourses seront vouées à disparaître ?»

**N. N. :** «Les bourses "nationales" disparaîtront, car la liste des titres cotés s'allongera tellement qu'elle en deviendra ingérable. Il y aura une bourse à Lyon, à Grenoble, etc. Mais j'irais plus loin : face à cette décentralisation de l'ensemble des ac-

tivités économiques, les gouvernements eux-mêmes sont appelés à disparaître. Sauf peut-être pour les problèmes d'éducation et de santé. Je crois qu'on peut tout à fait remplacer la notion de culture nationale par celle de culture régionale. La multiplication de centres économiques régionaux entraînera une régionalisation de la culture. Quand on me parle de Balzac, je l'associe à la culture de la ville de Tours. Aujourd'hui, l'appartenance



U. Andersen/Gamma

Pour Nicholas Negroponte, les réseaux comme Internet vont bouleverser notre vie quotidienne.

de Balzac à la culture française éclipse son appartenance à celle de Tours.

Pour s'adapter à tous ces bouleversements, il faudrait créer, selon moi, un comité composé de jeunes et d'enfants – et non pas de "vieux" comme moi – qui débatteraient des problèmes informatiques et du multimédia, c'est-à-dire de leur monde de demain. D'ailleurs, on en parle en ce moment, et je travaille à sa préparation.»

Propos recueillis par  
Roman Ikonikoff

dans les machines, par exemple, représente à elle seule 9 milliards de dollars par an.

Certains pirates s'intéressent à des activités plus directement lucratives. Une vieille technique fait toujours recette. Il s'agit d'entrer dans le système informatique d'une banque et de prélever, lors de l'établissement mensuel du relevé d'opérations, un centime (ou son équivalent) sur chaque compte. Qui vérifie son relevé au centime près ? En raison de la grande quantité de comptes gérés par un centre bancaire, les sommes récoltées peuvent être très importantes. Il suffit ensuite au pirate de virer l'argent par ordinateur – sur un compte parfois créé de toutes pièces par lui-même –, et le tour est joué. Le magot sera récupéré par virements, ou directement en liquide auprès de distributeurs de billets.

D'autres piratages existent, bien entendu. Ainsi, les compagnies téléphoniques américaines se font régulièrement voler des codes confidentiels de facturation. Ceux-ci permettent de faire payer des appels – le plus souvent des communications à longue distance – à un tiers. Universités, entreprises et autres organismes importants font des cibles idéales ; il suffit que l'accroissement du montant de la facture ne soit pas trop visible. Une université américaine s'est ainsi vu facturer 200 000 dollars, dont plus de la moitié correspondait à des appels "piratés"...

En fait, le piratage sur Internet ne diffère guère de celui pratiqué sur les réseaux informatiques conventionnels. Il utilise simplement un outil de communication plus puissant et plus discret. En revanche, l'utilisation de ce réseau à des fins de propagande était, elle, inédite. Certains ont trouvé là le support rêvé. Sur Internet, les "publicités" les plus variées sont diffusées sans encombre (les méandres du réseau garantissant l'anonymat) et touchent un vaste auditoire. Trafiquants, terroristes et autres malfrats ont eux aussi trouvé avec Internet un moyen bien pratique de communiquer...

En raison de toutes ces déviations, Internet commence donc à inquiéter sérieusement de nombreux gouvernements. La psychose a probablement atteint son paroxysme en Australie, où les autorités souhaiteraient interdire Internet. Mais, une simple ligne téléphonique permettant de se connecter au réseau, une telle volonté est vouée à l'échec, même si l'implantation de centres serveurs sur le territoire australien est interdite.

D'inextricables problèmes juridiques ne manquent pas de surgir, encore compliqués par la dimension mondiale d'Internet. En effet, les législations diffèrent d'un pays à l'autre. Certaines activités, comme la pornographie, sont légales ►

► dans certains Etats, tolérées dans d'autres et rigoureusement prohibées ailleurs. Comment traîner en justice les responsables d'un serveur diffusant des informations légales chez eux ? Sans compter que, de toute façon, il est pratiquement impossible de localiser un centre et d'identifier ses propriétaires...

Les Etats-Unis tentent actuellement de combler ces failles juridiques et, parallèlement, forment une armada de *cybercops* (littéralement : "cyberflics"). Micro-ordinateurs et modems sont leurs armes. Rompus aux techniques de la cryptographie, ils ont pour mission de traquer toute information non légale transitant sur le réseau. La mise en place d'un gigantesque centre d'écoutes est en cours. Véritable concentré d'électronique et d'informatique de haut niveau, il offrira aux "cyberflics" les moyens de leur tâche ; la surveillance de la planète tout entière et l'analyse des monstrueux flots de données qui transiting en permanence sur Internet. Vaste programme...

Enfin, une autre performance d'Internet – l'acheminement de conversations téléphoniques – permet des déviations mineures. Sur ce réseau, le coût d'une communication longue distance devient particulièrement concurrentiel. Il suffit de numériser les conversations téléphoniques : sous cette forme, elles ne constituent qu'un tout petit fichier. La rapidité de transmission de celui-ci permet un prix d'acheminement très bas et nécessite des structures relativement légères : dans chaque région, on installe un centre de conversion (son-données numériques pour l'émission, données numériques-son pour la réception). Les abonnés se connectent ainsi en tarification "locale". Les données numériques passent ensuite d'une région à une autre, puis d'un pays à un autre, via Internet. Lors des opérations de conversion son-données, on peut même regrouper plusieurs communications, séparées à l'arrivée. On peut "tasser" ces gros paquets de données à l'aide de logiciels de compression, dont l'efficacité est proportionnelle à la quantité d'informations à traiter. Pour une capacité de transmission équivalente, on économise



P. Sibbald/Sygma

## Bill Gates «La sécurité sur Internet ? Rien de plus facile.»

ainsi du temps et donc de l'argent.

Ce type de communication peut être intégré à un flot de liaisons informatiques (fichiers de données, logiciels, etc.), ce qui permet de rentabiliser les "temps morts" dans la transmission entre ordinateurs pendant les opérations classiques. Ces temps morts étant de toute façon facturés à l'utilisateur, la transmission de communications téléphoniques est donc particulièrement intéressante. Certaines sociétés se targuent d'être en mesure de proposer des communications d'un bout à l'autre de la planète pour 10 F de l'heure, semant le désarroi parmi les grandes compagnies de téléphone...

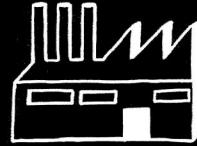
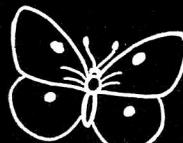
Alors, quel avenir peut-on imaginer pour Internet ? Techniquement, la grande amélioration viendra de l'implantation du réseau ATM. Il s'agit cette fois d'un réseau au sens propre (des câbles) que pourra emprunter Internet.

Son principal intérêt réside dans un très haut débit de transmission des données : 2 mégabits/seconde. Avec un tel débit, il devient possible de faire transiter des images vidéo sans nuire à la qualité ni au mouvement. C'est la porte ouverte au véritable multimédia.

Enfin, en ce qui concerne la gestion et l'"assainissement" d'Internet, Bill Gates, le président de Microsoft, fait preuve d'optimisme. Selon lui, il est facile de protéger ses droits sur une telle "autoroute de l'information", avec une surveillance très stricte du réseau et l'utilisation systématique de dispositifs de sécurité comme la carte à puce. Tout pourrait passer par un cryptage et une fragmentation des informations. Un film, par exemple, ne serait pas disponible sous sa forme normale mais sous l'aspect d'une suite de séquences mélangées, que l'ordinateur, après validation des codes, devrait remettre dans l'ordre. Une formule alléchante pour certains grands groupes financiers. Ils sont nombreux, actuellement, à acheter des droits sur des œuvres cinématographiques, artistiques ou littéraires, constituant ainsi un catalogue multimédia "prêt à diffuser" quel que soit le support finalement retenu. L'Internet exubérant et luxuriant des débuts s'oriente donc vers un réseau peut-être plus aseptisé qu'aujourd'hui, mais bien loin de son idéal d'origine... ■

# À VOTRE AVIS

## QUEL EST LE MEILLEUR INSTRUMENT POUR AIDER VOS ENFANTS À OUVRIR LES YEUX SUR LE MONDE ?



UNE FONDATION QUI AIDE À L'EDUCATION POUR L'ENVIRONNEMENT  
L'avenir de la Nature est entre les mains de nos enfants. Leur apprendre aujourd'hui les gestes qui préservent la planète, c'est leur permettre de la protéger pour longtemps. Telle est la mission de la Fondation Nicolas Hulot : avec l'engagement de tous, parents, enseignants, associations, partenaires, nous contribuons à développer l'éducation des jeunes à l'Environnement. Aidez-nous à sensibiliser les jeunes, aidez-les en leur offrant le plus beau des instruments : le désir de protéger la Terre.

Merci de remplir le bulletin ci-dessous accompagné de votre don.

En signe de reconnaissance, nous vous adresserons une affichette dédicacée par Nicolas Hulot.

CHACUN DE VOS DONS AIDE UN ENFANT À OUVRIR LES YEUX ET AGIR SUR LE MONDE QUI L'ENTOURÉ



### BULLETIN DE SOUTIEN

1A33

à compléter et à retourner dès aujourd'hui à :

Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme - 52, BOULEVARD MALESHERBES - 75008 PARIS

**OUI,** je soutiens la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme dans sa mission d'Education à l'Environnement et je vous adresse un chèque bancaire ou postal (libellé à l'ordre de la Fondation de France - compte n° 20-0208) de :

100 F       200 F       300 F      Code postal ..... Ville .....

500 F       Autre : ..... F      Profession ..... Année de naissance .....

OUI, je souhaite recevoir gratuitement une affichette dédicacée par Nicolas Hulot.

Je recevrai des informations régulières sur les actions développées grâce à mon soutien et un reçu fiscal (à hauteur de 40% de leur valeur, vos dons sont déductibles de votre impôt dans la limite de 5% du revenu net imposable).

Conformément à l'article 27 de la loi Informatique et Liberté du 6/1/78, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour les informations vous concernant, par simple courrier à la Fondation.

**MA PLANÈTE,** ça me regarde

**Depuis plusieurs années le système de repérage par satellites GPS guide avions, navires et véhicules. Aujourd'hui, grâce à l'extrême miniaturisation des récepteurs, le système s'est démocratisé et équipe des cyclistes ou des randonneurs.**

PAR HENRI-PIERRE PENEL

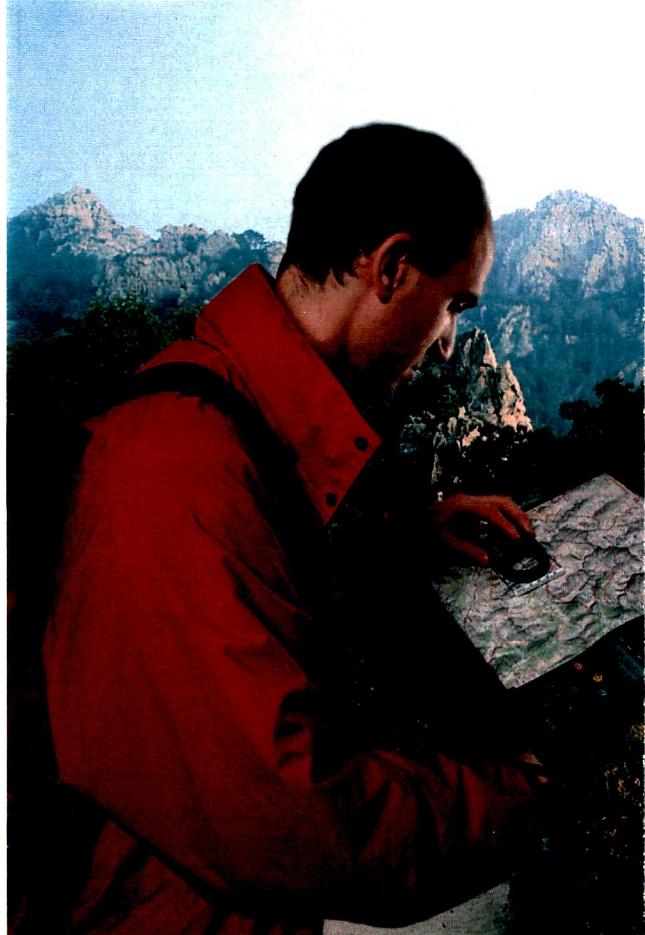
## REPÉRAGE

# Les randonneurs

Depuis qu'une constellation de satellites a remplacé les petits cailloux blancs du Petit Poucet, il devient quasiment impossible de se perdre sur notre globe. Du moins pour ceux qui ont pris la précaution d'accrocher à leur ceinture ou de glisser au fond de leur poche un petit boîtier, sensiblement de la taille d'une calculatrice : le récepteur GPS. Malgré sa taille modeste et son aspect relativement peu attrayant, cet appareil est doté d'une impressionnante précision.

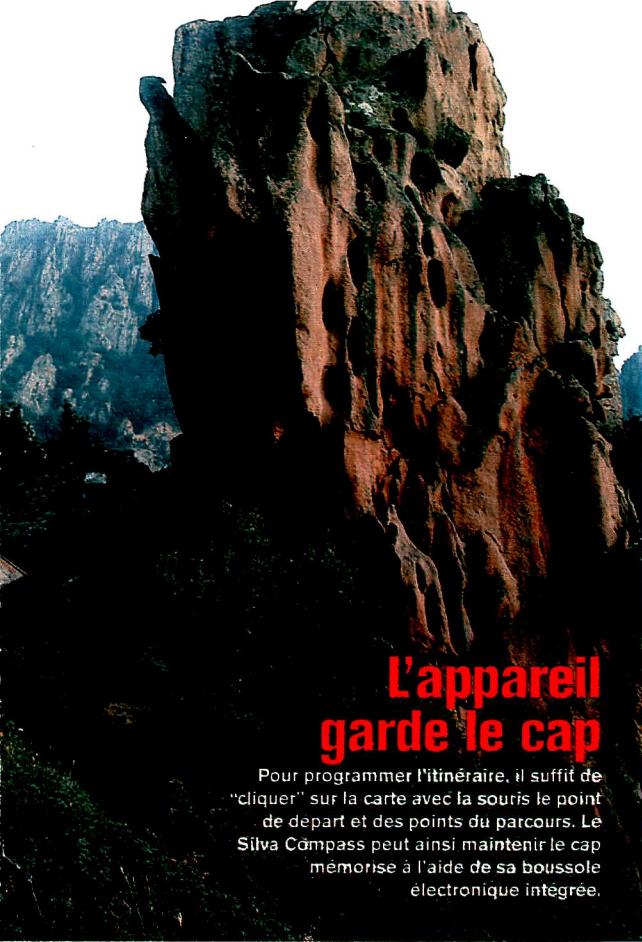
En effet, il permet de déterminer l'emplacement où l'on se trouve, et ce en n'importe quel point de la planète, à moins de 15 mètres près ! Verra-t-on un jour les conducteurs rechercher leurs voitures dans les parkings de grandes surfaces à l'aide d'un GPS ?

En fait, le système GPS, de l'anglais *Global Positioning System*, ne se résume pas au récepteur mais s'articule autour d'une importante infrastructure basée dans l'espace, sur des satellites. Si



son principe de base reste simple, sa mise en œuvre est plus délicate. Le GPS repose sur le calcul de la position d'un point par triangulation. Principe bien connu des cartographes : points de repères et doubles décimètres, pour la mesure des longueurs, permettent de mener à bien une telle opération. Dans notre cas, les satellites remplacent les points de repères et leurs émissions radio sont utilisées pour mesurer les distances.

La vitesse de propagation des ondes radio est, tout comme celle de la lumière, de 300 000 km/s. Si l'on connaît la durée de leur parcours, il est simple de déterminer la distance séparant l'émetteur du récepteur. Une caractéristique mise à profit dans le GPS. En effet, chaque satellite émet, en permanence, deux types d'informations : d'une part, un code d'identification qui permet au récepteur de déterminer la position du satellite émetteur ; d'autre part, une référence horaire issue d'une horloge extrêmement précise.



## L'appareil garde le cap

Pour programmer l'itinéraire, il suffit de "cliquer" sur la carte avec la souris le point de départ et des points du parcours. Le Silva Compass peut ainsi maintenir le cap mémorisé à l'aide de sa boussole électronique intégrée.

E. Malemanche

temps les données transmises par deux satellites, le récepteur peut déterminer qu'il se trouve à l'intersection de trois sphères. Les deux estimées plus celle du globe terrestre. Cependant, dans ce cas, la localisation exacte est impossible, puisque deux points, sur terre, correspondent à cette condition. La réception des données issues d'un troisième satellite permet de lever le doute. Pour fonctionner correctement un récepteur GPS doit donc recevoir simultanément les émissions d'au moins trois satellites. Dans la pratique, et afin d'affiner le résultat, les récepteurs utilisent fréquemment un nombre plus important de satellites, parfois jusqu'à douze en même temps. Si l'utilisateur de l'appareil se trouve proche du nadir d'un satellite, c'est-à-dire à son aplomb, l'information fournie par ce dernier permet de préciser le point à retenir, mais elle n'offre pas une grande précision en ce qui concerne la localisation.

Ce besoin de "réceptions multiples" peut parfois poser un problème aux randonneurs. En effet, sous les fréquences utilisées par les satellites, la portée des ondes radio est quasiment optique. C'est-à-dire qu'elles sont facilement arrêtées par la végétation, les constructions ou les montagnes. En zone découverte ou sur mer la localisation se fait sans le moindre problème. En revanche, le bon fonctionnement des appareils GPS est sou-

# guidés par satellite

Lors de la réception de ces deux informations, le boîtier récepteur peut alors déduire la distance qui le sépare du satellite. Pour cela il compare l'heure indiquée par le signal horaire reçu à celui d'une "horloge de référence", également extrêmement précise. En mesurant l'écart de temps entre ces deux données, la valeur de la distance est immédiatement déduite. Cependant, cette première opération ne suffit pas encore pour réaliser la localisation. Tout ce que le récepteur est en mesure de déduire est qu'il se trouve sur une sphère de rayon connu entourant le satellite dont il reçoit l'émission (voir dessins page suivante). Sur terre, une infinité de points répondent à cette condition : tous les points d'intersection entre la sphère estimée et le globe terrestre. Au total, donc, un cercle sur la surface terrestre.

Pour déterminer une position exacte, il faut utiliser simultanément les données issues de plusieurs satellites. En effet, en utilisant en même

vent compromis dès que l'utilisateur se trouve en sous-bois ou, pire, dans une vallée encaissée.

Les appareils les plus simples sont disponibles pour un prix inférieur à 3 000 F, mais celui-ci peut s'envoler jusqu'à plus de 10 000 F en fonction des options. Il est possible de les diviser en trois catégories : les appareils "de poing", ceux à tablette de lecture cartographique et, enfin, ceux à affichage cartographique en temps réel.

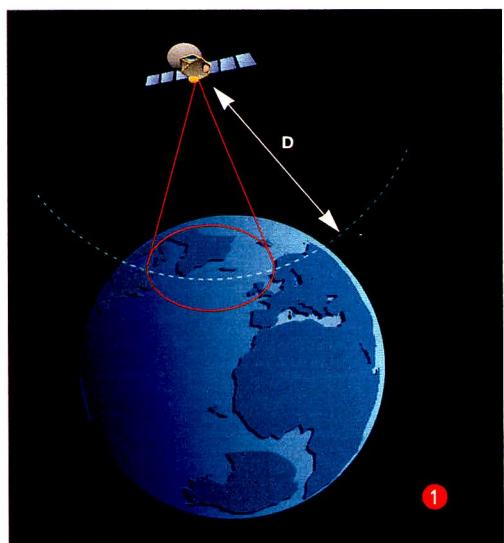
Les GPS de poing, tels que le Meridian de Magellan, le 40 ou le 45 de Garmin, sont généralement ceux que préfèrent les randonneurs. Extrêmement compacts et autonomes ils peuvent, par exemple, mémoriser automatiquement les coordonnées du point de départ de la randonnée afin de pouvoir le retrouver facilement. Option utile pour rejoindre un véhicule ou un bivouac. De plus, il est possible de programmer, par l'intermédiaire de touches, les coordonnées de diverses positions à atteindre. Dans ce cas, l'appareil fait ►

## REPÉRAGE

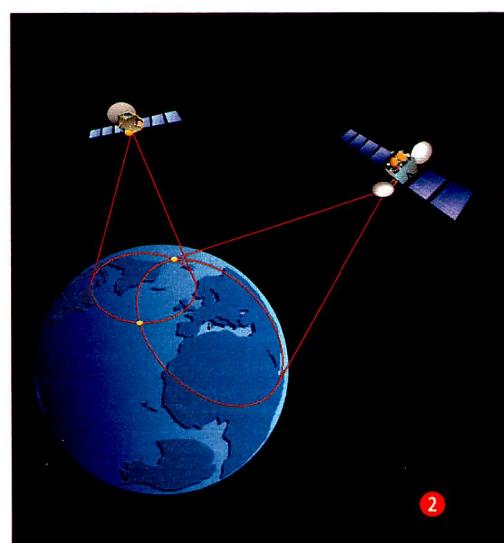
► office de suiveur de route en indiquant si l'on s'éloigne ou non du trajet le plus court (la ligne droite) et, éventuellement, les "corrections de cap" à réaliser. Cependant, une boussole doit être utilisée en complément de ce type d'appareil, l'afficheur ne précisant que de tourner de x degrés vers le nord, le sud, l'est ou l'ouest.

Les GPS à tablette de lecture cartographique, tels que le Silva Compass, permettent de simplifier la programmation d'un itinéraire. Cette opération s'effectue de manière extrêmement simple à l'aide d'une tablette équipée d'une "souris". La carte est appliquée sur la tablette. La seule précision à fournir à l'appareil est l'échelle de la carte. L'utilisateur "clique", à l'aide de la souris, sa position sur la carte. Cette opération permet de caler le système. Ensuite, il suffit, en faisant glisser la souris, de cliquer sur les différents sites à atteindre pour que la programmation de l'itinéraire soit réalisée. De plus, ces appareils sont généralement équipés d'un compas électronique interne. Cette option rend leur utilisation beaucoup plus conviviale. L'appareil indique directement à son utilisateur, "tournez à droite", "tournez à gauche" ou "continuez tout droit". Comme la tablette de lecture cartographique, relativement encombrante, ne sert qu'à programmer l'itinéraire, il est possible de la déconnecter de l'appareil. Il retrouve alors des dimensions identiques à celles des appareils de la catégorie précédente.

Enfin, des appareils à mémoire cartographique avec des dimensions comparables à celles d'un téléphone portable commencent à apparaître. Le Magellan EC-10 X, notamment. Des cartes de la quasi-totalité des zones du globe sont mémorisées, sous forme numériques, dans des cartouches mémoires. Il suffit alors d'insérer dans l'appareil la carte de la région où se trouve l'utilisateur pour



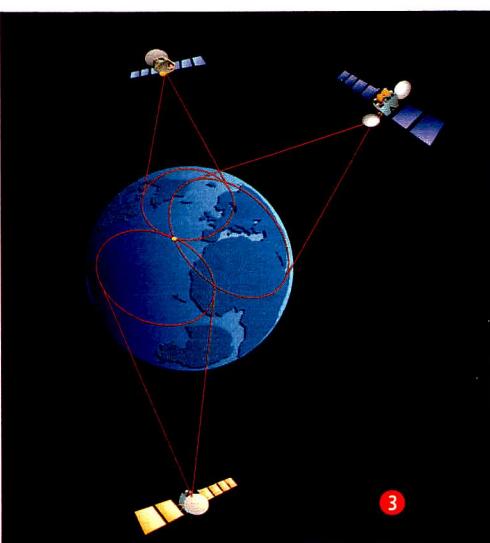
①



②

## Trois satellites pour vous localiser

Un seul satellite ne suffit pas, car il donne l'ensemble des points d'un cercle comme position possible pour le récepteur ①. Avec deux satellites, il ne reste plus que deux points ②. Un troisième est donc nécessaire pour localiser précisément la position du récepteur ③.



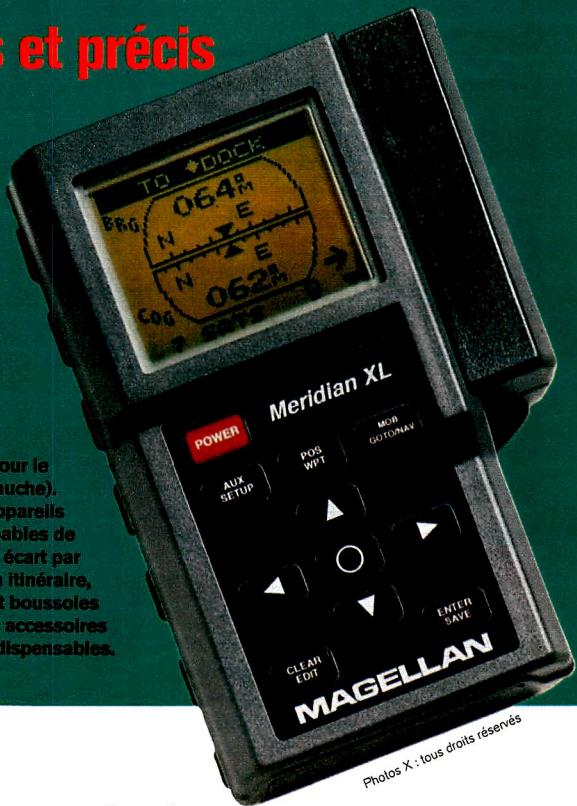
③

A. Meyer

# Compacts et précis

Les GPS de poing, particulièrement bien adaptés à la randonnée, permettent de se situer ou de retrouver un point géographique mémorisé. Leur précision est de 15 m pour le Magellan, à droite...

... et de 5 m pour le Garmin, à gauche). Mais si ces appareils sont capables de mesurer un écart par rapport à un itinéraire, cartes et boussoles restent des accessoires indispensables.



Photos X : tous droits réservés

que celle-ci défile sur un écran plat au fur et à mesure de ses déplacements. Un curseur indique en permanence l'emplacement exact où il se trouve. Certes, cet appareil est essentiellement destiné aux navigateurs et aux aviateurs. C'est pour cette raison que les mémoires cartographiques accordent beaucoup d'importance aux balises de navigation aériennes, aux pistes d'atterrissement ou aux chenaux de navigation. Repères géodésiques, routes ou autres particularités topographiques sont également présentés. Et un menu spécial permet de n'afficher à l'écran que le type d'information souhaitée.

Notons que l'EC-10X possède une particularité en ce qui concerne la mise à jour des cartes, un problème courant sur ce type de matériel. Ici toute mémoire cartographique peut être directement remise à jour depuis un ordinateur PC. Ceci permet d'éviter le remplacement pur et simple de la cartouche en cas de modification importante. Normalement cet

appareil est, de préférence, destiné à l'habitacle d'un avion, d'un bateau ou d'un véhicule. Une fiche allume-cigare permet, dans ce cas, d'assurer son alimentation électrique. De même, il est possible d'en déporter l'antenne, pour la fixer sur le toit ou le pare-brise, par exemple, en cas de difficulté de réception. Néanmoins, bien qu'il s'agisse là d'un usage marginal, des batteries incorporées lui permettent d'être autonomes.

Et pour l'avenir, quelles surprises le GPS nous réserve-t-il ? Actuellement, divers constructeurs d'autoradios, tels que Pioneer, s'intéressent à ce procédé pour l'intégrer directement dans leurs appareils. Cependant, c'est probablement dans les dispositifs d'assistance à la conduite, tels que les projets Carmine ou Prométhée, qu'il prouvera sa puissance en vous guidant, au moyen d'une voix synthétisée par l'appareil, tout au long de vos déplacements.

## La carte suit le parcours

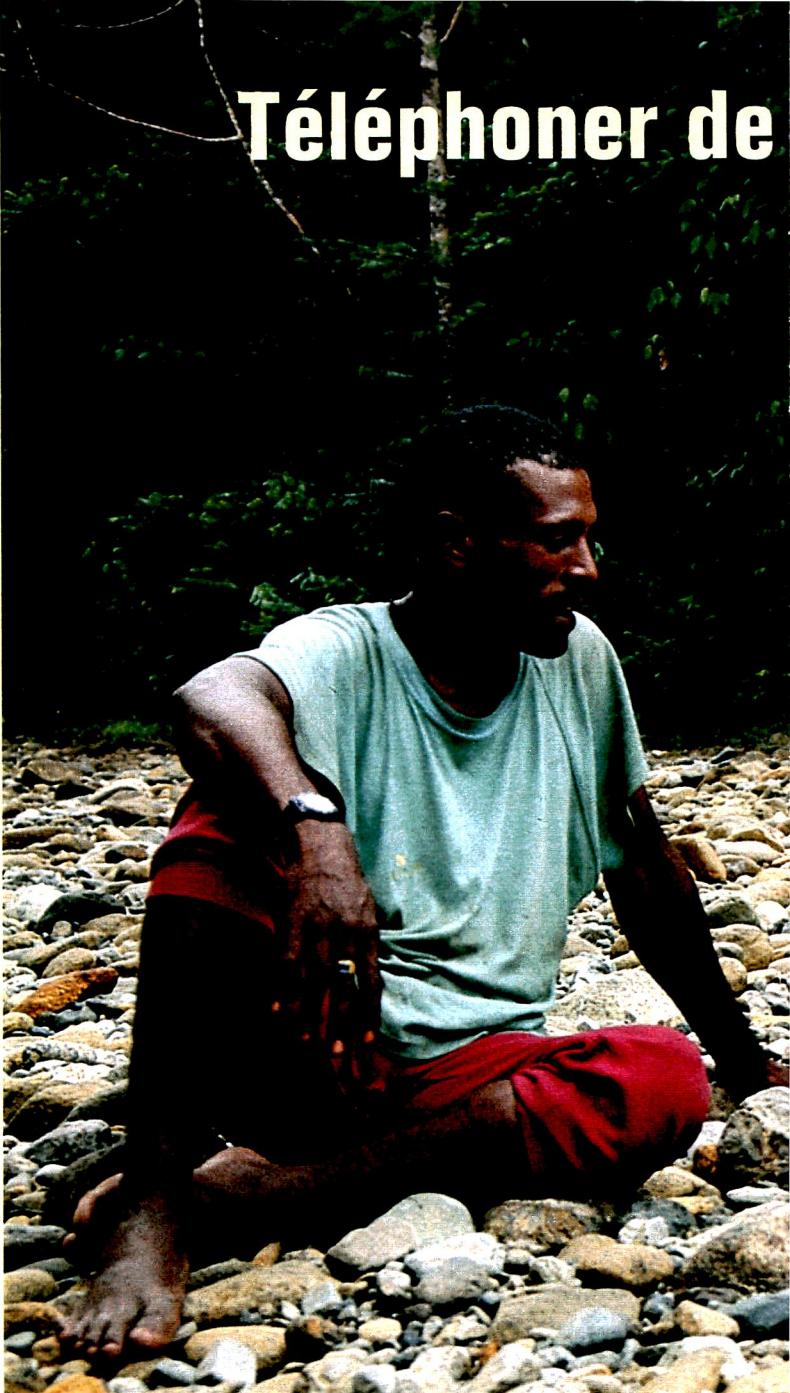
Destiné aux véhicules (ici un avion), l'EC-10X est muni d'un écran sur lequel défile la carte (provenant d'une cartouche numérique) au fur et à mesure des déplacements.



Photos X : tous droits réservés

Dirigé par  
Roger  
Bellone

**L**e Saturn MiniPhone est un téléphone portable qui exploite, non pas les réseaux hertziens terrestres, mais le réseau de satellites Inmarsat (organisation internationale qui gère quatre satellites géostationnaires et compte 75 pays membres). Fabriqué en Norvège par la société ABB Nera et importé en France par Geolink, le Saturn MiniPhone se présente comme une mallette classique. Celle-ci, d'un poids total de 8,5 kg, renferme un émetteur-récepteur satellite et une antenne plate est logée dans son capot. Ce dernier est détachable, car sous les bandes de fréquences utilisées pour ce type de transmission (1 626,5 MHz-1 660,5 MHz), la portée des ondes radio est optique : elles ne peuvent traverser les obstacles. Pour téléphoner de l'intérieur d'une habitation, par exemple, il est nécessaire de positionner l'antenne à l'extérieur. La distance maximale entre l'antenne et le combiné peut atteindre 100 mètres sans dégradation de la liaison. La confidentialité de la communication est garantie par le standard numérique utilisé par le réseau Inmarsat. La numérisation de la liaison permet les transmissions "non vocales". Fax, fichiers informatiques, données numériques peuvent ainsi transiter à la vitesse de 2 400 bits/seconde. A cet effet, en plus des deux fiches pour combiné



téléphonique, l'appareil est équipé d'une fiche spéciale fax et d'une fiche aux normes PC (liaison RS 232 C). Ce téléphone portable est simple à mettre en place : grâce à son antenne intégrée, relativement peu directive et donc simple

# Téléphoner de

à orienter vers l'un des satellites Inmarsat, sa mise en œuvre demande moins de trente secondes. Une carte comportant la zone de couverture de chacun des quatre satellites du réseau permet à l'utilisateur, en fonction de sa position sur le globe, de déterminer vers lequel d'entre eux il doit orienter l'antenne, le pointage étant facilité par une boussole. Lorsque l'antenne est correctement orientée, la communication est immédiate. Il suffit de composer le numéro du correspondant pour

# n'importe quel point du globe

Patrice Franschesci lors de son exploration en Papouasie-Nouvelle-Guinée, où il découvrit une tribu totalement à l'écart de la civilisation.



P. Hurlin/GLMR

**obtenir la liaison.**  
**L'établissement de la communication est simple : lorsque l'un des satellites reçoit l'émission du Saturn MiniPhone, il la répercute vers la base au sol la plus proche. Là, elle rejoint le réseau téléphonique**

**conventionnel (réseau téléphonique commuté) pour être acheminée jusqu'au correspondant. Reste qu'en raison de son prix (95 000 F) c'est essentiellement un outil professionnel. Son coût d'utilisation est faible (25 F la minute).**  
**L'appareil présente**

**l'avantage de pouvoir être utilisé depuis les points de la Terre les plus sauvages et dans n'importe quelles conditions d'utilisation. Il est en effet prévu pour pouvoir supporter sans dommage des températures comprises entre - 25 °C et + 55 °C**



**en fonctionnement et cela même sous la neige ou une pluie battante.**  
**H.-P.P.**

### ▼ Sachez décompresser

En plongée, deux paramètres sont essentiels : la consommation d'air et la pression de l'eau. Et il est important que ces informations soient à portée de main du plongeur et faciles à lire. Scubapro vient de lancer TRAC, un ordinateur de décompression avec calcul intégré de l'autonomie en air et de

sa consommation. Branché sur la sortie haute pression du détendeur et doté d'une boussole, cet instrument possède un grand écran de lecture. Toutes les quinze secondes il actualise le temps d'autonomie du plongeur en tenant compte du rythme respiratoire des trois dernières minutes et de la profondeur. En cas de décompression, l'autonomie affichée tient compte du temps des paliers et de la remontée.

Prix : 3 300 F.  
F.B.

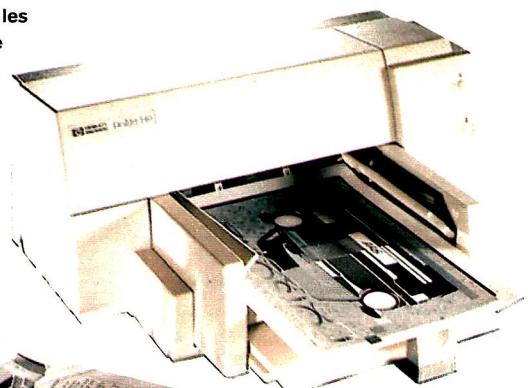


### Imprimez vos photos couleurs ▼

Hewlett-Packard propose une nouvelle gamme d'imprimantes couleurs à jet d'encre dont la résolution, en format 21 x 29,7, est comparable à celle d'un agrandissement photographique. Cette gamme existe en deux versions, à compatibilité PC ou Macintosh. Il est ainsi possible d'imprimer des photos issues de CD-Rom ou de CD-Photo (dans ce dernier cas, avec un logiciel adapté). Cette impression peut se faire sur papier standard ou sur papier glacé, aussi bien en couleurs qu'en noir et blanc. Les modèles 660 C, 850 C, 1 600 C et 5 MP, plus élaborés que le modèle

de base HP Deskjet 540, se différencient essentiellement par leur vitesse d'impression et diverses options qui les réservent à un usage plus professionnel.

Prix de la HP Deskjet 540 : environ 3 000 F.  
H.-P.P.



### ▲ Jules Verne chez Mickey

Le "Space Mountain, de la Terre à la Lune", nouvelle attraction de Disneyland Paris, fait vivre aux visiteurs les sensations qu'auraient pu ressentir les passagers de l'obus tiré par le célèbre canon de Jules Verne. Un "vaisseau-fusée" composé de wagons transportant 24 passagers est propulsé par une catapulte comparable à celles utilisées sur les porte-avions, dans un canon incliné à 32° vers l'espace à la vitesse de 70 km/h. L'accélération, lors de cette "mise à feu", dépasse 1,3 g. Le parcours, long de 1 km comporte un looping à 360°, une vrille et un "fer à cheval" à 180°. Une bande son numérique illustre le voyage et l'émailler d'un éventail varié d'explosions. Jeux de lumière et fumigènes accentuent le côté réaliste. Six ordinateurs traitent en permanence des informations issues de 1 300 capteurs répartis tout au long du trajet pour piloter en toute sécurité ce "monstre" s'enfonçant de 5 mètres sous terre pour culminer à 36 mètres. Entrée Disneyland Paris : 195 F (adultes), 150 F (enfants). Pour les forfaits téléphoner au (1) 60 30 60 30. H.-P.P.

## ▼ Pour prendre de la hauteur

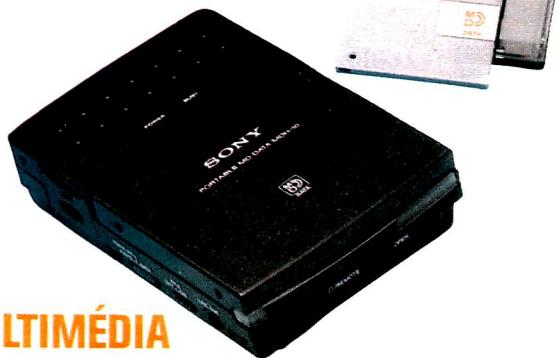
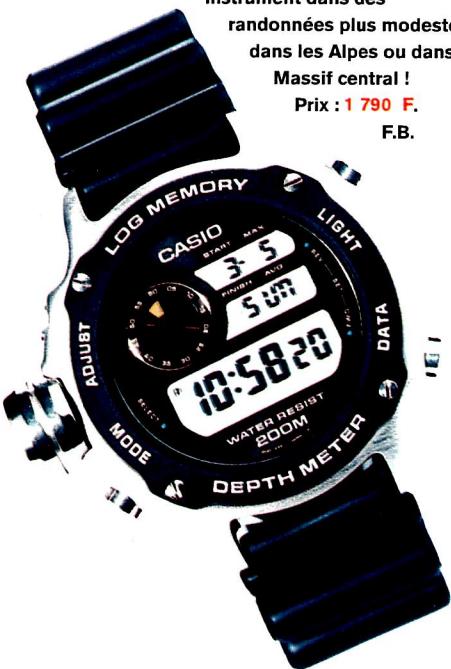
Vous projetez cet été l'ascension du Kilimandjaro ? L'Alt 6300 Protrek de Casio vous donnera mètre par mètre votre progression jusqu'au sommet. Cet altimètre comporte également un thermomètre et un baromètre.

Bien sûr, vous pourrez aussi utiliser cet

instrument dans des randonnées plus modestes dans les Alpes ou dans le Massif central !

Prix : 1 790 F.

F.B.



## MULTIMÉDIA

### Le Minidisc sur les traces du CD

Comme son grand frère le disque compact (CD) a donné naissance au CD-Rom, le Minidisc évolue. Support uniquement audio au départ, il peut désormais enregistrer des données à partir d'un ordinateur. Le lecteur portable MD Data MDH-10 de Sony utilise le format du Minidisc audio 2,5 pouces pouvant stocker 140 Mo, soit l'équivalent de 100 disquettes de 3,5 pouces. Ce disque existe en plusieurs versions :

enregistrable, lecture seule (MD-Rom) ou hybride (zones enregistrables et zones de lecture). Son système de fichiers est compatible avec les systèmes d'exploitation MS-DOS/Windows et Macintosh-OS. En utilisation mobile, le MDH-10 bénéficie d'une autonomie de deux heures. Livré avec des écouteurs, il permet d'écouter des Mini-discs audio. Prix : 5 000 F. C.B.

## ▼ Vos images vidéo en album

Quel amateur n'a pas rêvé d'intégrer à son album photographique certaines vues de ses cassettes vidéo ? Une technique possible depuis longtemps, mais jusqu'ici la qualité du document obtenu laissait à désirer. La société Arrêt sur Image, grâce à l'utilisation de logiciels de traitement d'image, est parvenue à éliminer totalement l'effet de lignage typique de la vidéo. Les documents qu'elle réalise par cette méthode sont comparables à des

photos sur papier d'un film 24 x 36. Cette société peut réaliser des tirages par correspondance : il suffit de lui envoyer la cassette vidéo (VHS, 8 mm ou Béta) en indiquant précisément le minutage de la, ou des séquences dont on veut extraire des clichés. Pour un tirage au format 13 x 18 cm il vous en coûtera 34,50 F. Une tarification dégressive est pratiquée en fonction du nombre de tirages demandés. Par

exemple, pour 10 vues ce prix tombe à 22,50 F. Des clichés peuvent également être obtenus depuis des disquettes ou des CD-Rom. Arrêt sur Image, 69 boulevard de Grenelle, 75015 Paris. H.-P.P.



Ont participé à la rédaction de ces informations : Florence Bellone, Charlotte Bertrand et Henri-Pierre Penel.

## Ecolo, le frigo ! ▶

Fonctionnant sans CFC, ce combiné proposé par Bosch devrait séduire les consommateurs sensibilisés à l'écologie. De style "américain", ce modèle réunit un réfrigérateur (428 litres) et un congélateur (229 litres). Il est équipé du

dispositif "froid ventilé" dans les zones congélateur et réfrigérateur, qui permet une meilleure répartition du froid et une réduction de la formation de givre. Disponible début juin. Prix : 14 900 F. H.-P.P.



## MAISON ET JARDIN



### ▲ Payez par minitel en toute sécurité

Plus rapide, plus compact, plus simple à utiliser et plus sûr, le minitel nouveau est arrivé. Un lecteur de cartes bancaires intégré permet de sécuriser les règlements de commandes effectuées par minitel : la puce de la carte bancaire est directement lue. Un contrôle des informations ainsi fournies valide, ou interdit, le paiement. Ceci devrait mettre fin aux commandes réalisées à partir d'un numéro subtilisé à son possesseur légitime. Des icônes permettent de naviguer plus simplement dans les services télématiques. L'appareil est livré avec la carte Magis : carte à puce qui constitue, pour son possesseur, un véritable répertoire personnel de poche. Elle permet aussi de verrouiller ou de limiter l'utilisation du minitel. Prix : 29,50 F par mois en location-entretien. H.-P.P.

**Elles sont fraîches, mes tomates ! ▼**

Après quelques jours au réfrigérateur, les légumes frais se flétrissent à cause du manque d'humidité. À l'opposé, une atmosphère trop humide provoque leur pourrissement prématuré. Le Ziploc d'Albal est un film plastique comportant des micro-aérations qui permettent de garantir un équilibre hygrométrique idéal pour la conservation des légumes. Prix : 11 F la boîte de 20 sacs petit modèle et 13 F la boîte de 15 sacs moyen modèle. H.-P.P.



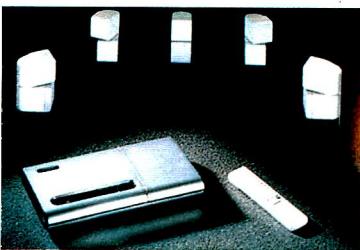
## Un maximum de son dans un minimum d'espace ▼

Avec leurs cinq enceintes acoustiques d'une taille imposante, les systèmes audio Dolby Surround demandent souvent un réaménagement complet du local d'écoute. Bose, qui depuis longtemps est spécialisé

dans les mini enceintes associées à un caisson de basses, a adapté son procédé à la restitution du "son cinéma". Avec la chaîne Lifestyle 12, il est ainsi possible d'obtenir une installation discrète, grâce

aux très petites dimensions des enceintes. Le module des graves, quant à lui, pouvant facilement être dissimulé.

Prix : 19 990 F.  
H.-P.P.



## Trois fois plus de CD en voiture ▲

Avec le CDC 1805, Clarion vient de porter la capacité de ses changeurs de disques compacts de 6 à 18 CD. Malgré cela, l'épaisseur du boîtier n'a pas doublé par rapport à celle des précédents modèles : 13 cm de hauteur pour 27 cm de largeur et 17 cm de profondeur. Il reste donc très facile de l'intégrer à un véhicule et de la connecter au combiné autoradio.

Prix : 2 990 F.

## Ambiance sonore et images à la chaîne ▼

Tous les lecteurs de vidéodisques (Laserdisks) peuvent aussi lire les disques compacts audio. Aussi Pioneer a-t-il eu l'idée de remplacer le traditionnel lecteur de CD de deux de ses chaînes midi par un lecteur vidéo. La première, V-75 LD (ci-dessous), est équipée du système Dolby Surround. La seconde, V-35 LD, en est dépourvue. Reliée à un téléviseur, la V-75 LD constitue une excellente base pour un équipement de type "cinéma à domicile". Toutes deux équipées d'un caisson de basses, ces chaînes restituent un excellent confort d'écoute malgré leurs dimensions réduites. Prix : 9 990 F la V-75 LD, et 6 990 F

la V-35 LD.  
H.-P.P.



## AUDIOVISUEL



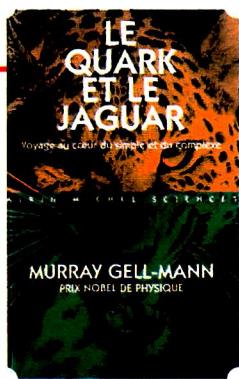
### Baroudeur sans attaches ▲

Robuste et étanche, le caméscope H80 d'Hitachi est au format Hi-8. Sa coque, d'une épaisseur de 4 mm, lui permet de résister à une pression de 200 kg. Ses joints étanches lui assurent une protection efficace contre les agressions extérieures, pluie, projections d'eau de mer ou de sable, poussières (il n'est, toutefois, pas utilisable

en plongée sous-marine). Autre caractéristique remarquable : cet appareil est équipé d'un émetteur optique infrarouge qui permet de lire directement les enregistrements sur le téléviseur, sans aucun câble de liaison. L'Hitachi H80 comporte par ailleurs un capteur CCD de 570 000 pixels, un zoom 1,8/5-60 mm avec multiplicateur de tirage et de montage et un viseur électronique de 103 000 pixels. Prix : 9 990 F. F.B.

# MÉDIATHÈQUE

## LIVRES



### Du simple au complexe

*Murray Gell-Mann*

#### LE QUARK ET LE JAGUAR

Albin Michel Sciences,  
436 p., 150 F.

Quel rapport y a-t-il entre les lois fondamentales de la physique, qui gouvernent particules et forces élémentaires, et notre Univers ultra-complexe, avec les galaxies, la vie, la conscience, les civilisations ? C'est à cette question que répond Murray Gell-Mann, prix Nobel de physique – et non des moindres (si l'on ose dire). Le père des quarks, ces particules élémentaires constituant

toute matière, a encore bien d'autre scories à son arc : ornithologue distingué, parlant couramment une douzaine de langues vivantes et anciennes, il se passionne depuis sa plus tendre enfance pour l'archéologie, l'évolution biologique, la linguistique (entre

autres), et n'aime rien tant que parcourir les forêts tropicales en observant plantes et animaux. C'est lors d'une de ses promenades dans la jungle d'Amérique centrale, non loin de ruines mayas, qu'il prit soudain conscience que ses «deux mondes» – celui de la physique fondamentale et celui des animaux de la jungle et des temples antiques – avaient fini par se rencontrer. Lui vint alors le désir d'écrire ce livre, pour «esquisser les liens qui unissent le "simple", c'est-à-dire la physique fondamentale, et le complexe».

Vaste projet, à la mesure de la culture universelle du grand physicien et de son esprit de synthèse hors du commun, qui l'a conduit à découvrir qu'une poignée de quarks élémentaires forment une multitude de particules. Mais pas une once de mysticisme ou d'ésotérisme fumeux dans ce livre. Pas trace non plus, à l'inverse, de réductionnisme étroit : pour lui, l'Univers n'est pas la conséquence mécanique des lois de la physique des particules.

Et pourtant, nous révèle Gell-Mann, cette fameuse théorie unifiée des particules et des forces, les physiciens l'ont peut-être déjà trouvée : c'est la théorie des supercordes. Mais alors, si on a bien "la" loi fondamentale de l'Univers, détient-on pour autant l'explication de tout ? Est-ce la fin de la physique, voire de la science ?

«Pas du tout», répond Murray Gell-Mann. La théorie

des supercordes signifie peut-être la fin d'une branche de la physique. Et puis il y a tous les "accidents" historiques, qui sont les bifurcations de l'histoire arborescente de l'Univers, et nous ont donné les autres sciences. Ainsi, peu après le big bang, (...) se sont formés les noyaux [...] puis les atomes et [les] molécules, régis par la physique atomique et la chimie. Étant donné la chimie, et les accidents de la vie terrestre, on obtient la biologie, qui, elle-même, en fonction d'autres "accidents" et de la sélection naturelle, a produit les animaux et enfin l'espèce humaine. A chaque niveau, tous ces accidents, en conjugaison avec les lois fondamentales de la physique, font émerger de nouvelles lois qui appartiennent à ce niveau particulier.»

*Le Quark et le Jaguar* détaille ces mécanismes par lesquels s'engendrent d'elles-mêmes les structures complexes, bactéries, langues ou sociétés humaines. En chemin, Gell-Mann aborde tous les problèmes les plus cruciaux de la physique (compatibilité des lois quantiques et classiques, irréversibilité du temps, chaos...).

Un livre total, éclectique peut-être mais toujours rigoureux, qui toutefois demande quelques efforts pour aborder des sujets difficiles et suivre la pensée rapide et parfois assez abstraite du physicien.

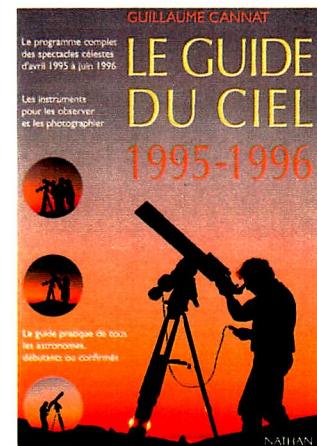
Hélène Guillemin

### Pour se perdre dans les étoiles

*Guillaume Cannat*

#### LE GUIDE DU CIEL 1995-1996

Nathan, 240 p., 126 F.



Un ouvrage qui prétend relever un défi, être le "guide pratique de tous les astronomes, débutants ou confirmés", et qui reste au milieu du gué. Pour tenir sa gageure, on sent que l'auteur a refait son plan dix fois en se rongeant les ongles. Comment faire un livre, surtout pour débutants, sans commencer précisément par le début ? Par exemple, l'ouvrage s'ouvre sur des considérations générales sur le lieu d'observation idéal, mais les instruments nécessaires à ladite observation se retrouvent à la fin ! Au milieu, un épheméride général mois par mois, agrémenté de précisions pédagogiques. On y apprend, pour avril 1995, que Pluton est une planète rigoureusement inobservable par un amateur, ce qui n'empêche pas l'auteur d'en parler encore pour juin 1996, pour d'ultimes conseils d'observation !



L. Bauer

L'ouvrage souffre aussi cruellement d'un manque de schémas explicatifs : hormis les cartes de l'éphéméride central, par ailleurs "classiques" et bien faites, pas un seul petit bout de dessin à se mettre sous la dent. Le pauvre débutant n'aura que quelques schémas, au chapitre "Notions de base" (page 152, il était temps !), sur les différents types d'instruments astronomiques, mais pas tous ! Ainsi, page 164, l'auteur pose la question : « Que penser des Dobson ? » Certes, mais si l'on n'a pas la moindre idée de ce à quoi ça peut ressembler... De même, la couverture annonce un chapitre sur la photographie astronomique, alors qu'il n'y en a pas un traître mot sur 240 pages.

Enfin, arrivé à la page 239, le malheureux débutant n'aura aucune idée de ce qu'est le système solaire, ne saura pas à quoi ressemblent Jupiter ou Saturne, un cratère lunaire ou une galaxie, ou bien un amas d'étoiles : il n'y a pas une seule photo dans ce livre !

Gilles Moine

## Des cétacés et des hommes

François de Beaulieu, avec la collaboration d'Eric Hussenot et Vincent Ridoux  
**MAMMIFÈRES MARINS DE NOS CÔTES**

Chasse-Marée ArMe, 135 p., 195 F.

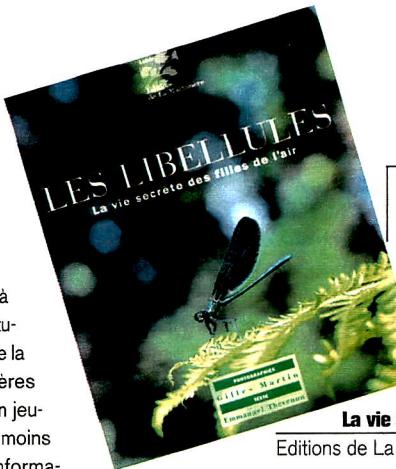
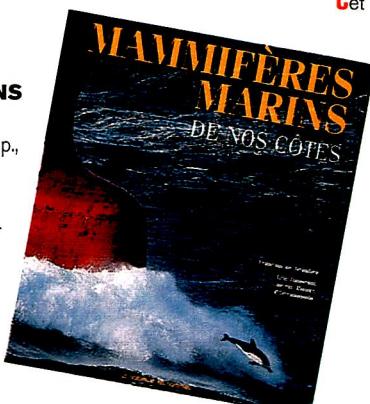
Faute de pouvoir l'approcher, la baleine a été pendant longtemps un objet de légendes, de fascinations et de rêves. Ce n'est

que dans les années soixante-dix que les scientifiques ont commencé à s'intéresser de plus près à cette merveille de la nature. Aujourd'hui, bien que la science des mammifères marins soit encore bien jeune, elle n'en reste pas moins l'une des sources d'informations scientifiques les plus précieuses sur les us et coutumes de nos frères marins.

Ce livre apporte des précisions inédites sur les cétacés. Ainsi, le mythe étonnant du béluga dans la baie de Douarnenez : lors des fabuleuses pêches à la sardine du début du siècle, le béluga faisait de tels dégâts que les pêcheurs l'identifiaient à un être maléfique. Ces frayeurs vont alimenter l'histoire de la pêche bretonne pendant plus de vingt ans. L'armée affectera même un torpilleur dans la baie de Douarnenez pour combattre l'inoffensif mammifère, qui avait le défaut de trop aimer les sardines ! Le torpilleur a laissé place aux chalutiers, bourrés de scientifiques aux yeux rivés sur les nageoires des bélugas.

Ce livre complet explore dans ses dernières pages l'évolution scientifique de la protection des cétacés.

Didier Dubrana



## Dix ans à l'affût dans les étangs

Gilles Martin et Emmanuel Thévenon

### LES LIBELLULES

*La vie secrète des filles de l'air*

Editions de La Martinière, 128 p., 250 F.

Une photo, p. 117, est en elle-même tout un programme : Gilles Martin, jusqu'au cou dans l'eau d'un étang, tenant son appareil photographique à bout de bras et affublé d'un casque muni d'antennes porteuses de flashes qui lui donne l'air d'un extraterrestre aquatique. Qu'il a dû lui en falloir, de la patience et de la passion, pour capter tous les instants de la vie de ces étonnantes insectes que sont les libellules !

Le résultat est proprement fascinant. Les photos sont d'une beauté époustouflante, et elles illustrent avec un luxe de détails incomparable chaque aspect de ces insectes. Il faut dire que Gilles Martin a passé dix ans à hanter marais et étangs pour réaliser cet extraordinaire reportage.

Mais, si la priorité est donnée à l'image, le texte n'est pas en reste. Il décrit avec une précision et une exhaustivité remarquables chaque aspect de la vie et de la mort des libellules. Un livre indispensable aux amoureux des insectes, de la photographie – animalière en particulier –, et des beautés de la nature en général.

Thierry Pilorge

## Les passe-frontières de la science

Charles Halary

### LES EXILÉS DU SAVOIR

L'Harmattan, 300 p., 160 F.

Cet ouvrage touffu, d'un chercheur de l'université de Québec, suit les courants migratoires des quatre millions d'individus qui se livrent à des activités de recherche et de développement dans le monde, et ceux des étudiants qui s'y préparent. On comprend comment l'Amérique du

Nord, en accueillant depuis plus d'un demi-siècle les savants européens, puis asiatiques, est devenue le cœur du système scientifique mondial, attirant un nombre croissant d'étudiants étrangers (26 000 en 1950, 400 000 en 1990). Il y a à prendre et à laisser dans ce livre, dont les données statistiques suffisent pour fournir matière à réflexion.

Alexandre Dorozynski

**36 15**  
SCV

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

## Quand passent les cigognes

Gérard Jadoul

### LA CIGOGNE NOIRE

Editions du Perron, 127 p., 237 F.

Chassée au début du siècle, la cigogne noire avait pratiquement disparu de l'Europe de l'Ouest. Si sa destruction systématique est en grande partie responsable de sa disparition, elle est de plus extrêmement farouche, et le simple passage d'un être humain sous un nid lors de la période d'incubation provoque souvent l'abandon de la couvée. Cela explique l'attriance de la cigogne noire pour les massifs forestiers, loin des regards indiscrets.

Depuis une vingtaine d'années, l'espèce se réinstalle timidement en France : on dénombre aujourd'hui une tren-

taine de couples. De la Lorraine à la Bourgogne, plusieurs régions devront dorénavant respecter la méfiance des cigognes noires.

Cet ouvrage agrémenté de splendides photos permet de redécouvrir ce superbe oiseau, d'une envergure de près de deux mètres, et donne des conseils pour protéger efficacement cette merveille farouche.

D.D.

## Pour dompter les puces et autres démons

Marco Wolf

### COMMENT APPRIVOISER SON ORDINATEUR SANS LE TRAUMATISER

La Découverte, 155 p., 85 F.

L'informatique vous attire, mais sa "jungle" vous eff-

Marco Wolf  
**Comment apprivoiser son ordinateur sans le traumatiser**



LA DÉCOUVERTE

fraie. Par l'intermédiaire de cet ouvrage, vivez le parcours du combattant qu'a dû emprunter l'auteur lorsque, comme tant d'autres, il a décidé de se lancer dans ce domaine.

Bien qu'écrit avec un style plein d'humour et de gaieté, parfois caricatural, ce livre aborde des notions extrêmement sérieuses. De la mise en route de l'ordinateur aux "bugs" des systèmes d'exploitation les plus célèbres, en

passant par les écueils de la conception d'un logiciel, tout est passé en revue.

La baisse du prix des machines ne devient-elle pas synonyme de joie de se ruiner en croyant faire des économies ? Comme bien de "versions optimisées"

(et coûteuses) le dernier "superlogiciel" cache-t-il ? Peut-on encore supporter de vivre sans accéder aux "auto-routes de l'information" ? Autant de questions auxquelles vous trouverez une réponse... à méditer.

Henri-Pierre Penel

## Au fil de la TSF

Antoine Sabbagh

### LA RADIO

Rendez-vous sur les ondes

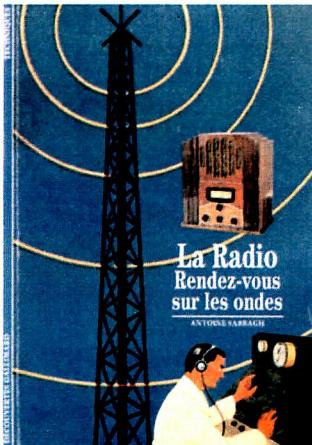
Gallimard Techniques, 130 p., 72 F.

Qui a inventé la radio ? Hertz, Branly, Lodge, Popov ou Marconi ? Les quatre premiers, tous scientifiques, expérimentent la télégraphie sans fil. Marconi, un génial bricoleur de 20 ans, réalise un dispositif capable d'émettre et de recevoir des ondes... C'est le coup d'envoi de la radio, qui suscite rapidement l'intérêt des compagnies de navigation, des militaires et d'un premier public amateur d'innovations. «La TSF nous transporte en plein dans l'inédit, sinon dans l'inconnu, sur les marges même du surnaturel», écrit-on.

Alors que Marconi ne voyait encore dans la TSF qu'un complément du télégraphe, l'inventeur Lee de Forest, qui rajoute une troisième électrode au récepteur, prévoit déjà ce que sera la radio : «Un jour, l'opéra pourra être apporté dans chaque maison. Un jour, les nouvelles et même la publicité seront envoyées par le téléphone sans fil.» Il ne pensait pas si bien dire, puisque, après l'engouement des "pirates" américains qui émettent des résultats sportifs ou des cours d'espéranto, la voix cède peu à peu à la musique, la radio devient un instrument de communication mondiale, et le public d'auditeurs ne cesse de s'accroître.

Antoine Sabbagh, journaliste et professeur d'histoire, re-

trace dans ce livre l'histoire des ondes radiophoniques, du télégraphe à la guerre du Golfe, en passant par le fameux canular sur le débarquement d'extraterrestres d'Orson Welles, l'appel du 18 juin, "Salut les copains" et mai 68. *Marie-Sophie Germain*



## Mes premières expériences cosmiques

*Heather Couper et Nigel Henbest*

### L'UNIVERS

Seuil, 160 p., 149 F.

Qui a dit que l'astronomie est une activité nocturne à pratiquer en plein air ? Ce livre démontre le contraire : il propose de plonger dans l'Univers tout en restant dans sa chambre, sans contraintes horaires. On l'aura compris, il s'agit d'un ouvrage destiné à un jeune public désireux de comprendre et "d'expérimenter" les merveilles du ciel.

Son auteur a compilé plus d'une cinquantaine d'expériences à vocation pédagogique et ludique : prouver que la Terre est ronde, construire un cadran solaire, peser la Terre et la Lune, provoquer une éclipse,

faire tourner toutes les planètes autour du Soleil, construire un volcan martien, faire surgir la vie dans un bocal, etc. Toutes les expériences, très bien expliquées et illustrées (à quelques exemples – irréalisables – près), sont réalisables avec un minimum de matériel. Des encadrés scientifiques complètent les connaissances. Bref, un livre unique en son genre qui devrait ravir les enfants et les... parents. J.-PR.



## Quoi de neuf, docteur ?

*Hubert Reeves*

### DERNIÈRES NOUVELLES DU COSMOS

Seuil, 238 p., 120 F.

L'auteur a bien raison, le cosmos est loin d'être un havre de paix : son image est changeante, trouble, paradoxalement aussi. Le big bang, aujourd'hui, fait figure de dogme scientifique, à la manière de la "sphère des fixes" au Moyen Age. Or, les problèmes ne manquent pas, les contestataires donnent de la voix. Ces *Dernières Nouvelles du cosmos* sont donc une mise au point. Qu'y a-t-il derrière le terme de big bang ? Qu'est-ce qui est, ou n'est pas, scientifi-

quement établi ? A cette remise à jour de nos connaissances (croyances ?) cosmologiques, l'auteur s'emploie tout au long de l'ouvrage. Pour ce faire, Hubert Reeves a un peu délaissé son bâton de vulgarisateur pour la baguette du professeur : équations, schémas et diagrammes s'enchaînent... Pour initiés.

Jean-François Robredo

*Hubert Reeves*  
**Dernières nouvelles du cosmos**

Vers la première seconde

## De la synthèse des protéines à la thérapie génique

*Jacques Kruh*

### LA BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

PUF, "Que sais-je ?" 112 p., 40 F.

Concis et complet, selon la tradition de cette collection, ce petit livre est le bienvenu pour tous ceux qui veulent connaître le *b à ba* de la biologie moléculaire ou se tenir au courant de ses derniers progrès.

L'introduction nous apprend que cette discipline, relativement récente, est l'étude de la cellule et de l'organisme vivant. Progressivement, on

passe aux protéines, principaux constituants de la cellule et des êtres vivants, et à l'ADN, qui porte l'information génétique de ces protéines. Puis l'auteur explique comment les protéines sont synthétisées à partir du message génétique de l'ADN.

Ces notions de bases une fois acquises, on passe aux chapitres sur le cancer et sur les applications médicales de la biologie moléculaire comme la thérapie génique – survolant au passage des méthodes comme la technique de la PCR ou le clonage des gènes.

Tout cela est très intelligemment traité, dans un style clair et précis. Seul reproche : l'insuffisance des illustrations. Mais ce grief vaut pour l'ensemble des titres de la collection. Pierre Rossion



Olivier Sigena

## De notre envoyé spécial

Sous la direction de Luc Rosenzweig et Hugues Tertrais

### 50 ANS DE RELATIONS EST-OUEST LA GUERRE FROIDE 1944-1994

Le Monde Editions, coll. "L'histoire au jour le jour", 175 p., 140 F.

Elles sont encore dans toutes les mémoires, les images à la fois symboliques et historiques de ce 9 novembre 1989 qui vit la chute du mur de Berlin, entraînant la fin des blocs et la disparition du communisme soviétique, de l'Union soviétique elle-même et du pacte de Varsovie. En quelques mois, on assistait à l'effondrement d'un système qui avait mis plus de soixante-dix ans à se construire, et qui s'était érigé en substitut du capitalisme.

La confrontation entre ces deux systèmes avait atteint son apogée entre 1945 et 1990, au cours de cette période qu'il

a été convenu d'appeler la guerre froide. Jamais, avant cette époque, deux adversaires n'avaient accumulé autant d'armements (notamment de destruction massive). De formidables arsenaux nucléaires, forts de dix à quinze mille têtes portées par des missiles stratégiques ou tactiques, par des bombardiers, des navires ou des véhicules de tous les types, ont été constitués de part et d'autre du rideau de fer. Bien souvent, la tension entre les deux blocs fut telle que la guerre, pour beaucoup, apparut imminente, comme ce fut le cas lors de la crise de Cuba en 1962.

C'est cette période exceptionnelle de l'histoire qu'ont choisi de nous faire revivre les auteurs de cet ouvrage. Celui-ci se compose de chronologies et d'articles puisés dans

les archives du journal *le Monde*, auxquels sont adjoints des documents, des dessins et des cartes. Ces articles ont été écrits soit au moment même des faits qu'ils relatent soit en décalage par rapport à ceux-ci, bénéficiant alors du temps de la réflexion. Une synthèse d'autant plus intéressante qu'elle laisse apparaître clairement cinq grandes périodes, que l'on retrouve sous la forme de chapitres intitulés : "Fracture", "Dégel", "Coexistence", "Crispations" et "La fin des blocs".

Ce livre, travail collectif de rédacteurs et de documentalistes associés à des historiens, est un ouvrage de référence, à l'usage de tous ceux qui s'intéressent au monde dans lequel ils vivent et qui s'interrogent sur ce qui va succéder à la guerre froide.

Jacques Vilain

## VIDÉO

### Vidéo clip

Encyclopaedia Britannica

### DE LA TERRE À LA LUNE ET AU-DELÀ

Ciel et Espace Vidéo, 60 min, 149 F.

L'histoire de l'Univers (soit 15 milliards d'années) en moins d'une heure : l'entreprise mérité d'être saluée. On se doute cependant que certains raccourcis ont été empruntés.

Les auteurs de la cassette ont, en fait, dégagé six grands chapitres : la naissance de l'Univers, le Soleil, la Terre, la Lune, les étoiles filantes et la vie des étoiles. La logique de l'ensemble n'est pas évidente, et certaines explications ne sont que de lointaines évocations. Néanmoins, le choix iconographique et les grands phénomènes cosmiques sont bien choisis. A voir et à revoir.

J.-ER.

## CD-ROM

### Une offre qui n'en serait pas une

#### PRIVILÉGIE AXIS

Comprenant l'encyclopédie Axis d'Hachette en dix-huit volumes, un CD-Rom Axis, un lecteur de CD-Rom Apple CD 300 et un logiciel Claris Works 2.1, 18 478 F.

Axis est désormais accessible aux utilisateurs de Macintosh. La première encyclopédie sur CD-Rom française était jusqu'ici disponible sur PC. Cette deuxième version enrichie comprend 110 000 articles, 2 100 images, 333 cartes détaillées, 80 extraits sonores représentant 25 min de son, 35 animations sonorisées représentant plus de 1 h 30 d'animation, 20 clips vidéo, etc. Le résultat est assez séduisant, avec un choix de documents pertinents. Beaucoup proviennent des collections du Centre national de recherche pédagogique de l'Education nationale.

On aura plaisir à regarder Neil Armstrong marcher sur la Lune, à suivre le vol d'un rapace ou à zoomer sur la carte de l'Albanie. La fonction "hypertexte" offre la possibilité de passer d'un mot à un autre et d'accéder à des définitions complémentaires dans les fenêtres qui s'ouvrent sur l'écran.

L'éditeur propose cette version sous la forme d'une offre globale comprenant l'encyclopédie sur CD-Rom mais aussi sur papier, ainsi que le matériel informatique nécessaire. Bien qu'Axis sur disque ne contient que l'équivalent de six tomes sur les dix-huit de l'en-



cyclopédie, cette redondance a de quoi étonner. On peut aussi s'interroger sur le caractère promotionnel du Privilège Axis, dont le prix global n'est pas très éloigné de la somme des prix de chacun des articles. D'autant que la baisse prochaine des prix du matériel informatique ne se répercute pas sur cette offre. Tout porte à croire que, contrairement aux allégations de l'éditeur, Privilège Axis s'adresse plutôt à des centres de documentation. On voit mal en effet des particuliers n'ayant pas de micro-ordinateur puissant acheter pour 18 000 F de matériel, et les autres, investir une telle somme pour disposer d'une encyclopédie, si fantastique soit-elle... Isabelle Bourdial

## D'une planète à l'autre

### BEYOND EARTH PLANET

The Discovery Channel éditeur, NC distributeur, 250 F.

Le CD-Rom "Beyond Earth Planet" relate, en images, l'histoire de la Terre et des astres qui nous entourent. Il se divise en quatre modules.

Le premier, "The Planetary

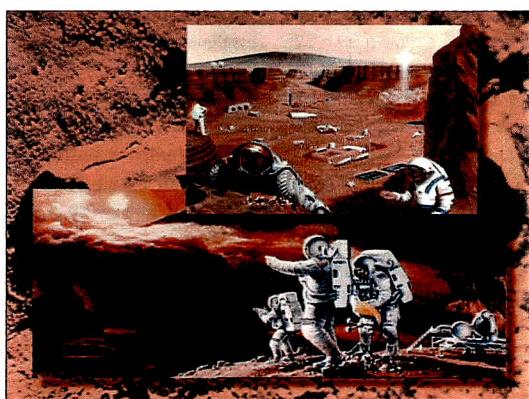
Theater", nous raconte la naissance des planètes, des étoiles, de la Terre et du Soleil. Le deuxième, "The Solar Gallery", passe en revue les différentes planètes qui composent notre système solaire. Il suffit de "cliquer" sur l'une d'entre elles pour aller lui rendre visite. Le CD-Rom décrit les comètes, les météores, les astéroïdes et propose également une explication à l'extinction des dinosaures.

Dans la partie "Space Experts", les Drs Buzz Aldrin, Kathryn Sullivan, Bruce Murray et Louis Friedman répondent, en vidéo, à toute une série de questions prédefinies comme : «La vie existe-t-elle quelque part, ailleurs dans l'Univers ?», ou «A quoi va servir une station orbitale ?».

La dernière partie, "Mission to Mars", nous projette dans le futur, puisqu'elle présente les divers plans envisagés pour la conquête de la planète rouge. Les différentes phases, de l'exploration à l'installation d'une base martienne fixe, sont illustrées par un grand nombre de vues d'artiste, de dessins et d'images de synthèse.

Olivier Cadou

► Configuration requise :  
PC MPC.



## Suivez le guide !

### MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS, L'ALBUM

Musée des arts et métiers, CNAM, Productions La Forêt éditeurs, Milledis distributeur, 350 F.

Ce CD-Rom vous entraîne à la découverte des sept collections du célèbre musée. Cliquez une fois, et le voyage commence... Un chariot animé se déplace à l'intérieur du musée et fait découvrir l'instrumentation scientifique, les matériaux, la construction, la communication, l'énergie, la mécanique et les transports. La loupe permet de pénétrer dans le secret des mécanismes des machines. On peut aussi accéder aux fiches descriptives des objets, aux séquences vidéo ou sonores qui les accompagnent ou encore à des diaporamas.

Le CD-Rom contient également un dictionnaire des objets, des hommes et des termes techniques, ainsi qu'un ensemble de fonctions de recherche permettant de sélectionner des objets en fonction de leur époque, de leur inventeur ou encore de leur domaine d'utilisation.

O.C.

► Configuration requise : PC ou Mac, 8 Mo de RAM.

## Sur les traces des grands explorateurs

### LES DÉCOUVREURS

Edusoft éditeur et distributeur, 490 F.

Ce CD-Rom s'articule autour du film de Mac Gillivray (produit par la Géode et le Science Center de San Diego) sur les grandes explorations, des découvertes de Magellan dans les mers du Sud à l'envoi de la sonde du même nom pour cartographier la surface de Vénus, en passant par l'étude des aurores boréales, des

éclipses ou des dauphins...

L'utilisateur peut interrompre à tout moment le film, se plonger directement dans la partie correspondante de l'encyclopédie et accéder aux principales découvertes. Le CD-Rom intègre également plusieurs séquences de jeux (les fausses découvertes, reconnaître les grands "découvreurs" ou réaliser des expériences). Si l'intérêt du contenu de ce CD-Rom s'avère indéniable, l'enchaînement confus des diverses découvertes peut perturber l'utilisateur.

O.C.

► Configuration requise :  
PC, 4 Mo de RAM.

# AGENDA

## Expositions

- MUSÉE DES PAYS DE SEINE-ET-MARNE.** Ce nouveau musée, ouvert au public depuis le 27 mai, a une vocation ethnographique : il s'intéresse aux Briards, Franciliens, banlieusards, ruraux, néoruraux et Seine-et-Marnais. 17 avenue de La-Ferté-sous-Jouarre, 77750 Saint-Cyr-sur-Morin. Tél. : (1) 60 24 46 00.



- LE MAÏS, TOUT UN MONDE DE SAVOIR.** Une exposition sur le maïs, son histoire, sa culture, ses utilisations... Jusqu'au 30 juin, à l'Orangerie, parc de la Tête-d'Or, 69006 Lyon. Tél. : (16) 72 82 35 02

- A LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS – BICENTENAIRE DE LA MORT DE LAVOISIER.** Deux expositions jusqu'au 30 septembre, à l'institut Lavoisier, 14 rue Louis-Braille, 79200 Parthenay. Tél. : (16) 49 94 10 16.

- L'ARCHÉOLOGIE SOUS LES MERS.** Techniques et recherches, histoire, évolution des technologies et résultats d'un demi-siècle de fouilles archéologiques sous-marines. Jusqu'au 31 juillet, au Centre de la mer et des eaux, 195 rue Saint-Jacques, 75005 Paris.



Tél. : (1) 46 33 08 61.

- LES TÉLÉCARTEES.** Vendues à des milliers d'exemplaires, elles fêtent leur quinze années d'existence. Jusqu'au 31 août, au musée de la Poste et des Techniques de communication, 52 rue Saint-Pierre, 14000 Caen. Tél. : (16) 31 50 12 20.

- HOUILE D'OLIVE, HOUILE DES DIEUX.** De l'or liquide, disait Homère... Exposition, conférences, dégustations. Jusqu'au 10 août, au musée d'Istres, place du Puits-Neuf, 13800 Istres. Tél. : (16) 42 55 50 08.

- LA COMÉDIE BIOLOGIQUE.** L'art de se camoufler, d'imiter ou de faire peur chez les insectes. Jusqu'au 30 septembre, au Muséum d'histoire naturelle, 3 rue du Président-Merville, 37000 Tours. Tél. : (16) 47 64 13 31.

- TOUS PARENTS, TOUS DIFFÉRENTS.** Pour comprendre la génétique des populations. Jusqu'au 30 juin, au Centre culturel scientifique et technique, place de la Gare, 57100 Thionville. Tél. : (16) 82 51 13 26.

- PLANTES SOUS LE VENT.** Connaître les bienfaits des plantes et suivre l'évolution de la chimie végétale du XVIII<sup>e</sup> siècle à nos jours. Jusqu'au 31 août, au Centre international de la mer, Corderie royale, 17303 Rochefort-sur-Mer. Tél. : (16) 46 87 01 90.

## Colloques & conférences

- L'ART SOLUTRÉEN ET LES NOUVELLES DÉCOUVERTES,** par D. Vialou et B. Delluc. Le 14 juin à 18 h 30, au musée de l'Homme, 17 place du Trocadéro, 75116 Paris.

- CHINGUETTI, MÉMOIRE VIVE DU DÉSERT,** cycle "Déserts chauds", par M. Carrière. Le 14 juin à 18 h 30, au Palais de la découverte, avenue Franklin-Roosevelt, 75008 Paris.

- SÉANCES PUBLIQUES DE L'INSTITUT DE FRANCE.**

- La végétation terrestre régule-t-elle le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère ?** par B. Saugier, le 12 juin.

- Chimie à deux dimensions. De la science des matériaux à la catalyse hétérogène,** par J. Oudar, le 19 juin.

- La migration des fluides et les réactions chimiques dans les bassins sédimentaires,** par C. Bethke, le 26 juin.

- Les fractales : pourquoi en existe-t-il dans la nature ?** par B. Mandelbrot, le 26 juin.

- Grande salle des séances, 23 quai de Conti, 75006 Paris, à 15 h.

statique au Palais de la découverte ; habiter une tour de 4 000 m, le 1<sup>er</sup> juin.

- Comment accélérer son bronzage ; la vie au fond des océans,** le 5 juin.

- Les avions "paquebots" russes ;**



## Radio

- France Culture**

- LA SCIENCE ET LES HOMMES,** de 9 h 05 à 10 h 30.

- Les impossibles de la programmation informatique,** par E. Noël et P. Boulanger, le 7 juin.

- Relativisme dans l'histoire des sciences,** par S. Deligeorges, le 14 juin.

- Les médicaments de l'âme,** par A. Castiel, le 21 juin.

- LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES,** de 19 h 30 à 20 h.

- La raison des émotions,** par M.-O. Monchicourt, du 5 au 8 juin.

- Mécanismes mentaux et mécanismes sociaux,** par M. Cazenave, du 12 au 15 juin.

- Questions d'autisme,** par C. Hamsy, du 19 au 22 juin.

- Histoire de la chirurgie esthétique,** par C. Bourgine, du 26 au 29 juin.

- ARCHIPEL MÉDECINE,** de 20 h 30 à 21 h 30.

- De la maîtrise du trac et autres timidités,** le 6 juin.

- La santé loin de chez soi,** le 20 juin.

- GRAND ANGLE,** de 11 h à 12 h.

- Les adultes autistes,** par F. Estèbe, le 17 juin.

# 1995 sera l'année de la connaissance

## Laurent Q. vient de découvrir qu'en investissant seulement 18,33 francs par mois, il devenait instantanément plus cultivé que Guy L. qui n'est pas encore abonné à Science et Vie.



A votre avis, qui est le plus malin ?



**SCIENCE & VIE**

**NON !**  
L'intelligence n'est pas héréditaire

■ EXCLUSIF  
La "volvuline" remplace la télé

■ Et si les trous noirs n'existaient pas ?

ENQUÈTE  
Pourquoi le jeu collectif est plus cher

## Bulletin d'abonnement

à retourner sous pli affranchi avec votre règlement à  
**SCIENCE & VIE 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris Cedex 15**

**Oui** je m'abonne dès aujourd'hui  
à **Science & Vie** et je choisis  
la formule suivante :

**1 an couplé**  
**12 numéros + 4 Hors Série :**  
**295 francs seulement** au lieu de 376 francs\*

**1 an simple**  
**12 numéros :**  
**220 francs seulement** au lieu de 276 francs\*  
Cochez SVP

Vous êtes né(e) en 19

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

**Je choisis de régler par :**

chèque bancaire ou postal à l'ordre de **SCIENCE & VIE**

carte bancaire

N°

expire à fin  mois  année

Date et signature obligatoires

OFFRES VALABLES JUSQU'À FIN 1995 ET RÉSERVÉES  
À LA FRANCE MÉTROPOLITAINE.

ETRANGER NOUS CONSULTER, TÉL. (33-1) 46 48 48 48

**Vous pouvez aussi vous abonner par**

**Minitel en tapant 3615 ABON**

Conformément à la loi informatique et libertés du 06/01/1995, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pourrez être amené à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. 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.

RC PARIS B 572 134 773

SV 933

# Compter l'électricité

*Invisible, impalpable et immatérielle, l'électricité n'en reste pas moins une denrée commerciale dont le poids sur le budget familial se lit directement au compteur. C'est que, tout évanescante qu'elle soit, l'électricité reste un transfert d'énergie qui se mesure très facilement.*

**U**ne pile s'use, une batterie tombe à plat, et il n'y a que le courant du secteur qui semble inépuisable. En réalité, bien sûr, c'est l'eau des barrages ou l'uranium des centrales qui fait le travail, et un barrage peut très bien se retrouver à sec ; quant à l'uranium, s'il est insensible à l'abondance des pluies, il reste dépendant des relations internationales et pourrait manquer en cas de conflit mondial. Il n'y a que le Soleil qui soit, à notre échelle de temps, vraiment inépuisable.

Pour avoir du courant, il faut se donner du mal ; la première manifestation connue de l'électricité, à part les éclairs des orages, a été l'électricité statique, celle qui attire les cheveux vers le peigne ou qui fait coller les feuilles de plastique mince sur la manche de chemise. Mais ce type de charge électrique est pratiquement toujours obtenu par frottement : c'est ainsi que, en frottant un bâton isolant sur un tissu de lainage ou sur un chat, on l'électrise.

Mais qui dit frottement dit effort à vaincre, donc travail à fournir. La charge n'est que la transformation en électricité de la force déployée ; ajoutons, pour être juste, que le rendement de cette transformation est très faible : la majeure partie de l'énergie dépensée se retrouve sous forme de chaleur. Quand les charges ainsi créées peuvent circuler à travers des conducteurs, il y a courant électrique au sens où on l'entend habituellement.

Mais, du moment où ces charges peuvent s'écouler librement, il faut les renouveler constamment pour entretenir le courant, ce qui suppose de poursuivre le travail qui leur a donné naissance. Or, tout travail se paie, même s'il est fourni par une chute d'eau ou par la désintégration de l'uranium, et il faut donc pouvoir mesurer le courant qui a servi à l'utilisateur pour s'éclairer ou faire cuire son dîner.

Ce courant, on le sait, est évalué en fonction de deux paramètres : la différence de potentiel, ou tension, qui s'exprime en volts, et l'intensité qui circule, mesurée en ampères. Si l'on voulait faire une comparaison entre le courant électrique et le débit d'une chute d'eau, on pourrait dire que la tension est la hauteur de la chute, et l'intensité, le volume du flux qui tombe sans cesse. Il est clair que l'énergie, en ce cas, dépend de la hauteur de la chute (plus elle est haute, plus l'eau tombe vite) et de sa largeur (plus elle est large, plus le volume d'eau qui descend est grand).

## LE COMPTEUR ÉLECTRIQUE : UN MONTAGE IMAGINÉ EN...

1880 !

Le produit des deux – le volume qui tombe multiplié par sa vitesse – exprime, d'une certaine manière, l'énergie fournie par la chute. De même, en électricité, le produit de la tension par l'intensité donne l'énergie du courant, c'est-à-dire le travail qu'il peut fournir. Ce travail se mesure habituellement en kWh, et ce

sont eux qui apparaissent sur la facture de l'EDF.

Pour mesurer le courant qui est passé chez l'utilisateur, on va avoir recours aux mêmes phénomènes que ceux qui lui ont donné naissance, à savoir les processus d'induction électromagnétique. L'électricité statique, nous l'avons vu, est générée par frottement, à partir de quoi on peut ensuite l'obtenir par influence, mais, de toute manière, il faut fournir du travail pour vaincre les forces d'attraction ou de répulsion entre charges négatives et positives.

Il existe des machines électrostatiques susceptibles de fournir des tensions appréciables, mais leur débit est irrégulier et capricieux. Par chance, on découvrit très tôt qu'un courant circulant dans un conducteur engendre un champ magnétique identique à celui fourni par un aimant, et, réciproquement, qu'un courant prenait naissance dans tout conducteur déplacé dans un champ magnétique. Donc, en faisant tourner un bobinage devant un aimant, on a une source de courant : on en a tiré les dynamos et les alternateurs.

Inversement, en envoyant de manière alternée le courant dans ce bobinage placé entre les pôles d'un aimant, on a un moteur, car les forces d'attraction ou de répulsion magnétiques attirent ou repoussent la bobine et la font tourner. On peut même se passer de l'aimant en faisant jouer les deux processus – création d'un champ par un courant qui est un déplacement de charges,

et création d'un courant par un mouvement ou une variation (ce qui revient au même) de champ magnétique.

Regardons de plus près ces deux phénomènes. Le premier est le champ magnétique engendré par un courant : dès qu'un conducteur est parcouru par un courant, il est le siège d'un champ magnétique, qui ferait comme une gaine immatérielle tournant autour de lui – les sens de rotation étant fonction du sens dans lequel va le courant. En faisant une boucle avec ce conducteur, on a l'équivalent d'un aimant permanent, le sens de rotation du champ autour du fil donnant la direction nord-sud ou sud-nord du champ résultant.

Si maintenant, second processus, on approche ou éloigne un aimant d'un conducteur quelconque, on va voir un courant se mettre à circuler tant qu'il y a mouvement de l'aimant par rapport à ce conducteur ; mais le courant cesse dès que l'un des deux est immobile par rapport à l'autre. Ce qui engendre le courant, c'est la variation de champ : quand on approche l'aimant, le champ augmente car il est plus intense près de l'aimant que loin – c'est pour cette raison que le même aimant n'atteint pas une pièce de 1 F à dix mètres, mais la déplace facilement à quelques millimètres.

Quand on éloigne l'aimant, il y a encore variation de champ, mais en sens inverse : le champ cette fois diminue et le sourant change de sens. Si on met l'aimant sur un axe et qu'on le fait



Collection Violet



Photothèque EDF

## Un coup d'œil suffit...

... pour lire, dans la petite fenêtre, la valeur de votre consommation électrique. Mais savez-vous exactement ce qui se passe à l'intérieur de la boîte ?

tourner devant la bobine, le courant va aller dans un sens quand un pôle se rapproche, puis dans l'autre quand ce pôle va s'éloigner en poursuivant sa rotation. Mais c'est alors le pôle opposé qui va se présenter en approche, et le courant circule encore dans ce sens avant de changer quand ce pôle opposé va s'éloigner.

Au total, on a créé un courant qui change de sens à chaque demi-tour, autrement dit un

courant alternatif. Là où les choses deviennent tout à fait intéressantes, c'est quand on envoie ce courant alternatif dans une boucle sur laquelle on a posé une feuille de papier isolant, puis un anneau conducteur. Le courant alternatif est un courant qui change de sens périodiquement (50 fois par seconde pour le courant domestique), en s'annulant entre chaque changement.

Cela veut dire que sa tension croît, passe par un maximum, décroît, s'annule, croît en sens contraire, et ainsi de suite. Le champ magnétique engendré par ce courant suit les mêmes variations, et l'anneau posé sur la

► boucle est donc traversé en permanence par un champ variable : de ce fait, un courant prend naissance dans cet anneau, et engendre à son tour un champ magnétique. Mais, comme l'avait découvert le physicien lituanien H. Lenz en 1834, le sens de ce champ est opposé à celui de la boucle, et une force de répulsion s'exerce entre les deux.

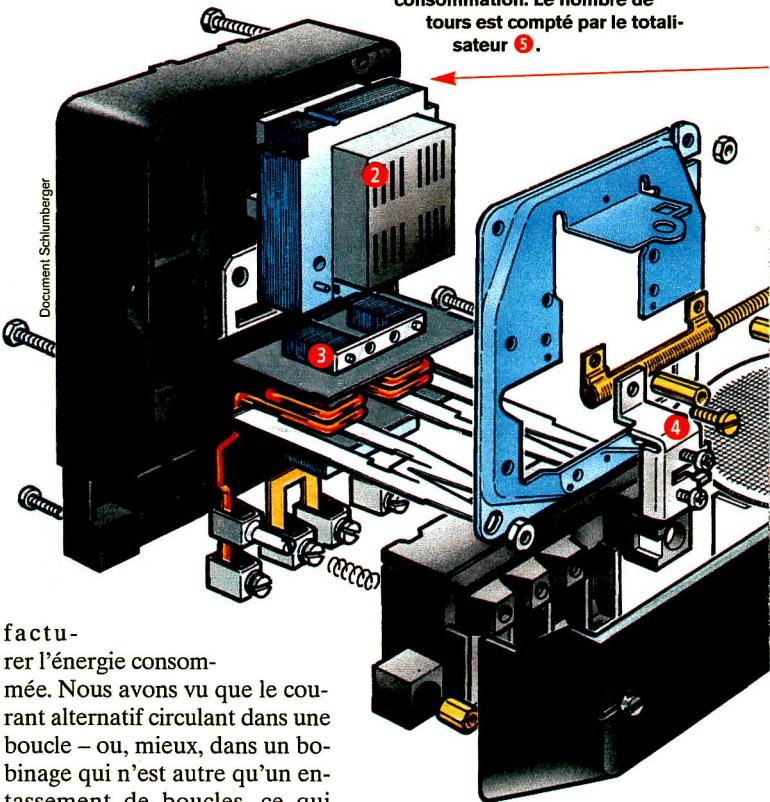
Comme le même phénomène se reproduit à chaque alternance, l'anneau est repoussé par la boucle ; l'expérience est d'ailleurs très facile à réaliser. On pourrait remplacer l'anneau par un disque métallique plein qui montrerait les mêmes effets puisque le courant induit y circulerait en rond comme dans l'anneau. En fait, il y a un effet de rétroaction permanent entre le courant primaire, celui qu'on envoie dans un conducteur et qui peut être considéré comme la cause première, le champ qu'il engendre, le courant secondaire induit par ce champ et le champ secondaire produit par ce courant.

Cette rétroaction affecte même la boucle primaire prise isolément ; le champ variable engendré par le courant alternatif qui y circule agit non seulement sur tout autre conducteur placé à proximité, mais aussi sur cette boucle elle-même : ce champ y donne naissance à un courant de sens contraire et qui s'oppose donc à la circulation du courant primaire. Notons que si cette opposition entre courants et champs n'existe pas, un courant alternatif pourrait donner naissance à des tas d'autres courants sans que nous ayons bouscisé à délier — ce qui serait contraire, non seulement à l'économie de marché, mais au principe fondamental de la thermodynamique.

Il est donc logique que cette rétroaction soit à la base du compteur électrique, qui permet de

## Combien de kilowatts ?

Le compteur électrique n'est qu'un moteur simplifié qui compte les kilowatts. Son rotor est un disque d'aluminium ① monté entre deux électro-aimants ② et ③. Un aimant permanent ④ ajuste la vitesse de rotation en fonction de la consommation. Le nombre de tours est compté par le totalisateur ⑤.



### factu-

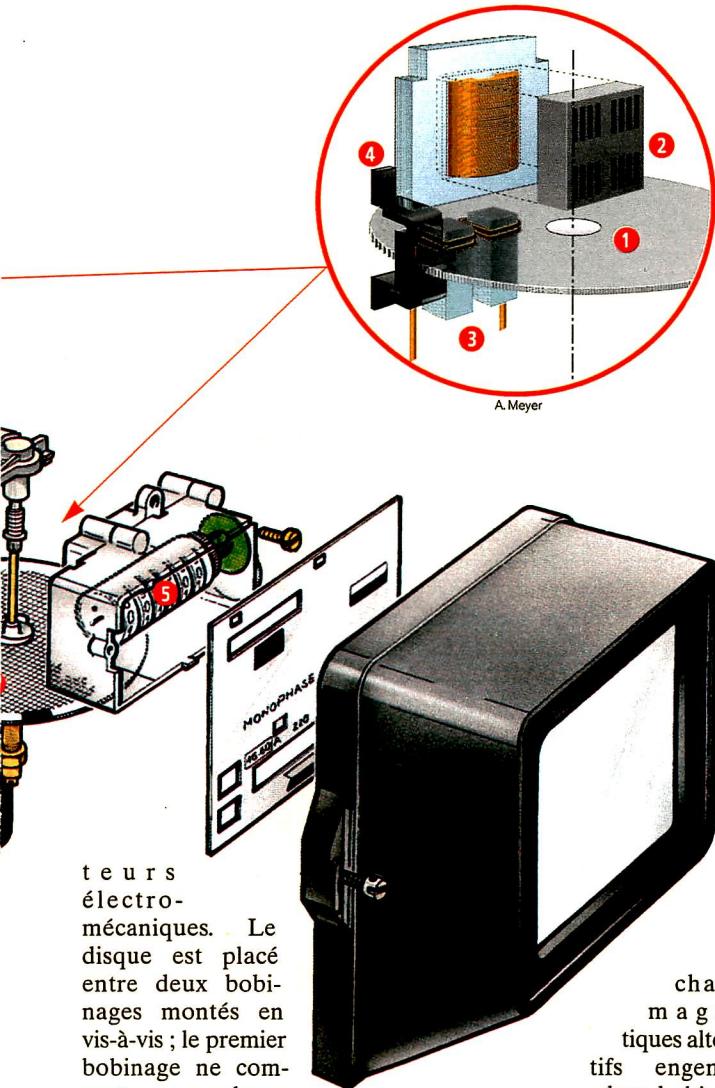
rer l'énergie consommée. Nous avons vu que le courant alternatif circulant dans une boucle — ou, mieux, dans un bobinage qui n'est autre qu'un empilement de boucles, ce qui multiplie les effets produits — repousse un disque conducteur placé à proximité. Si ce disque est fixé sur un axe placé à côté de la bobine, il ne peut plus s'en écarter en bloc ; en revanche, la zone placée au-dessus de la bobine est repoussée de côté, et le disque se met à tourner.

Le compteur électrique est justement basé sur cet effet. Sans entrer dans le détail de la théorie, disons déjà que les forces mises en jeu dans ces processus électromagnétiques dépendent essentiellement de l'intensité qui circule dans le circuit. En particulier, la rotation du disque décrit plus haut est fonction de l'intensité dans le bobinage. Or, la puissance électrique utilisée, nous

l'avons vu plus haut, est le produit de cette intensité par la tension.

Il fallait donc trouver un montage tel que le nombre de tours faits en une seconde par le disque soit proportionnel au produit  $Vi$ ,  $V$  étant la tension et  $i$  l'intensité — pour être parfaitement juste, il faut tenir compte en alternatif du décalage  $\beta$  qui peut exister entre tension et intensité, la puissance  $P$  étant donnée par  $Vicos\beta$ . Le facteur  $cos\beta$  étant très voisin de 1 en installation domestique, nous le négligeons ici.

C'est l'Italien Ferraris qui, vers 1880, trouva le montage qui est toujours en service sur les comp-



teurs électromécaniques. Le disque est placé entre deux bobinages montés en vis-à-vis ; le premier bobinage ne comporte que quelques tours de gros fil et n'introduit pratiquement pas de résistance sur le circuit allant du fournisseur au consommateur. L'intensité qui y circule est donc celle qui passe chez ce consommateur. Le second bobinage, au contraire, est fait de milliers de tours d'un fil très fin, et il est monté en parallèle entre les deux fils d'arrivée du courant.

Sa résistance  $R$  est très grande, et l'intensité  $i'$  qui y circule est liée à la tension  $V$  par la classique formule  $V = Ri'$ . Ce second bobinage est donc essentiellement sensible à la tension. La composition des deux

champs magnétiques alternatifs engendrés par ces deux bobinages met alors le disque en rotation, mais avec un couple qui est proportionnel au produit de la tension par l'intensité.

Reste maintenant à lui opposer un couple résistant, faute de quoi le disque se comportera comme un moteur qu'on fait tourner à vide : il va prendre une vitesse de rotation très élevée et qui restera à peu près constante quelle que soit la puissance qui traversera le compteur. On va encore faire appel aux courants induits en mettant tout simplement un gros aimant permanent en fer à cheval dont les deux pôles chevauchent le disque.

Dès que celui-ci tourne, la partie qui se trouve entre ces deux pôles va jouer le rôle de conducteur mobile dans un champ magnétique. Un courant va donc circuler dans cette zone conductrice, engendrant à son tour un champ opposé à celui de l'aimant. Plus le disque tourne vite, plus le champ induit augmente, et plus la répulsion magnétique est forte.

En définitive, on a un couple moteur proportionnel à la puissance, et un couple résistant proportionnel à la vitesse : celle-ci s'équilibre à une valeur qui est directement fonction de la puissance qui traverse le compteur, donc de ce que consomme l'utilisateur. Tous les compteurs comportent d'ailleurs une fenêtre étroite par laquelle on voit la tranche d'un disque d'aluminium ; celle-ci est dentelée pour qu'on puisse juger d'un seul coup d'œil si le disque tourne vite ou lentement, donc si on est en train de faire monter la facture à toute allure ou tout doucement.

Ajoutons que ce type de compteur, répandu à des millions d'exemplaires et que tout le monde connaît, va être peu à peu remplacé par des compteurs électroniques, soit à effet Hall (influence d'un champ magnétique sur un courant), soit à échantillonnage numérique : des circuits intégrés mesurent des milliers de fois par seconde tension et intensité, font le produit de l'un par l'autre et intègrent le tout par rapport au temps. Mais, pour que l'usager puisse quand même contrôler ce qu'il consomme à un moment donné, une diode clignotant plus ou moins rapidement remplacera les dents qu'on voit défiler plus ou moins vite. ■

**LE MOIS PROCHAIN :**  
**Le disque laser**

# **Un simulateur de présence pour téléphone**

**L**e téléphone est souvent utilisé par les cambrioleurs pour savoir qu'une maison est vide. En général, le simple fait de décrocher suffit à les convaincre que l'habitation n'est pas déserte. Le montage que nous vous proposons de réaliser assure donc cette fonction. Dès que la sonnerie retentit, il "décroche" puis, quelques secondes, après libère la ligne en raccrochant. Cela dit, passons à l'étude de ce montage.

En premier lieu, observons les signaux que nous fournit France Télécom et comment le montage doit leur "répondre" pour simuler la prise de ligne. Lorsque le téléphone est raccroché, une tension continue est présente sur la ligne. Sa tension est de l'ordre d'une quarantaine de volts. Pour faire retentir la sonnerie, une tension alternative à 50 Hz d'environ 100 volts est envoyée.

De son côté, le combiné, lorsqu'il est raccroché, ne doit pas laisser

passer le continu et doit présenter une impédance de 1 000 Ohms. Pour signaler la prise de ligne – le fait de décrocher –, cette impédance se transforme en une résistance de 700 Ohms. Il laisse donc, dans ce cas, passer le continu. C'est ce qui permet au standard de France Télécom de détecter la prise de ligne. Lorsque l'on raccroche l'appareil, il retrouve son état antérieur, c'est-à-dire une impédance de 1 000 Ohms. Notre montage doit donc détecter l'arrivée du 100 volts, transformer son impédance en une résistance durant quelques secondes, puis revenir à son état initial.

Pour simuler le combiné raccroché, un transformateur secteur d'une puissance de 5 VA associé à un condensateur de 470 nanofarads est utilisé. Le condensateur interdit le passage du courant continu et le primaire du transformateur présente effectivement une impédance d'environ 1 000 ohms. Nous simulons donc bien un com-

biné téléphonique "raccroché". La simulation de la prise de ligne n'est guère plus complexe. Un relais commute une résistance directement en parallèle sur la ligne, en amont du condensateur. Ainsi, l'impédance du montage se transforme bien en une résistance puisque qu'elle se trouve directement sur la ligne.

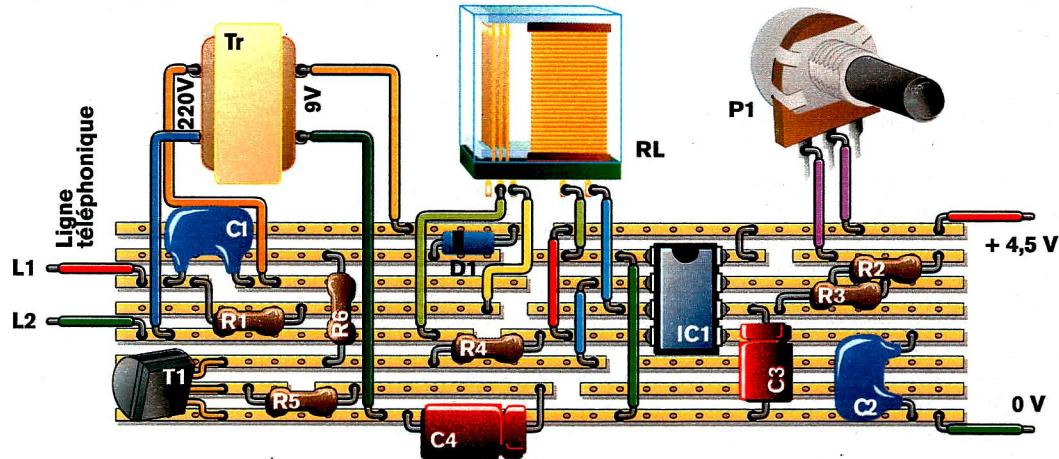
Notre dispositif se résume donc au contrôle du relais.

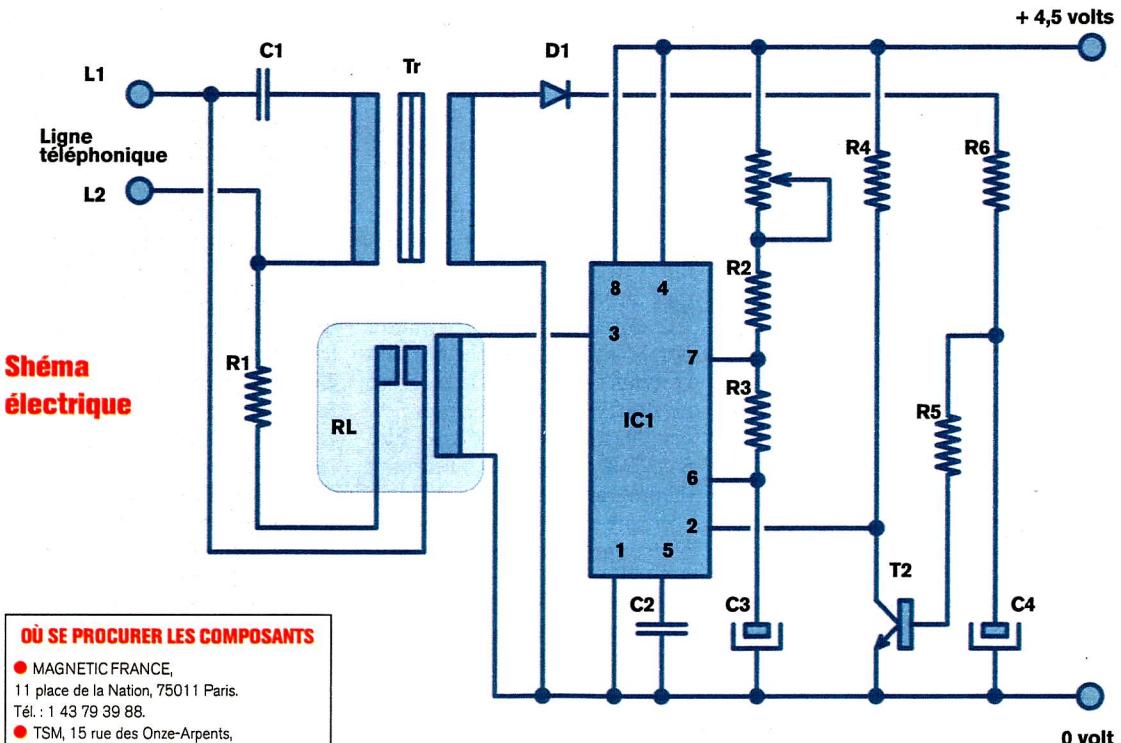
Cette tâche est assignée à un NE 555 monté en monostable. Ce circuit intégré permet, dans ce cas, de générer une impulsion dont la durée peut être déterminée par câblage. Dans notre cas, c'est la

**36 15**  
**SCV**

**Envoyez-nous vos idées  
(rubrique "courrier")**

### **Implantation des composants**





## Shéma électrique

### OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

- MAGNETIC FRANCE,  
11 place de la Nation, 75011 Paris.  
Tél. : 1 43 79 39 88.
- TSM, 15 rue des Onze-Arpents,  
95130 Franconville. Tél. : 1 34 13 37 52.
- URS MEYER ELECTRONIC,  
2052 Fontainemelon, Suisse.  
Disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

valeur du condensateur et des résistances connectées aux broches 6 et 7 du NE 555 qui fixent cette durée. Notons que l'une des résistances est associée à un potentiomètre. Ce dernier est utilisé pour

ajuster la durée pendant laquelle le «téléphone virtuel» reste décroché. Pour commander le départ de l'impulsion, donc l'instant où l'appareil décroche, la tension qui vient du transformateur est utilisée. Celle-ci, issue de son secondaire, est redressée à l'aide d'une diode, puis charge un condensateur. Dès que ce dernier atteint une charge suffisante, le transistor commande le passage à 0 volt de la broche 2 du NE 555. C'est ce passage à 0 qui commande le départ de l'impulsion.

Le câblage de cette réalisation ne présente pas de difficultés particulières. Il faut cependant prendre soin de bien respecter le brochage du NE 555, celui du transistor ainsi que la polarité de la diode et des condensateurs chimiques. De même il ne faut pas oublier de couper l'ensemble des bandes conductrices de la plaque sous le circuit intégré ainsi qu'aux emplacements mentionnés sur le schéma. Les seuls points un peu délicats concernent la fiche

téléphonique et le relais. Pour ce dernier nous vous conseillons vivement de vous faire préciser son brochage par votre revendeur lors de son achat. Il existe, en effet, une multitude de modèles différents. Pour la fiche téléphonique, nous vous conseillons d'opter pour une fiche gigogne. Il faut repérer sur celle-ci les contacts marqués L1 et L2. Ce sont eux qui correspondent à la ligne.

Enfin, pour alimenter ce simulateur de présence, une simple pile de 4,5 volts pour lampe de poche suffit, qui, grâce à la consommation extrêmement réduite de notre montage lorsqu'il est en veille, lui confère une autonomie tout à fait acceptable. Il est toutefois recommandé d'utiliser une pile alcaline. Signalons qu'il ne faut en aucun cas utiliser d'adaptateur secteur sur ce montage. En effet, les garanties de bon fonctionnement et d'isolation que celui-ci offre ne sont pas compatibles avec les normes fixées par France Télécom.

### NOMENCLATURE

- R1 = 750 ohms (violet, vert, brun, or)
- R2 = 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
- R3 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
- R4 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
- R5 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
- R6 = 22 kilohms (rouge, rouge, orange, or)

P1 = potentiomètre 470 kilohms

- C1 = 470 nanofarads
- C2 = 22 nanofarads
- C3 = 47 microfarads
- C4 = 22 microfarads

IC1 = NE 555  
T1 = 2N 3904 ou équivalent

RL = relais 5 volts 1 R/T  
Une fiche gigogne téléphone

# A la recherche des nombres premiers

**L**e programme que nous vous proposons ce mois-ci est l'adaptation en Q-Basic de l'algorithme de recherche présenté dans les pages de notre dernier numéro. Précisons immédiatement qu'il s'agit ici d'un programme de "démarrage" pouvant être grandement amélioré. En effet, il ne traite que les combinaisons de quatre nombres parmi neuf. Néanmoins, cela permet de présenter une base de travail qui, nous n'en doutons pas, une fois soumise à votre sagacité évoquera rapidement vers un logiciel

beaucoup plus puissant. De ce choix, nous pouvons immédiatement déduire la borne que ne doit pas dépasser l'écart de valeur entre le produit des quatre nombres retenus et celui des cinq restants : elle est égale au carré du douzième nombre premier, soit au carré de 29 – c'est-à-dire 841. Cela dit, passons à l'écriture du programme.

En premier lieu, la série des neuf nombres premiers est introduite dans l'ordinateur sous forme d'une chaîne DATA, puis transférée dans un tableau de mé-

moration, de manière à nous faciliter son traitement ultérieur. Notons que des tableaux sont également réservés. Ils reçoivent, d'une part, les quatre nombres sélectionnés et, d'autre part, les cinq restants. Pour "charger" ces tableaux, des pointeurs de scutation sont utilisés. Quatre pointeurs balaiant le tableau contenant la suite de nombres d'origine pour obtenir l'ensemble des combinaisons possibles.

Notons que ce procédé présente un défaut. En effet, lors de leur incrémentation, il est fréquent

```

CLS
' ****
'* Introduction des nombres premiers par chaîne DATA. *
'* ****
10 DATA 2,3,5,7,11,13,17,19,23
'* ****
'* Déclaration des tableaux de mémorisation :
'* DPA(9) : tableau de référence de bas
'* DP(9) : tableau de calcul
'* PT(4) : tableau d'index des pointeurs
'* NBT(100) : tableau stockage nombres trouvés
'* AUXA(4) et AUXB(9) : tableaux nombres retenus
'* ****
'* ****
DIM DPA(9): DIM DP(9): DIM PT(4): DIM NBT(100)
DIM AUXA(4): DIM AUXB(9)
'* ****
'* Initialisation des variables :
'* SP : pointeur puissance
'* PR : index puissance
'* IT : compteur d'itération
'* PTRS : index nombre trouvés
'* ****
SP = 1: PR = 0: IT = 0: PTRS = 0
'* ****
'* Chargement des nombres dans tableau référence.
'* ****
RESTORE 10: FOR L = 1 TO 9: READ DPA(L): NEXT L
FOR I = 1 TO 9: DP(I) = DP(9): NEXT I
'* ****
'* Initialisation du tableau des pointeurs.
'* ****
FOR I = 1 TO 4: PT(I) = I: NEXT I
'* ****
'* Début du calcul.
'* ****
100 FOR I = 1 TO 4: PT(I) = I: NEXT I
DO WHILE PT(1) < 10
'* ****
'* Initialisation des variables temporaires :
'* CB= produit des nombres retenus
'* CR= produit des nombres restant
'* ****
'* ****
CB = 1: RS = 1: PNBT = 1
'* ****
'* Calcul du premier produit.
'* ****
FOR I = 1 TO 4: CB = CB * DP(PT(I))
'* ****
'* Passage à 1 des nombres retenus dans le tableau
'* pour qu'ils soient ignorés dans le calcul
'* du second produit.
'* ****
AUXA(I) = DP(PT(I)): DP(PT(I)) = 1: NEXT I
'* ****
'* Calcul du second produit.
'* ****
FOR I = 1 TO 9: RS = RS * DP(I): AUXB(I) = DP(I): NEXT I
FOR L = 1 TO 9: DP(L) = DPA(L): NEXT L
'* ****
'* Calcul de la valeur absolue de la différence
'* des produits.
'* ****
NPRM = ABS(CB - RS)
'* ****
'* Incrémentation du tableau des pointeurs.
'* ****
PT(4) = PT(4) + 1
IF PT(4) = 10 THEN PT(3) = PT(3) + 1: PT(4) = 4
IF PT(3) = 10 THEN PT(2) = PT(2) + 1: PT(3) = 3

```



que deux, voire les quatre pointeurs sélectionnent le même nombre. Ces cas sont éliminés par un simple contrôle de la valeur des pointeurs. Entre chaque incrémentation de ces derniers, le calcul de dépassement de limite est réalisé. Cette opération est particulièrement simple. Le produit des nombres contenus dans chaque tableau est effectué puis, après soustraction, la machine contrôle si la valeur absolue du résultat de cette opération est effectivement inférieure à la limite déterminée plus haut.

Une fois tous les cas ainsi scrutés, le logiciel élève au carré, un par un, chaque nombre premier de la série de départ et reprend son calcul comme précédemment. Pour notre part, nous

avons arrêté le programme à l'issue de cette opération pour des raisons de durée de calcul. Néanmoins, il est parfaitement possible sur la même base de passer à des puissances supérieures. De même, il est tout à fait possible d'envisager un programme "s'auto-enrichissant". Pour cela, il suffit qu'il ajoute à la série de départ chaque nouveau nombre découvert. Cependant, ici, il n'y a plus de limite au programme, si ce n'est la puissance de calcul de la machine, et les temps de travail deviennent très rapidement considérables.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier et les nombreuses lignes de commentaires, entourées d'étoiles, devraient vous aider à

suivre son déroulement. Signalons, à propos de ces lignes, que, en Q-Basic, il faut les faire débuter par une apostrophe et non par une virgule.

Enfin, tout comme vous avez été nombreux à nous communiquer vos essais concernant le logiciel "La promenade de la fourmi", nous souhaiterions que vous nous fassiez part de vos améliorations. ■

```

IF PT(2) = 10 THEN PT(1) = PT(1) + 1: PT(2) = 2
LOCATE 1, 40: PRINT "Itération: "; IT
' ****
'*      Incrémentation du compteur d'itérations. *
'*      *
'*      Contrôle du résultat pour déterminer si      *
'*      si le nombre trouvé est premier.             *
'*      *
'*      *
IF NPBM < 841 THEN GOSUB 5000
' ****
'*      *
'*      Reboulage de l'itération.                  *
'*      *
'*      *
LOOP
' ****
'*      Rechargement des valeurs de référence.   *
'*      *
'*      *
RESTORE 10: FOR L = 1 TO 9: READ DPA(L): NEXT L
' ****
'*      Elévation au carré des nombres de base.    *
'*      *
'*      *
FOR W = 1 TO PR: DPA(W) = DPA(W) ^ 2: NEXT W
DPA(SP) = DPA(SP) ^ 2
' ****
'*      Incrémentation des pointeurs puissance.   *
'*      *
'*      *
SP = SP + 1: IF SP = 10 THEN SP = 1: PR = PR + 1
IF PR < 10 THEN 100
' ****
'*      Fin du programme lorsque l'ensemble des   *
'*      nombres ont été élevés au carré.          *
'*      *
'*      *
END
' ****
'*      *
'*      Sous routine de contrôle des nombres trouvés  *
'*      (élimination des combinaisons identiques)  *
'*      *
'*      *
5000 CTRL = 1
' ****
'*      *
'*      Scrutation du tableau des résultats obtenus  *
'*      et rejet des combinaisons déjà trouvées.     *
'*      *
'*      *
DO WHILE CTRL < 100 AND NBT(CTRL) <> NPM
CTRL = CTRL + 1: LOOP
IF CTRL < 100 THEN RETURN
PTRS = PTRS + 1: NBT(PTRS) = NPM
' ****
'*      *
'*      Affichage du nouveau nombre trouvé.       *
'*      *
'*      *
LOCATE 24, 1: PRINT NPM; "=";
' ****
'*      *
'*      Affichage du premier groupe de facteurs.   *
'*      *
'*      *
FOR I = 1 TO 4
PRINT AUXA(I);
IF I < 4 THEN PRINT "";
NEXT I
PRINT ") - (";
INDEX = 0
' ****
'*      *
'*      Affichage du second groupe de facteurs.   *
'*      *
'*      *
FOR I = 1 TO 9
IF AUXB(I) > 1 THEN PRINT AUXB(I); : INDEX = INDEX + 1
IF INDEX < 5 AND AUXB(I) > 1 THEN PRINT "";
NEXT I
PRINT ")"
RETURN

```

# La molécule de la photosynthèse

L'équation chimique globale de la photosynthèse fut établie dès le début du siècle. Les chloroplastes, qui sont les organites cellulaires de quelques micromètres de long où elle s'effectue, avaient été décrits au siècle précédent. On avait aussi compris l'importance des organismes photosynthétiques présents au sein de la biosphère, qui alimentent directement ou indirectement toutes les chaînes alimentaires en matières organiques et qui jouent le rôle de "puit" de gaz carbonique et de "source" d'oxygène atmosphérique.

Toutefois, la compréhension des phénomènes biologiques au niveau moléculaire nécessitait des techniques sophistiquées, qui ne furent mises au point qu'au XX<sup>e</sup> siècle.

En 1905, Blackmann avait remarqué que la photosynthèse dé-

## LUMIÈRE ET TEMPÉRATURE, DEUX FACTEURS CLÉS DE LA PHOTOSYNTHÈSE

pendait à la fois de la lumière et de la température, alors que les réactions chimiques dépendent de l'une ou de l'autre (selon leur nature photochimique ou thermochimique). Cette observation le conduisit à l'hypothèse que la photosynthèse devait résulter de deux types de réactions chimiques différentes – photochimiques et thermochimiques.

La confirmation expérimentale de cette hypothèse fut apportée en 1932 par R. Emerson et W. Arnold. Eclairant une suspension d'algues avec des éclairs très brefs séparés par des intervalles d'obscurité, ils montrèrent que l'intensité de la photosynthèse est alors plus élevée qu'en éclairage continu. Ces deux ensembles de

réactions furent qualifiés de réactions "claires" (ou photochimiques) et de réactions «sombres» (ou thermochimiques). Ils constatèrent également que l'application simultanée de deux longueurs d'onde différentes (deux rouges assez proches) produisait un effet plus important que la somme de leurs effets individuels et postulèrent l'existence de deux systèmes photorécepteurs coopérant au sein des chloroplastes en captant des longueurs d'onde différentes. Les travaux ultérieurs devaient en effet confirmer l'existence de deux photosystèmes. Enfin, ils établirent la notion d'unité photosynthétique, ensemble de pigments au sein duquel une molécule de chlorophylle, le centre photosynthétique, sert à convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique, tandis que quelques centaines d'autres molécules de pigment servent d'antenne collectrice de la lumière.

R. Hill montra, en 1937, que le dégagement d'oxygène peut être obtenu avec des chloroplastes isolés exposés à la lumière, à condition que le milieu contienne une substance chimique capable de fixer des électrons. Ainsi, l'énergie métabolique mobilisée lors de la photosynthèse, comme dans les autres phénomènes énergétiques connus chez les êtres vivants, a pour origine des réactions chimiques d'oxydoréduction (voir *Science & Vie* n° 921, p. 158).

De plus, fait capital, le dioxyde de carbone absorbé lors de la photosynthèse n'est pas indispensable au dégagement d'oxygène, ce qui confirme la réalité de réactions claires et de réactions sombres. Les travaux de Gaffron, quelques années plus tard, montrèrent réciproquement que le CO<sub>2</sub> peut être

## Observons l'excitation de la chlorophylle

### Matériel nécessaire

Des feuilles d'épinard, des ciseaux, de l'alcool à brûler, un mixeur, un filtre à café en papier, une lampe puissante et un flacon en verre.

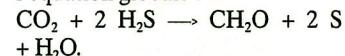
### Comment procéder ?

Découper 2 ou 3 feuilles d'épinards en petits morceaux et les mettre dans le mixeur avec environ 50 ml d'alcool. Broyer, filtrer et récupérer le filtrat dans un flacon. Observer par transparence la solution ainsi obtenue où la chlorophylle est largement majoritaire. Elle apparaît verte car elle absorbe la plupart des radiations lumineuses à l'exception du vert. Placer une lampe puissante (spot halogène ou

réduit dans l'obscurité.

En 1940, utilisant un isotope lourd de l'oxygène (le 18O) et un spectromètre de masse pour le détecter, Ruben et Kamen montrèrent que l'oxygène dégagé lors de la photosynthèse provient de l'eau et non du CO<sub>2</sub>. L'acte photochimique initial se révélait comme étant la dissociation d'une molécule d'eau en ses composants, hydrogène et oxygène, grâce à l'énergie lumineuse absorbée. L'oxygène libéré est un simple sous-produit du phénomène.

A la même époque, Van Niel montra que certaines bactéries réalisent la photosynthèse en utilisant, comme source de pouvoir réducteur, non pas de l'eau, mais du sulfure d'hydrogène H<sub>2</sub>S, selon l'équation globale :



En 1950, le transporteur de pouvoir réducteur capable de réduire le CO<sub>2</sub> fut isolé par Ochoa et Vi-

Dans la lumière violente, le "jus d'épinards" devient rouge...



E. Malenanche

projecteur de diapos) devant la solution et l'observer par réflexion. La chlorophylle paraît alors rouge (voir photo).

### Que s'est-il passé ?

Lorsque la chlorophylle absorbe la lumière, certains électrons des atomes qui la composent absorbent l'énergie lumineuse. Cela a pour effet de les amener à un état «excité», plus éloigné du noyau atomique. Cet état, très instable, ne dure que 1/100 000 000 de seconde et les électrons reviennent spontanément à leur état initial en restituant l'énergie absorbée sous forme de lumière rouge (fluorescence). Dans les chloroplastes, les électrons de la chlorophylle participent aux réactions chimiques de la photosynthèse et sont remplacés par les électrons arrachés à l'eau. La chlorophylle ne présente alors pas de fluorescence.

shniac. C'était une molécule déjà connue pour être présente dans la plupart des cellules, et portant le nom poétique de NADP.

Quatre ans plus tard, Frenkel montra que lorsqu'elles sont illuminées, des préparations de membranes isolées à partir de bactéries photosynthétiques fabriquent de l'ATP, «petite monnaie» universelle des échanges énergétiques (voir *Science & Vie* n° 915, p 148). Le même phénomène fut retrouvé par Arnon chez l'épinard. Ainsi, les mécanismes de base de la bio-énergétique se révélaient largement conservés au cours de l'évolution reflétant l'origine commune des êtres vivants.

Le principe des réactions chimiques de la photosynthèse s'établit alors ainsi : dans la première série de réactions, la lumière a pour effet de "casser" (d'oxyder) les molécules d'eau au niveau des unités photosynthétiques contenues dans les mem-

branes des chloroplastes, pour en extraire le pouvoir réducteur selon l'équation chimique globale :  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}^+ + 4 \text{électrons} + \text{O}_2$

Dans la deuxième série, le pouvoir réducteur arraché à l'eau sert d'une part à produire de l'ATP et d'autre part à réduire le  $\text{CO}_2$  en molécules organiques de formule générale  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$  selon l'équation chimique globale :  $\text{CO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{électrons} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ .

Les deux ensembles sont étroitement dépendants dans la cellule intacte puisque la première série de réactions alimente la deuxième en pouvoir réducteur.

Au niveau des centres réactionnels, sièges des réactions photochimiques, l'énergie lumineuse absorbée par la chlorophylle a pour effet d'amener certains de ses électrons à être pris en charge par un système de transport leur permettant de fournir du travail chimique donc de l'énergie. La

dissociation de l'eau permet de compenser les «trous» électriques qui en résultent dans les molécules de chlorophylle.

Les réactions sombres furent élucidées par M. Calvin (né en 1911) qui utilisa des isotopes radioactifs. Avec le  $^{14}\text{C}$ , il put caractériser par chromatographie les molécules formées dans les premières secondes de la photosynthèse. Il montra ainsi qu'un sucre à cinq carbones se condense avec une molécule de  $\text{CO}_2$  en présence de pouvoir réducteur et d'ATP pour donner naissance à 2 molécules à 3 carbones. Ces molécules sont ensuite utilisées, à la fois pour régénérer le sucre à 5 carbones et pour produire de l'amidon, principal polymère de réserve des végétaux chlorophylliens. Cet ensemble de réactions porte son nom (cycle de Calvin) et lui valut le Nobel de chimie en 1961.

C'est un autre lauréat du Nobel de chimie (en 1978), P. Mitchell, qui expliqua comment les transferts d'électrons aboutissent à la synthèse d'ATP par des mécanismes comparables lors de la photosynthèse et de la respiration. Il faudra cependant attendre les années 1970 pour que trois biochimistes allemands, Deisenhofer, Huber et Michel (prix Nobel de chimie 1988), établissent

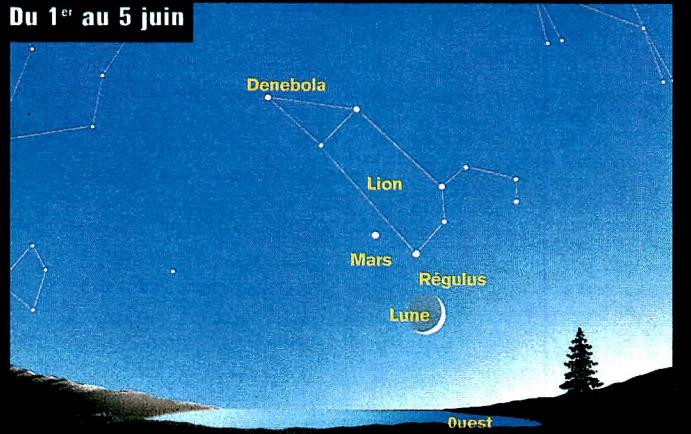
### L'HYDROGÈNE DE L'EAU, UN COMBUSTIBLE INÉPUISABLE ET BON MARCHÉ

exactement la structure du centre réactionnel chez une bactérie, par leurs travaux de cristallographie aux rayons X.

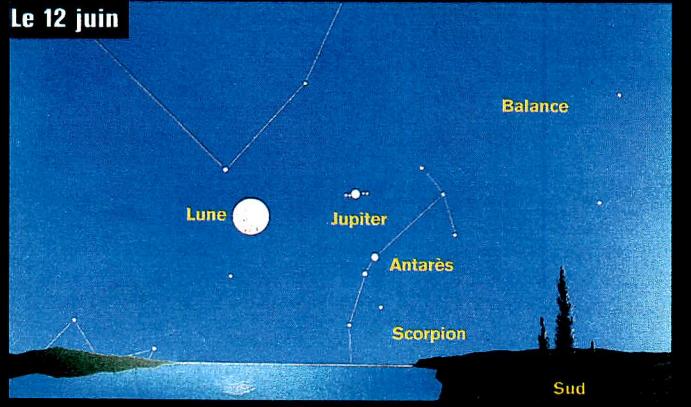
Toutefois, les mécanismes les plus intimes de la photodissociation de l'eau ne sont pas encore parfaitement compris. Des recherches intensives se poursuivent sur ce sujet car, s'il était possible de réaliser artificiellement ce type de réaction chimique, on disposerait alors d'une source inépuisable d'un combustible bon marché et non polluant, l'hydrogène. ■

## Les filtres optiques

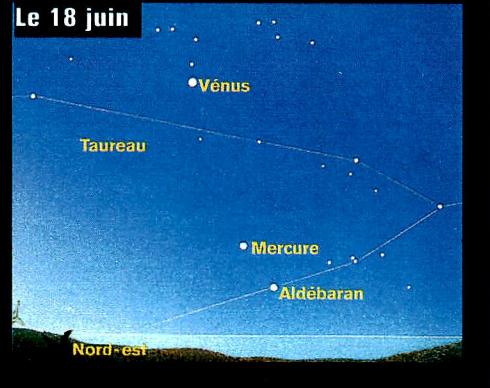
Du 1<sup>er</sup> au 5 juin



Le 12 juin



Le 18 juin



### Les rendez-vous du mois

**Du 1<sup>er</sup> au 5 juin,** la jeune Lune et sa lumière cendrée se rapprochent de Mars, en soirée, vers l'Ouest.

**Le 12 juin,** Jupiter est à proximité de la pleine Lune.

**Le 18 juin,** Vénus, Mercure et Aldébaran sont alignées au petit matin.

L'observation des astres en astronomie repose sur l'étude du rayonnement que ceux-ci émettent ou réfléchissent. Ce rayonnement électromagnétique couvre un large domaine de longueurs d'onde, allant des rayons gamma aux ondes radio. L'astronome amateur observe essentiellement les longueurs d'onde correspondant à ce qui s'appelle la lumière visible, c'est-à-dire détectable par l'œil, ce qui équivaut à des longueurs d'onde allant de 0,8 à 0,4 micron. Cette lumière est composée d'une somme de lumières simples, dites aussi monochromatiques, dont chacune est caractérisée par une longueur d'onde et une intensité. Si la source est un corps porté à haute température, le rayonnement est également réparti dans toutes les longueurs d'onde : c'est un spectre continu. Dans d'autres cas, par exemple des gaz parcourus par des décharges électriques, le rayonnement ne s'effectue qu'à des fréquences particulières : c'est alors un spectre discontinu, ou spectre de raies.

Un filtre est un système physique permettant de transmettre des bandes spectrales de largeur déterminée, dans le cas des spectres continus, ou d'isoler certaines radiations, dans le cas des spectres de raies.

Au-delà de ces considérations physiques, l'astronome amateur est appelé à utiliser des filtres dans deux cas de figure : soit pour éliminer un excès de radiations, pour l'observation du Soleil ou de la Lune, soit pour sélectionner une longueur d'onde de façon à mettre en évidence tel ou tel phénomène, pour l'observation des planètes ou des objets du ciel profond, par exemple. Nous allons voir, d'un point de vue pratique, comment le choix s'effec-

dessins : M. Roux-Saget

tue en fonction du cas de figure.

Les deux objets qui rayonnent trop de lumière pour être observés directement sont le Soleil et la Lune. L'excès de rayonnement du Soleil est même dangereux pour l'œil et, si des précautions ne sont pas prises, cela peut se traduire par des lésions très graves pour la vue. Divers systèmes sont utilisés de façon à éliminer cet excès de rayonnement. A l'heure actuelle, le plus efficace est le filtre à l'ouverture. Il s'agit d'une lame de verre optique aux faces planes et parallèles revêtues d'une couche mince d'un alliage de nickel et de chrome et qui est à placer devant l'ouverture de l'instrument. A première vue, ce type de filtre ressemble à un miroir mais, en fait, il ne laisse passer qu'un dix millième de la lumière reçue, éliminant au passage les rayonnements ultraviolets et infrarouges, particulièrement nocifs pour la vue. L'image obtenue peut être observée sans aucun risque, la couleur du Soleil est conforme à la réalité et il n'y a pas de limitation dans la durée d'observation.

Dans le cas de la Lune, le problème se pose essentiellement lors des phases proches de la pleine Lune. Si on l'observe alors avec un instrument et à faible grossissement, l'image peut être éblouissante. Elle ne présente cependant pas de danger pour l'œil et la sensation désagréable disparaîtra quelques minutes après l'observation. Toutefois, pour le confort de l'observation, il est préférable d'utiliser un filtre. Habituellement, les instruments d'initiation sont livrés avec un filtre dit "lunaire". Il s'agit d'un filtre en verre, épais, de couleur vert sombre, qui élimine le rayonnement en excès par absorption. Ce type de filtre convient parfaitement, le seul reproche étant la coloration verte peu réaliste. Il est possible de lui substituer tout autre filtre colo-

N. Sollee/Ciel et Espace



ré, le mieux étant cependant un filtre neutre qui réduit la luminosité sans affecter la couleur de l'image. L'idéal est encore un filtre polarisant croisé, où la rotation d'un élément par rapport à l'autre permet de doser exactement la lumière transmise.

L'observation des planètes et des détails de leurs surfaces fait également appel aux filtres. Il s'agit alors de filtres en verre colorés dans la masse et qui vont transmettre une bande spectrale déterminée. Cela s'avère particulièrement efficace pour renforcer la vision de telle ou telle partie de la structure atmosphérique ou du sol de l'astre en question. Ces filtres sont montés dans un barillet métallique et vissés à l'avant de l'oculaire. Ils existent dans toutes les couleurs du spectre et dans plusieurs intensités. Ils sont commercialisés dans les deux diamètres d'oculaire les plus courants : le 31,75 mm et le 24,5 mm. Voici quelques applications de ces filtres en fonction des planètes observées :

**Mercure.** Filtre orange ou rouge : réduit la brillance du fond de ciel en observation diurne et facilite le repérage et l'observation.

**Vénus.** Filtre orange ou rouge : renforce la netteté du terminateur (séparation de l'ombre et de la lumière).

### La nébuleuse révélée par le filtre

Certains filtres, en éliminant les radiations parasites, permettent d'observer des objets du ciel profond, comme cette nébuleuse planétaire gazeuse.

**Filtre bleu foncé ou violet :** améliore la visibilité des marques sombres.

**Mars.** Filtre orange ou rouge : augmente le contraste des détails de surface.

**Filtre jaune :** nuages de poussières.

**Filtre jaune-vert ou vert :** améliore la visibilité des détails de surface lors des tempêtes de poussières.

**Filtre bleu ou bleu-vert :** nuages brillants localisés, brouillards.

**Filtre violet :** brouillards et givre.

**Jupiter.** Filtre bleu : contraste des bandes et des zones.

**Filtre bleu ou vert :** grande tache rouge.

**Saturne.** Filtre bleu : contraste général.

**Filtre orange ou rouge :** assombrit les régions polaires.

**Contraste des anneaux.**

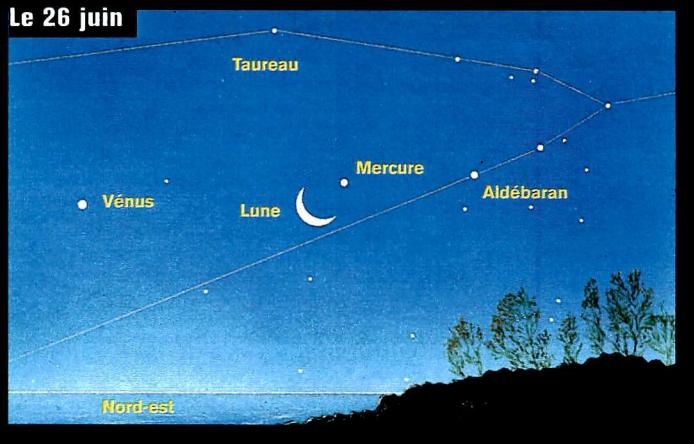
**Lune.** Filtre jaune : améliore le contraste.

**Filtre vert foncé, neutre ou polarisant :** lorsque l'image est trop brillante.

Du 18 au 21 juin



Le 26 juin



**Du 1<sup>er</sup> au 5 juin,** la jeune Lune et sa lumière cendrée se rapprochent de Mars, en soirée, vers l'Ouest.

**Le 12 juin,** Jupiter est à proximité de la pleine Lune.

► Il est à noter que certains filtres colorés sont également utilisables pour l'observation d'objets non planétaires, comme les comètes, où un filtre jaune clair ou jaune-vert améliore le contraste. Enfin, dans le cas des étoiles doubles, un filtre polarisant, comme celui utilisé précédemment pour la Lune, permet une séparation optimale des composantes.

Les filtres ont encore bien d'autres applications en astrono-

mie d'amateur. Il s'agit de filtres dits interférentiels par transmission à couches multiples minces. Ils sont composés d'un dépôt de couches minces d'une substance soigneusement choisie sur une lame de verre optique. Le nombre de couches, selon les cas, peut être de 32 ! Ces filtres, comme les filtres colorés, sont montés dans un bâillet métallique et se vissent à l'avant de l'oculaire.

La première application a été la

réalisation du filtre dit "rejet de pollution lumineuse". Dans ce cas, le filtre élimine les radiations dues aux principales sources de lumières terrestres, qui gênent, voire empêchent l'observation des objets du ciel profond, comme les radiations du néon, des lampes au mercure haute et basse pression et des lampes à vapeur de sodium. Grâce à lui, il devient alors possible d'observer amas, nébuleuses et galaxies dans les centres urbains !

Une autre classe, plus récente dans le domaine amateur, vise à renforcer la visibilité de certains détails ou à améliorer le contraste de l'image des nébuleuses ou des galaxies. Ces filtres sont spécialement étudiés pour transmettre les radiations les plus actives de ces objets particuliers. Voici les principaux modèles disponibles et leurs applications :

- Deep Sky : étoiles, amas d'étoiles, nébuleuses par réflexion (type Trifide), galaxies spirales (type M 33).
- Oxygen III (à utiliser dans ou près d'une grande ville) : nébuleuses diffuses (type Lagon), nébuleuses planétaires (type annulaire de la Lyre), nébuleuses faibles (type American Nebula).
- UHC : mêmes sujets qu'avec le filtre Oxygen III mais dans le cas où l'observateur ne se trouve pas dans ou près d'une grande ville.
- H Béta : nébuleuses peu lumineuses, comme la Tête de Cheval ou la nébuleuse California.

Grâce aux filtres, c'est tout un aspect nouveau de l'Univers qui devient perceptible, même aux amateurs les moins bien situés...

**36 15**  
**SCV**

Les positions  
des planètes ce soir

## Les magnitudes

**L**a magnitude est une grandeur qui caractérise l'éclat d'une étoile. C'est Hipparche qui, le premier, en 150 avant notre ère, eut l'idée de classer les étoiles selon leur brillance. Il établit alors un catalogue d'un millier d'étoiles environ avec, pour chacune d'elles, sa brillance selon une échelle de un à six. Les plus brillantes étaient de "première grandeur" et les plus faibles, à la limite de visibilité à l'œil nu, de "sixième grandeur". Le système des magnitudes venait de naître.

Par la suite, le terme de grandeur, par trop lié à la notion de dimensions de l'astre, fut abandonné et remplacé par le terme de magnitude. Ce système a été conservé depuis lors mais avec des aménagements. C'est ainsi que fut adopté un écart de luminosité de 100 pour une différence de 5 magnitudes. Cela signifie qu'une étoile de magnitude 1 est 2,5 fois plus brillante qu'une étoile de magnitude 2 et inversement. En fait, l'écart exact est de 2,512, soit la racine cinquième de 100. L'évolution des techniques aidant, les magnitudes purent être mesurées avec précision ; on s'aperçut alors que le classement initial n'était pas parfait puisque toutes les étoiles de magnitude 1 n'avaient pas le même éclat. Plutôt que d'étonner à nouveau tout le système, on préféra créer des magnitudes négatives. Ainsi, un astre de magnitude 0 est 2,5 fois plus brillant qu'un astre de magnitude 1, un astre de magnitude -1, est 2,5 fois plus brillant qu'un de magnitude 0 et ainsi de suite. Il faut donc retenir que plus le chiffre est petit, voire négatif, plus l'astre est brillant ; plus la magnitude est élevée, moins il est brillant. Naturellement, le systè-

me s'est décimalisé et, maintenant, la précision est au centième, voire au millième de magnitude. Voici quelques exemples pour fixer les idées : Véga de la Lyre est de magnitude 0, Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel, -1,5, la planète Vénus à son maximum d'éclat -4,5, la pleine Lune -12,7, le Soleil -26,8, l'étoile Polaire 2,2, Pluton 14,5 et les plus faibles galaxies détectables avec les équipements les plus puissants, 27.

Cette magnitude s'appelle magnitude apparente, mais elle ne correspond pas à l'éclat réel de l'astre, qui est modulé par sa distance. Pour cela, les astronomes ont défini la magnitude absolue. C'est une magnitude déterminée par calculs et qui indique l'éclat des étoiles toutes ramenées à une distance de 10 parsecs (32,6 années-lumière) de la Terre. Dans cette échelle, le Soleil est ramené de -26,8 à +4,7, Sirius de -1,5 à +1,4, tandis que Rigel passe de 0,2 à -7 ! La magnitude absolue permet de comparer l'éclat des astres entre eux.

## LE RENDEZ-VOUS DES DÉBUTANTS

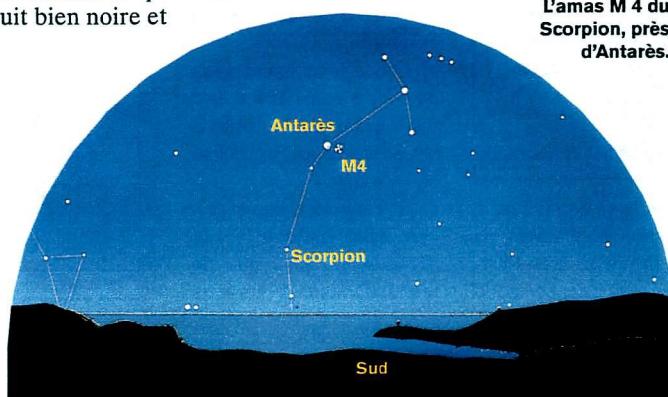
### L'amas M 4

**L**a constellation du Scorpion est maintenant bien visible sur l'horizon sud en soirée. Sous nos latitudes, nous n'apercevons que la tête du Scorpion, où resplendit Antarès, une belle étoile géante rouge dont le diamètre est égal à 300 fois celui du Soleil. À proximité d'Antarès, se trouve l'amas globulaire M 4. Cet amas fut découvert par Cheseaux en 1746 et fut classifié par Messier en 1764. Sa magnitude étant de 6,5, il n'est pas visible à l'œil nu d'autant que, bas sur l'horizon, l'atmosphère terrestre diminue encore sa luminosité.

M 4 sera repéré aux jumelles ou au chercheur par une nuit bien noire et

transparente. Il apparaîtra alors comme une petite tache laiteuse et floue. Au télescope, sa richesse exceptionnelle montrera une barre centrale de 7 à 8 étoiles, entourée d'une multitude d'astres moins lumineux. M 4 est l'un des amas les plus proches de la Terre, se situant à 5 700 années-lumière. Plus d'une quarantaine d'étoiles variables y furent découvertes. Cet amas se trouve dans un immense nuage d'hydrogène qui entoure Antarès. Certains trouvent qu'il est encore plus spectaculaire que le célèbre amas d'Hercule M 13. ■

L'amas M 4 du Scorpion, près d'Antarès.



# Charge d'infanterie

Il y a deux cents ans, mourait François-André Danican, dit Philidor. Musicien célèbre, il fut l'un des créateurs de l'opéra-comique en France. Mais ce fut aussi le joueur d'échecs le plus fort de son temps et le véritable précurseur de la stratégie moderne. Sa maxime, « les pions sont l'âme du jeu d'échecs », est restée célèbre. Comment mieux lui rendre hommage qu'en illustrant une nouvelle fois l'importance de ces « petits » pions. Comme dans cette belle partie remportée par le n° 1 français et « à l'aveugle » (les joueurs ne disposaient pas d'échiquier).



## Joël Lautier - John Nunn Monaco 1995 (Semi-rapide à l'aveugle)

1. d4 ♜f6
2. c4 g6
3. ♜c3 ♜g7 (a)
4. e4 d6
5. f3 0-0
6. ♜g5 (b) ♜c6
7. ♜ge2 a6
8. ♜d2 ♜d7
9. h4 h5
10. 0-0-0 b5
11. ♜d5 (c) bxc4
12. ♜ec3 (d) ♜h7
13. ♜h6 ♜xd4?(e)
14. g4! (f) e6
15. gxh5! (g) exd5
16. exd5 ♜g7 (h)
17. dxc6 ♜xc6
18. ♜xc4 (i) ♜h8
19. ♜g5 ♜f6
20. hxg5 fxg6
21. ♜d5 ♜d7
22. f4 (j) ♜xd5
23. ♜xd5 ♜g7 (k)
24. h5 ♜xg5 (l)
25. fxg5 ♜g8
26. hxg6 ♜ae8
27. ♜h2 (m) ♜e5 (n)
28. ♜f6+

**Les Noirs abandonnent (o)**

- a) La défense est-indienne, spécialité, entre autres, de Kasparov... et de John Nunn. A 15 ans, il y a sept ans, Joël

Lautier déclarait déjà : « Jouer l'est-indienne contre John Nunn est un des défis les plus excitants ».

b) Lautier a plus souvent joué 6. ♜e3, mais pour cette partie, il a préparé une petite surprise à son adversaire.

c) Une intéressante nouveauté que Matthew Sadler avait jouée à Hastings, à la fin de 1993, face au même Nunn.

d) Ici, Sadler avait joué 12. ♜xf6+ que Nunn avait jugé comme mauvais, indiquant que 12. g4! était le bon coup. Mais le jeune Français a trouvé mieux, retardant l'attaque directe afin de mieux disposer ses pièces.

e) Les Noirs offrent bien volontiers leur Tour contre un pion et le trop dangereux Fou h6. Mais Joël conserve sa belle pièce d'attaque et les Noirs n'ont fait que perdre un temps précieux

f) Le début de l'attaque à la baïonnette.

g) Ouvre la colonne sans perdre de temps à reculer le Cavalier attaqué puisque la pièce sera récupérée, comme on va le voir.

h) Si c'est le Cavalier qui joue, alors 17. ♜xd4.

i) Beaucoup plus que de prendre un pion, l'intérêt de

ce coup est de menacer 19. hxg6 et 19. ... fxg6 est impossible puisque le pion f est cloué.

j) Un nouveau pion participe à l'offensive.

k) Pour la troisième fois, le Fou revient à sa case naturelle. Que de temps perdu !

l) Sinon, 25. hxg6 gagne le Cavalier cloué par la Tour.

m) Menace 28. ♜h7 mat.

n) A présent, la Dame défend la case h7, mais...

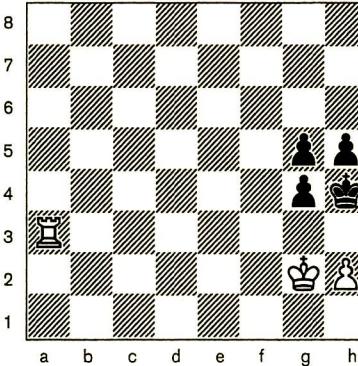
o) Ils ne peuvent éviter le mat: 28. ... ♜xf6 29. ♜h8 mat, 28. ... ♜g7 29. ♜h7 mat ou enfin 28. ... ♜xf6 29. gxh5 et seul le sacrifice de la Dame 29. ... ♜g7 peut re-

tarder le mat de quelques coups. On remarquera dans toutes ces positions le rôle déterminant joué par les deux pions blancs.

## La solution du n° 932

Le pion h2 doit assurer le gain aux Noirs (Etienne Bacrot). Pourtant, l'immédiat 1. ... h1 = ♜?? est contre-parré. 2. ♜xh1 ♜xh1 3. c6+ ♜e8 4. d7+ ♜e7 5. dxc8 = ♜. La solution? 1. ... ♜d4!! et maintenant 2. c6+ est inopérant à cause de 2. ... ♜xc6 3. bxc6 ♜xc6 et le pion h va coûter la Tour aux Blancs. (J.-C. Olivier - E. Bacrot, Cannes 1995).

## A vous de jouer !



Une superbe et instructive composition du célèbre champion polonais Akiba Rubinstein (1882-1961). Les Blancs jouent et font mat en 4 coups. Difficile, mais souvenez-vous que cette rubrique est consacrée au pion...

**La solution... dans le prochain numéro !**

## Sens dessus dessous

La possibilité pour certains chiffres de se transformer en d'autres par retournement a maintes fois été exploitée par les scénaristes de bandes dessinées ou de films. Qui a vu *la Grande Vadrouille* se souvient de cette série de gags provoqués par ce numéro de chambre, mal vissé, qui, sous l'effet d'un choc, se retourne, créant la confusion entre les numéros 6 et 9... En mathématiques récréatives, cette propriété peut être utilisée à profit, surtout depuis l'apparition des chiffres digitaux, avec le 5 et le 2 qui, à l'instar du 0, 1 et 8, ne sont pas modifiés par retournement.



Desins Hanoté

### Découpage à la carte

Il n'y a que les politiciens pour croire que le découpage des cartes change l'arithmétique. La carte ci-dessous présente une particularité. L'addition qu'elle contient est exacte. Mais il est possible de la découper en trois morceaux de manière qu'avec deux des trois morceaux obtenus, on puisse reconstituer une nouvelle addition exacte de deux nombres. Comment ?

pour vérifier !  
Mieux. Vous pouvez permuter deux chiffres dans la partie supérieure, puis deux chiffres dans la partie inférieure pour obtenir une nouvelle égalité, également exacte à l'envers !

Trouvez cette nouvelle égalité.

$$\begin{array}{r}
 289 \\
 118 \\
 +508 \\
 \hline
 915
 \end{array}$$

### A l'endroit, à l'envers

Cette égalité est surprenante. Elle est vraie à l'endroit... et à l'envers. Retournez la page

$$\begin{array}{r}
 601 \\
 \times \\
 12 \\
 = \\
 6502 \\
 + \\
 691 \\
 + \\
 19
 \end{array}$$

### Retournement romain

J'affiche un nombre sur ma calculette. Je retourne ma calculette ; elle affiche alors le triple de ce nombre, écrit en chiffres romains.

Quel nombre ai-je affiché ?

### Des chiffres et une ville

Si je retire ce nombre de 5 chiffres de celui obtenu en inversant l'ordre de ses chiffres, j'obtiens un cube parfait.

Si j'affiche ce nombre sur une calculette, j'obtiens le nom d'une ville de France.

Quelle est cette ville ?

**Les solutions... dans le prochain numéro !**

### La solution du n° 932


# FORUM

## Homéopathie (1) Des lecteurs amusés

Lettre de M. P. Sadyn, de Lille : «J'ai beaucoup apprécié l'article de votre collaborateur Didier Pol sur l'homéopathie dans le n° 931 d'avril 1995, c'est clair et c'est intelligible. Malheureusement, il y a une inexhaustivité dans l'article : en effet, l'écorce de quinquina est incapable de provoquer

structures mentales allergiques à la logique et ne préféraient le miracle à toute solution raisonnable. Il semblerait qu'il y ait ces temps-ci une recrudescence de propagande en faveur de l'homéopathie : la revue "Que choisir" a publié il y a deux mois un article fort élogieux représentant l'enquête parue dans "The Lancet", dont vous aviez fait en son temps une judicieuse critique, en des termes que je ne puis qu'approuver».



pour confirmer et compléter ces résultats.»

On comprend que nos lecteurs aient pu être troublés par une telle conclusion. Afin de lever leurs doutes, nous les renvoyons au *Lancet* du 28 janvier 1995. Ils y trouveront trois articles qui tous affirment, au contraire, que le premier travail du *Lancet* est vraiment bon à jeter au poublier ! Bref, la prestigieuse revue britannique a admis qu'elle s'était fourvoyée. Il suffit maintenant que tout le monde le sache...

de l'eau" [Science & Vie n° 931, p. 144], une idée simple me vient : où est passé le sucre initial ? S'il a disparu, c'est un miracle aussi étonnant que la thérapeutique homéopathique. Il y a sans aucun doute une explication simple que vous allez nous donner.»

Elle est, en effet, très simple : vous avez mal lu. Le sucre est ajouté après les dilutions. Il sert d'excipient pour donner une forme aux granules.



## Homéopathie (2) Des lecteurs troublés

la fièvre (élévation anormale de la température du corps), c'est même la principale différence avec l'accès de paludisme. A forte dose, elle en reproduit un certain nombre de symptômes... mais il manque justement l'essentiel : "le frisson particulier de l'accès pernicieux", accompagné d'une fièvre intense qui peut monter jusqu'à 41°, comme le remarque Hahnemann lui-même.

«Cependant, il passe outre et construit avec entêtement sa théorie qui a toujours un grand nombre d'adeptes, accrochés à ces idées d'un autre âge. A cette légère réserve près, cet article est particulièrement convaincant et devrait faire réfléchir tous ceux qui se posent des questions sur l'efficacité réelle de cette bizarre technique, si tant de gens n'étaient affectés de

Notre article "Homéopathie, le retour des fausses preuves" (Science & Vie n° 929, p. 60), qui démontrait l'absence de bases scientifiques de cette forme de traitement, nous a valu un volumineux courrier. Beaucoup de lettres font référence à un article paru dans la revue *Que Choisir* (avril 1995) qui, prenant le contre-pied de *Science & Vie*, tend à démontrer que l'homéopathie repose sur des bases solides. Pour arriver à cette conclusion, les journalistes de *Que Choisir* se sont adressés à l'Institut de recherches thérapeutiques de l'hôpital Cochin. Celui-ci a en effet analysé le travail du *Lancet* (10 décembre 1994) qui a fait l'objet de notre article, et dont nous disions qu'il était, de bout en bout, entaché d'erreurs. Les chercheurs de Cochin prétendent, au contraire, que «l'étude britannique est critiquable, mais certainement pas à jeter au poublier. Elle donne envie d'en faire une autre, avec plus de sujets,

## Homéopathie (3) Des lecteurs inattentifs

«Je lis toujours avec plaisir vos articles, nous dit le Dr J.C. Madre, d'Orléans, qui tentent, en vain, j'en ai peur, de lutter contre les différents "cultes" comme l'homéopathie. Le caractère désespéré d'un combat n'est pas une raison pour le cesser. Cependant, dans votre article "Se soigner avec



## Homéopathie (4) Des lecteurs abusés

Dans un dossier consacré à l'homéopathie, un magazine français de vulgarisation scientifique (c'est ainsi qu'il nous interpellent...) s'en prend violemment à notre article de février dernier : «Les détracteurs de l'homéopathie ne tapent pas tous au-dessus de la ceinture. (...) Selon ce journal, l'étude de David Reilly a été publiée par "The Lancet" pour accomoder la reine d'Angleterre, laquelle se soigneraient à l'homéopathie. (...) Plus grave, "The Lancet" aurait publié l'étude sans la soumettre à un comité de lecture, comme il est de règle dans les revues médicales. "The Lancet" prend la chose avec bonne humeur. "Non, la reine n'était pas au téléphone lorsque nous avons arrêté le sommaire du journal", répond en riant John Bignall, l'un des rédacteurs, qui précise que le King's Fund est une fondation caritative qui finance la recherche scientifique et qui n'a pas de lien avec la famille royale. Quant au comité de lecture fantôme, il souligne que



"chaque article est systématiquement soumis à un lecteur au moins, et généralement à plus d'un lecteur". Nous avons, bien entendu, pris les plus grandes précautions avec l'étude en cause qui a été revue par deux experts en médecine respiratoire et un expert en statistiques."

Le service de presse de Buckingham Palace nous a confirmé que le King's Fund est une organisation caritative, et que de nombreux cousins et cousines de la reine y consacrent, noblesse oblige, une grande partie de leurs loisirs. Quant aux experts du comité de lecture, ils ne devaient pas être si experts que cela, puisqu'ils n'ont pas vu les grossières erreurs de méthodologie que nous dénonçons.

## Sciences naturelles et trou de mémoire

Décidément, notre article "Biologie moléculaire contre sciences naturelles" reste en travers de la gorge d'un certain nombre de systématiciens français. M. Thierry Bourgoin, secrétaire général de la Société française de systématique (SFS), nous écrit au nom de son conseil d'administration. Celui-ci s'insurge contre le fait que nous ayons "placé cet article sous une rubrique "dé-

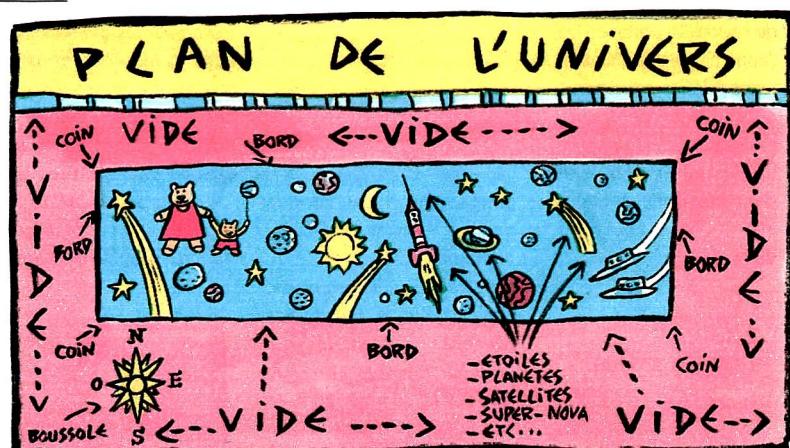
*bat"* [qui] pourrait induire le lecteur en erreur, compte tenu des conditions dans lesquelles les "partenaires" ont été "confrontés". La SFS considère comme une conséquence de ces conditions que son président (contacté par téléphone) n'aït pu développer et promouvoir comme il le mérite le programme Systematics Agenda 2000."

Il est grave d'accuser sans preuves, à tout le moins sans enquête sérieuse. D'autant plus grave ici que ces accusations sont fausses, comme nous l'avons déjà montré en répondant au Pr Loïc Matile dans notre numéro précédent. Nous avons en effet rencontré

le président de la SFS, Daniel Goujet, dans son bureau du Muséum national d'histoire naturelle à Paris, où il a pu nous entretenir longuement du programme Systematics Agenda 2000. Compte tenu de l'angle de notre article, nous n'avons pas pu consacrer plus de place à ce programme, mais nous n'en avons pas accordé plus au programme Gé nome humain, que l'on peut à certains égards considérer comme son équivalent pour la biologie moléculaire. L'affirmation selon laquelle nous nous sommes contentés de téléphoner brièvement à Daniel Goujet est sans doute due à un trou de mémoire... Nous espérons

ainsi mettre un terme à cette campagne diffamatoire, qui ne fait pas honneur à la SFS.

Nous ne manquerons pas de consacrer un "dossier plus complet (sur Systematics Agenda 2000) dans un prochain numéro" si l'actualité nous en donne l'occasion, et nous remercions la SFS de la documentation qu'elle nous envoie sur le sujet. Rappelons aux membres de la SFS que *Science & Vie* s'est toujours fait le défenseur des sciences naturelles – et de la systématique en particulier –, ce qui n'exclut pas de donner la parole à ceux qui ne pensent pas comme eux ni d'informer objectivement les lecteurs.



Dessin D. Cordonnier

## La preuve par quatre

M. N. Charmail, de Varennes-Vauzelles, nous écrit pour nous dire que «lors d'une émission sur France 2 peu avant les vacances de février-mars, un astrologue parlant des fins probables de l'Univers a dit : "... celui-ci aura quadruplé de dimensions et mesurera alors 120 milliards d'années-lumière." Je croyais que l'Univers était infini, alors comment connaît-on ses dimensions ?»

Les connaissances des astrologues en astrophysique sont souvent (pas toujours...) approximatives. Celui-ci a simplement multiplié

par quatre le diamètre actuel de l'Univers, 30 milliards d'années. Mais il a oublié de préciser qu'il s'agit de l'Univers "observable" : on ne peut pas voir plus loin que 15 milliards d'années en arrière (ce qui donne le rayon), date présumée du big bang. Pour ce qui est des dimensions réelles de l'Univers (au-delà de ce qui est observable), elles sont inestimables aujourd'hui. Quand aux dimensions qu'il aura quand il mourra, on n'en sait strictement rien. Mais, pour un astrologue, avouer son ignorance n'est pas chose courante...

## 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 de mai :

**«Qu'est-ce qu'un trou d'air, tel que ceux que l'on peut rencontrer lorsque l'on prend l'avion ?»**

Un trou d'air est simplement une zone, très localisée, où une bourrasque souffle dans le même sens que le déplacement de l'avion. La portance de l'appareil étant liée à sa vitesse relative par rapport à l'air, l'avion perd alors momentanément une partie de cette portance. Il descend donc brutalement... d'où la sensation de chute.

### Science & Vie en enfer

Très vive réaction de M. N. Praz, des Murets :

«Non, je n'accepterai jamais votre explication quant à la publicité que vous accueillez dans ma revue préférée, lorsqu'elle est en opposition flagrante avec la lutte que vous menez – soyez-en remerciés et loués abondamment – contre les idioties qui envahissent le monde en général, et la France en particulier ! Trop facile de nous dire que c'est votre cocon-

tractant publicitaire qui a le choix des annonces et des annonceurs. Il n'en reste pas moins que la caution recherchée par les margoulines de "la vie après la mort" et les autres balivernes, c'est auprès de vous qu'ils l'auront trouvée. "Science & Vie" complice des gens qu'elle combat. On aura tout vu.»

Nous avons reçu de très nombreuses lettres de protestation après la parution de cette publicité (*Science & Vie* n° 931), et nous les avons transmises à nos services commerciaux. Il va de soi, dans tous les cas et quelles que soient les raisons du passage de ces textes, que nous avons été, sommes et resterons des pourfendeurs inlassables de telles idées.

### C'est encore loin, le XXI<sup>e</sup> siècle ?

Argumentation par l'absurde de M. A. Abbadie, de Caudebronde :

«Je lis toujours avec plaisir, dans la rubrique "Forum", vos réponses aux entêtés qui croient toujours que le XXI<sup>e</sup> siècle commencera en l'an 2000 (et, d'ici 2001, on n'a pas fini d'en entendre !). Pour ma part, je leur oppose la réponse suivante : il y a une seule année qui justifie son nom au "vingtième" siècle, c'est l'an 2000 (20 x 100).

«Vouloir "classer" cette année-là dans le siècle à venir, c'est, par voie de conséquence, considérer que nous sommes donc au XIX<sup>e</sup> siècle. Ce que personne n'a encore osé affirmer, du moins, à ma connaissance.»

### Sale temps pour les sondages

M. A. Cedelle, de Bruz, réagit vivement. «Le numéro de février de votre revue, pages 26 et 27, se fait l'écho d'un sondage sur la pratique des langues étrangères et régionales en France. Il s'agit certainement de l'étude parue dans le bulletin de l'INED de décembre 1993, qui a déjà suscité certaines réactions en Bretagne. Les tableaux que vous publiez indiquent en effet que la langue bretonne n'est plus tout à fait transmise, le taux de perte étant de 100 % pour l'actuelle génération. Il suffit cependant de lire l'excellent article sur les sondages, dans ce même numéro, pour remarquer les grandes injustices et les erreurs, parfois voulues, qui peuvent peser sur ces résultats. L'étude de l'INED étant un parfait exemple de ces phénomènes.

«Le taux pour le breton a été mesuré sur un échantillon de 44 individus. On peut trouver

en Bretagne des gens qui transmettent encore la langue à leurs enfants. Ils n'ont bien évidemment pas figuré dans cet échantillon réduit ! De plus, comme vous l'avez vous-même expliqué, la tournure des questions peut déjà orienter une réponse. La terminologie utilisée (taux d'abandon, taux de perte, dialecte, langue en sursis, etc.) par l'INED dans son étude laisse entendre que l'évolution décrite est non seulement inéluctable, mais positive pour l'unité nationale et bénéfique pour les locuteurs eux-mêmes et leurs descendants. Pourquoi aucune question n'a donc été posée dans cet échantillon sur l'appréciation des personnes sur le processus dont elles ont été l'agent ?

«Ces pourcentages sur les pratiques des langues autres que le français sont évidemment très faibles, quand ils sont rapportés à la population de la France. Ainsi, 25 % des familles d'Alsace parlent l'alsacien, soit 0,6 % de la population française. Pour le breton,



## **Vous avez dit eskimo, comme c'est inuit !**

Précisions de M. B. L'Allier, de Québec, Canada : «En page 8 de votre édition de février 1995, vous faites référence aux Eskimos du Nouveau-Monde. Or, d'après le "Dictionnaire québécois d'aujourd'hui" (Robert, édition 1992 : "Les Inuit ou les Inuits du Canada sont les autochtones des régions nordiques du Canada, du Groenland à l'Alaska, dont la langue est l'inuktitut. Dans leur langue, Inuit signifie "les hommes". Eskimo ou Esquimaux

est un nom indien qu'ils n'acceptent pas ; il est préférable de dire, même, en français, les Inuit(s). On écrit un, une Inuk ou Inuit ou une Inuite, et "localité inuite". Vous devez sûrement savoir qu'Eskimo signifie "mangeur de viande crue", ce qui est un terme très peu flatteur, voire péjoratif, et qui leur fut donné par l'homme blanc. Inuk est nécessairement singulier alors qu'Inuit peut être employé pour signifier le singulier ou le pluriel."»

Strasbourg, réalisée par M. Charlotteaux, évoquée dans votre rubrique "Il y 70 ans" de votre numéro 930 de mars 1995, existe toujours et est visible dans la maison de son constructeur à Senzeilles, un petit village près de Phillippeville, en Belgique.»

Il y a donc bien certaines occasions où le temps suspend son vol...

Ce même lecteur nous dit avoir «lu avec amusement la rubrique "Des marchés à saisir", page 96 du même numéro». Le frein mécanique de secours pour les poids lourds que nous avons présenté serait, en effet, «un peu le monstre du Loch Ness : il réapparaît régulièrement. En effet, nous dit notre correspondant, j'ai retrouvé dans le numéro de mars 1965 de "Sciences et Mécanique Populaire" – il y a tout juste trente ans – un article qui ressemble étrangement au vôtre...», ce qu'il nous prouve en nous en envoyant la photocopie.

L'invention que nous avons présentée était en effet similaire, mais non identique, à celle évoquée par notre correspondant. Disons plutôt qu'elle découlait d'une même approche du problème de freinage des poids lourds. ■



ce taux n'est pas indiqué, et le basque, le corse, le catalan disparaissent dans cette vision. Mais, rapporté à la population mondiale, la pratique du français est également minoritaire (1 % !).»

### **Trou noir ou pas, ça ne change rien**

Réflexion de M. M. Zalinski, de Dilbeek, Belgique. «Il me semble avoir compris ce qui fait qu'un trou noir, aussi rare soit-il, attire son entourage et tutti quanti. Mais ce que je ne parviens pas vraiment à saisir, c'est ce qui fait le lien entre

l'état d'étoile super-massive avant l'effondrement et le trou noir créé, dévoreur assidu de son entourage cosmique. En effet, si l'attraction newtonienne est fonction de la masse et de la distance, les deux états (avant et après effondrement) se ressemblent, car seule la densité a été modifiée (j'oublie l'augmentation de la distance suite à la diminution du diamètre de l'étoile effondrée). Donc, l'étoile initiale, qui va devenir trou noir par son propre effondrement, devait attirer de la même façon les étoiles proches.»

Vous avez bien vu. Les modifications de densité de matière ne modifient en rien l'influence gravitationnelle du

corps considéré. Ainsi, si le Soleil venait à s'effondrer sur lui-même, devenant une étoile massive, voire un trou noir, cela ne changerait rien, "gravitationnellement", pour nous. La ronde des planètes continuerait comme si rien ne s'était passé. En revanche, la luminosité baisserait, voire disparaîtrait, ce qui, pour nous, serait catastrophique...

### **Questions de temps**

Un lecteur belge, M. B.H., de Couvin, nous informe que «la réplique miniature de l'horloge de la cathédrale de

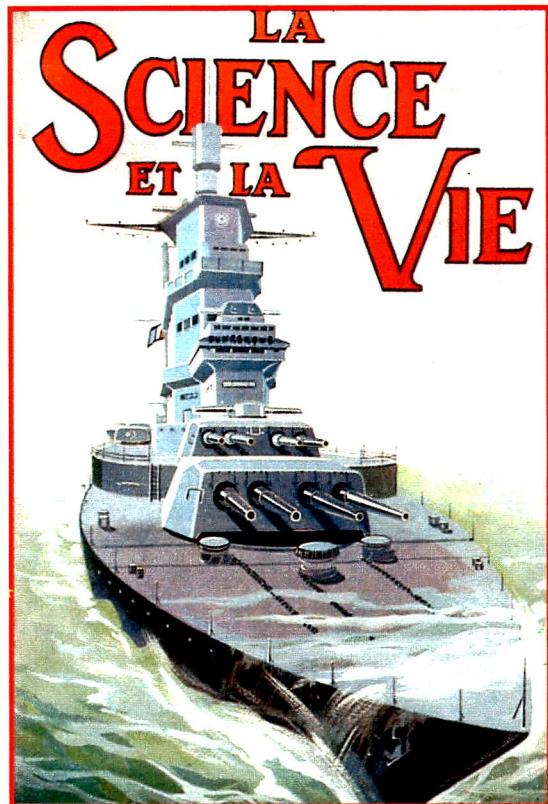
**36 15**  
**SCV**

Les forums de Science & Vie ! Les grands débats de notre société. Exprimez vos opinions.

# SCIENCE & VIE

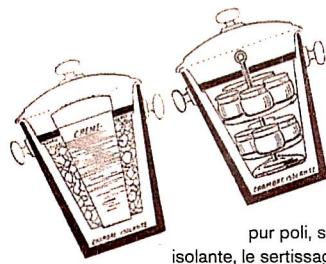
Par Marielle Véteau

# il y a 60 ans



**Juin 1935**

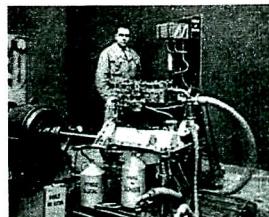
« Un navire de combat moderne, armé de huit pièces de 406 mm sous tourelles doubles, d'une artillerie de moyen calibre, de pièces antiaériennes et de tubes lance-torpilles, nécessite une protection de près de 15 000 tonnes et des moteurs de 100 000 ch pour réaliser une vitesse de 30 nœuds. »



### Sorbetière automatique, appareil à yoghourt, seau à champagne

« Composé d'un récipient extérieur en laquéo-fibrine, résistant et léger, et d'un récipient intérieur en aluminium pur poli, séparés par une chambre

isolante, le sertissage de ces deux parties en fait un appareil parfaitement isothermique qui permet, sans électricité et sans mécanisme, de confectionner des glaces, des yoghurts ou de réfrigérer des boissons. »

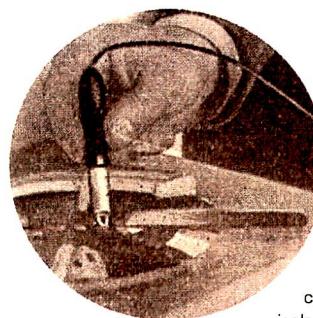


### «Pétrole végétal» contre «pétrole minéral» ?

« D'Alger à Gao, puis à Bamako, le moteur polycarburant "Bagnulo" a fait la preuve qu'il pouvait utiliser toutes les huiles à base de karité, d'arachide ou de césal, à tous les degrés de raffinage. Ces huiles sont obtenues par carbonisation à basse température, méthode déjà appliquée au bois, aux lignites, etc., et non plus par méthode catalytique. La culasse du moteur Bagnulo permet d'utiliser le gaz de gazogène, les essences volatiles et le gasoil des huiles végétales. »

### Un rasoir automatique électrique

« Le rasoir mécanique détrône le rasoir à main : grâce à l'augmentation de la vitesse de rotation du moteur, alimenté par une pile de poche de 4,5 volts, la fréquence du mouvement vibratoire de la lame est accrue et permet un rasage au plus près sans irritation et sans coupure. »



### Nouvel allumoir électrique sans pierre, ni mèche, ni essence

« Cet allumoir, adaptable à tous les appareils fonctionnant au gaz d'éclairage, est constitué d'un manche isolant en matière plastique et d'un frotteur souple – une spirale d'aluminium terminée par une boucle de suspension. Il suffit de brancher l'appareil dans l'un des trous d'une prise de courant et de frotter légèrement le brûleur du réchaud relié métalliquement à la conduite de gaz : une étincelle et la flamme jaillit. »



### La science au service de la sécurité maritime

« Faces métalliques garnies d'amiante ou d'isolants spéciaux, cloisons en contreplaqué qui résistent au feu, panneaux en verre ne laissant pas traverser les flammes, compartimentage poussé, double fond étanche, installations électriques soigneusement étudiées, veilleurs-pompiers toujours en alerte, détecteurs automatiques de chaleur et de fumée, tous ces dispositifs dus aux plus récents progrès scientifiques équipent le paquebot *Normandie*, pour assurer la sécurité en mer. »

# VOTRE RENCONTRE AVEC LES ECOLES ET LES ENTREPRISES AERONAUTIQUES ET SPATIALES

ESPACE  
ENTREPRISES

GROUPE  
AEROSPATIALE,

Aérospatiale,

Eurocopter,

Seca, Socata,

Sogerma Socea,

Unilaser

ARMÉE DE L'AIR

CNES

DASSAULT

AVIATION

DGA - DGAC

FORGES DE

BOLOGNE

HUREL DUBOIS

ILLUSTRATION

TECHNIQUE

INFORAMA

INTERTECHNIQUE

GROUPE LABINAL,

TURBOMECA

ONERA - POTEZ

AERONAUTIQUE

RETEC

SAGEM - SEP

SEXTANT

AVIONIQUE

SFIM INDUSTRIE

SNECMA.

ESPACE  
FORMATIONS

DGA, Ensae

Sup'Aéro,

Ensta, Ensicla,

Ensieta, Esaa,

Etn, Eft - EFREI

ENAC - ENSAE

SUP'AERO

ENSAM

ENSICA

ENSMA

FONDATION EPF

ESEA - ESEM

ESEO - ESMA

ESTA - ESTACA

IAAG - IAJM

INT - ISEN - ISEP

ISTAÉ - IUT de

Ville d'Avray

Pôle Universitaire

Léonard de

Vinci

Université de

Perpignan

CREUFOP

Réseau ÈIFFEL,

CUST, ISIM,

EUDIL...



## 7ème FORUM AIR ET ESPACE

Samedi 17 Juin 1995

Sur le 41ème SALON  
INTERNATIONAL DE  
L'AERONAUTIQUE ET DE L'ESPACE  
LE BOURGET

ENTREE PORTE O

9h30 - 18h00

Tarif Lycéens Etudiants: 20 F



AIR&COSMOS  
INTERNATIONAL



SCIENCE  
& VIE





*Sans  
commentaire.*

**HEINEKEN. AU NOM DE LA BIERE.**

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. A CONSOMMER AVEC MODÉRATION